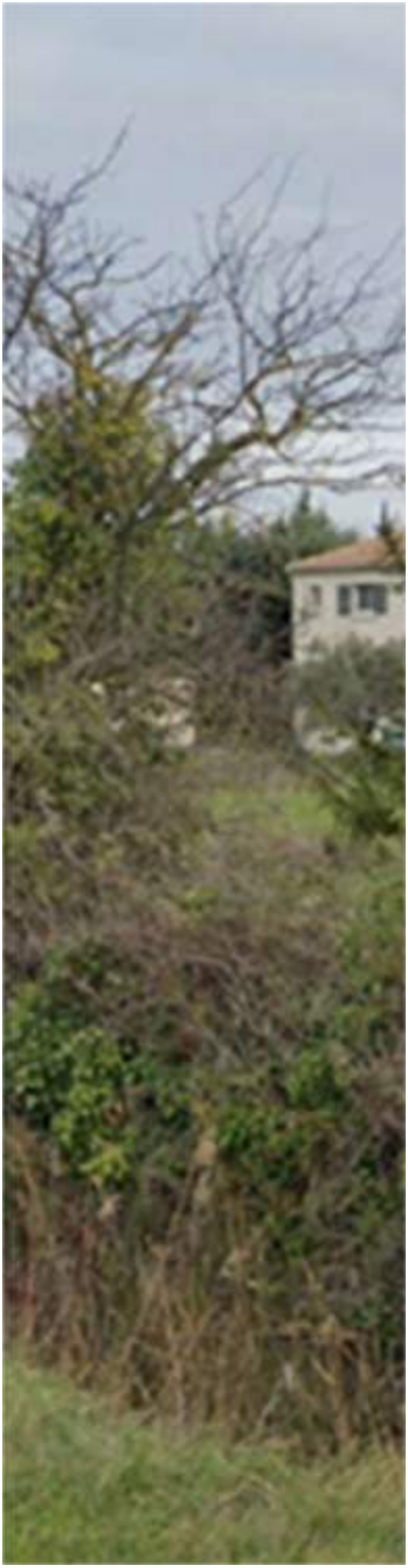
Bouygues Immobilier
LA VIE COMMENCE ICI

SENAS (13) REALISATION D'UNE OPERATION DE LOGEMENTS PONT DE L'AUTURE



TOME 2 – ETUDE D'IMPACT ENVIRONNEMENTALE
LES ANNEXES

16 FEVRIER 2023

SOMMAIRE

Annexe 1 : Inventaires 4 saisons Biodiversité – ECOMED

Annexe 2 : Etude sur le potentiel des énergies renouvelables – EVEN CONSEIL

Annexe 3: Etude acoustique – ACOUPLUS

Annexe 4: Etude sur la qualité de l'air -TECHNISIM

Annexe 5: Etude circulation – HORIZON CONSEIL

Annexe 6: Note hydraulique - CERRETTI

Annexe 7: Dossier Loi sur l'eau – CERRETTI

Annexe 8 : Etude paysagère – PAUL PETEL

Annexe 9 : Notice architecturale – GALLO ARCHITECTE

Annexe 1 : Inventaires 4 saisons Biodiversité – ECOMED

PROJET IMMOBILIER

Sénas (13)

Etat initial du milieu naturel
Demande d'examen au cas par cas

Réalisé pour le compte de

Chef de projet : Olivier CAGAN
06 60 40 58 18
o.cagan@ecomed.fr

ECO-MED Ecologie & Médiation S.A.R.L. au capital de 150 000 euros
TVA intracommunautaire FR 94 450 328 315 | SIRET 450 328 315 000 38 | NAF 7112 B
Tour Méditerranée 13ème étage, 65 avenue Jules Cantini 13298 MARSEILLE Cedex 20
+33 (0)4 91 80 14 64 +33 (0)4 91 80 17 67 contact@ecomed.fr ***www.ecomed.fr***

Référence bibliographique à utiliser

ECO-MED 2023 – Projet immobilier du chemin du pont de l'Auture - Etat initial du milieu naturel, Demande d'examen au cas par cas – Bouyges Immobilier – Senas (13) – 146 p.

Suivi de la version du document

30/09/2020 – Version 1
02/06/2021 – Version 2
04/10/2022 – Version 3
05/04/2023 – Version 4
07/02/2024 – Version 5

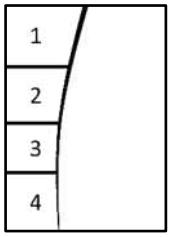
Porteur du projet

Nom de l'entreprise : Bouygues Immobilier
Adresse postale : boulevard de Dunkerque 13216 MARSEILLE
Contact Projet : Jeanne de Chantérac
07 60 88 93 03
j.dechanterac@bouygues-immobilier.com

Equipe technique ECO-MED

Léo NERY, Antoine VEIRMAN, Jérôme VOLANT – Botanistes
Antoine VEIRMAN, Solène LODOVICHETTI – Experts zones humides
Emma VALADAS – Entomologiste
Marine PEZIN, Bérénice GIVORD-COUPEAU – Batrachologue/Herpétologue
Julien FLEUREAU – Ornithologue
Edouard RIBATTO, Erwann THEPAUT – Mammalogues
Lucile BLACHE – Géomaticienne

Le présent rapport a été conçu par l'équipe ECO-MED sous la coordination d'Olivier CAGAN, chef de projet sur cette mission.



Illustrations page de garde :

1 – Vue générale, J. FLEUREAU, 06/04/2020, *in situ* (13)

2 – La Diane (Zerynthia polyxena), J. FLEUREAU, 06/04/2020, *in situ* (13)

3 – Haie de Cyprès, J. VOLANT, 23/06/2020, *in situ* (13)

4 – Ophrys passionis, M. PEZIN, 02/04/2020, *in situ* (13)

Table des matières

Préambule 6

Partie 1 : Données et méthodes 7

1. Présentation du secteur d'étude 8
   1.1. Localisation et environnement naturel 8
   1.2. Description du projet 10
   1.3. Description du projet 11
   1.4. Aires d'étude 12

2. Méthode d'inventaire et d'analyse 14
   2.1. Recueil préliminaire d'informations 14
   2.2. Situation par rapport aux périmètres à statut 14
   2.3. Personnes en charge de la mission et calendrier des prospections 27
   2.4. Méthodes d'inventaires de terrain 28
   2.5. Difficultés rencontrées 34
   2.6. Espèces fortement potentielles 34
   2.7. Critères d'évaluation 35

Partie 2 : Etat actuel de la biodiversité 37

1. Résultat des inventaires 38
   1.1. Description de la zone d'étude 38
   1.2. Habitats naturels 40
   1.3. Zones humides 45
   1.4. Flore 50
   1.5. Invertébrés 53
   1.6. Amphibiens 56
   1.7. Reptiles 59
   1.8. Oiseaux 63
   1.9. Mammifères 69

2. Analyse écologique de la zone d'étude 82
   2.1. Synthèse des enjeux par groupe biologique 82
   2.2. Approche fonctionnelle 85

Partie 3 : Propositions de mesures d'évitement, de réduction et d'accompagnement 86

1. Approche méthodologique 87

2. Mesures d'atténuation 88
   2.1. Mesures d'évitement 88

2.2. Mesures de réduction 88
2.3. Mesures d'accompagnement 94
2.4. Bilan des mesures d'atténuation 96

Partie 4 : Bilan des enjeux, des impacts bruts et des impacts résiduels 97

Sigles 103

Bibliographie 105

Annexe 1 Critères d'évaluation 107

Annexe 2 Présentation de l'équipe technique d'ECO-MED 116

Annexe 3 Relevé relatif à la flore 121

Annexe 4 Relevé relatif aux invertébrés 124

Annexe 5 Relevé relatif aux amphibiens 125

Annexe 6 Relevé relatif aux reptiles 126

Annexe 7 Relevé relatif aux oiseaux 127

Annexe 8 Relevé relatif aux mammifères 131

Annexe 9 Limites techniques et scientifiques liées à l'étude de la biodiversité 132

Annexe 10 Liste des espèces végétales exotiques envahissantes en PACA et Languedoc-Roussillon – Source INVMED 133

Table des cartes

Carte 1 : Localisation de la zone d'étude 9
Carte 2 : Plan de masse du projet 11
Carte 4 : Espaces naturels protégés – Protections réglementaires et législatives 16
Carte 5 : Autres périmètres de gestion concertée 18
Carte 6 : Réseau Natura 2000 local 20
Carte 7 : Zonages d'inventaires écologiques 22
Carte 8 : Plans Nationaux d'Actions 24
Carte 9 : Schéma Régional de Cohérence Ecologique 26
Carte 10 : Localisation des sondages pédologiques 30
Carte 11 : Habitats naturels – Classification EUNIS 44
Carte 14 : Espèces exotiques envahissantes 52
Carte 17 : Enjeux relatifs aux amphibiens 58
Carte 18 : Enjeux relatifs aux reptiles 62
Carte 19 : Enjeux relatifs aux oiseaux 68

Carte 20 : Enjeux relatifs aux mammifères 81
Carte 21 : Synthèse des enjeux écologiques 84
Carte 22 : Approche fonctionnelle de la zone d'étude 85

Table des tableaux

Tableau 1. Structures consultées 14
Tableau 2. Synthèse des périmètres réglementaires 15
Tableau 3. Synthèse des périmètres de gestion concertée 17
Tableau 4. Synthèse des sites Natura 2000 19
Tableau 5. Synthèse des zones d'inventaires 21
Tableau 6. Dates des prospections 27
Tableau 7. Synthèse des prospections 27
Tableau 8. Conditions météorologiques des prospections dédiées aux invertébrés 31
Tableau 9. Conditions météorologiques des prospections dédiées aux amphibiens 31
Tableau 10. Conditions météorologiques des prospections dédiées aux reptiles 32
Tableau 11. Conditions météorologiques des prospections dédiées aux oiseaux 33
Tableau 12. Conditions météorologiques des prospections dédiées aux mammifères 34
Tableau 13. Matrice de calcul de l'Enjeu Zone d'Étude 36
Tableau 14. Critères de prise en compte des espèces dans l'état initial 38
Tableau 15. Présentation des habitats naturels 41
Tableau 16. Délimitation des zones humides au regard du critère végétation 45
Tableau 17. Délimitation finale des zones humides 50
Tableau 18. Espèce végétale exotique envahissante 51
Tableau 19. Espèces d'invertébrés avérées au sein de la zone d'étude 53
Tableau 20. Invertébrés à enjeu zone d'étude faible 54
Tableau 21. Espèces d'amphibiens avérées ou jugées fortement potentielles au sein de la zone d'étude 57
Tableau 22. Amphibiens à enjeu zone d'étude faible 57
Tableau 23. Espèces de reptiles avérées ou jugées fortement potentielles au sein de la zone d'étude 60
Tableau 24. Reptiles à enjeu zone d'étude faible 60
Tableau 25. Espèces d'oiseaux avérées ou jugées fortement potentielles au sein de la zone d'étude 63
Tableau 26. Oiseaux à enjeu zone d'étude faible 66
Tableau 27. Espèces de mammifères avérées ou jugées fortement potentielles au sein de la zone d'étude 69
Tableau 28. Données bibliographiques relatives aux mammifères au niveau du secteur d'étude 71
Tableau 29. Mammifères à enjeu zone d'étude faible 78
Tableau 30. Bilan des mesures d'atténuation 96
Tableau 31. Bilan des enjeux et impacts bruts et résiduels du projet sur les habitats 98
Tableau 32. Bilan des enjeux et impacts bruts et résiduels du projet sur les espèces 98

Préambule

Dans le cadre d'un projet de construction d'un lotissement sur la commune de Senas dans le département des Bouches-du-Rhône, Bouygues Immobilier a missionné le bureau d'études en environnement naturel ECO-MED (Ecologie et Médiation) afin de réaliser l'état initial du milieu naturel (2009-RP3402-DIAG-LOT-BOUYGUES_IMMO-SENAS13). Il a permis de définir, localiser et hierachiser les principaux enjeux liés aux milieux naturels de la zone concernée par le projet.

Afin d'alimenter une demande d'examen au cas par cas, Bouygues Immobilier a souhaité consolider cet état initial en y intégrant des éléments constituant l'initiation de la démarche Eviter / Réduire, de façon à illustrer la prise en compte des enjeux écologiques dans la construction d'un projet de moindre impact environnemental.

ECO-MED a mis en place une méthodologie adaptée afin d'identifier le contexte environnemental lié aux périmètres à statut (réglementaire et d'inventaire), les principaux enjeux écologiques avérés et pressentis (basés sur l'analyse du patrimoine naturel avéré et potentiel) et les principales fonctionnalités écologiques.

Le travail de terrain d'ECO-MED a été effectué au cours des périodes clés pour chaque groupe biologique présentant des enjeux de conservation.

Une équipe de 9 experts a été mobilisée sous la coordination d'Olivier CAGAN et Catherine DUFLOS.

PARTIE 1 : DONNEES ET METHODES

1. PRESENTATION DU SECTEUR D'ETUDE

1.1. Localisation et environnement naturel

Contexte administratif		
Région PACA	Département des Bouches-du-Rhône	Commune de SENAS
Contexte environnemental		
Topographie : plaine alluviale	Altitude moyenne : 90 mètres	
Hydrographie : Durance à proximité	Bassin versant : Durance	
Etage altitudinal : Mésoméditerranéen		
Petite région naturelle du SRCE : Bassin d'Aix- Durance – Pays d'Aygues – Luberon Sud		
Aménagements urbains à proximité		
Aménagements :	Aux confins de la D7n, Route de Jean Moulin, et d'une voie ferrée. A l'Ouest de l'autoroute A7 à 1200 m Station d'épuration au Nord	
Zones urbaines les plus proches :	En continuité avec l'urbanisation de Sénas, au Nord du centre de Sénas	

La zone d'étude se place dans un contexte agricole à l'étage méso-méditerranéen, en limite de l'urbanisation actuelle. Elle couvre une surface de 4,34 ha de zones agricoles.

Le **diagnostic écologique faune-flore-habitats naturels (état initial de la biodiversité)** est effectué sur l'emprise du projet immobilier situé au Nord de Sénas (13).

Carte 1 : Localisation de la zone d'étude

1.2. Description du projet

1.3. Description du projet

Carte 2 : Plan de masse du projet

1.4. Aires d'étude

Les experts ont élargi leurs prospections au-delà des limites strictes de l'emprise du projet, en cohérence avec les fonctionnalités écologiques identifiées. Plusieurs termes doivent ainsi être définis :

- **Zone d'emprise du projet** : la zone d'emprise du projet se définit par rapport aux limites strictes du projet (limites physiques d'emprise projetées incluant la phase de chantier et les accès). Si on n'a pas ces éléments le préciser ici.
- **Zone d'étude** : correspond à la zone minimale prospectée par les experts. Il y a ainsi autant de zones d'étude que de groupes biologiques étudiés. En effet, chaque zone d'étude est définie au regard des fonctionnalités écologiques du groupe biologique étudié ;
- **Zone d'étude élargie** : correspond à la zone d'étude agrandie pour certains compartiments biologiques à large rayon de déplacement (chiroptères, oiseaux).

Attention : Par souci de lisibilité, une seule zone d'étude est présentée sur nos cartes, elle correspond à la **zone prospectée minimale commune à tous les groupes biologiques étudiés**. Chaque groupe biologique a été étudié, *a minima*, sur l'ensemble de cette zone cartographiée. Ainsi, des espèces observées hors de cette zone prospectée minimale peuvent être représentées, correspondant aux observations effectuées par les experts lors de leurs prospections.

La zone d'étude s'étend sur 4,34 ha.

Carte 3 : Aires d'étude

2. METHODE D'INVENTAIRE ET D'ANALYSE

2.1. Recueil préliminaire d'informations

La liste des ressources bibliographiques figure en fin de rapport (§ « Bibliographie »), il est toutefois possible de rappeler brièvement les principales sources et consultations ayant constitué la base de ce travail :

Tableau 1. Structures consultées

Structures		Date de la demande / consultation	Objet de la consultation	Résultats de la demande
ECO-MED		16/09/2020	Base de données interne	Données naturalistes à proximité de la zone d'étude (Commune de Sénas)
SILENE		16/09/2020	CBNMP (Conservatoire Botanique National Méditerranéen de Porquerolles) via base de données en ligne flore http://flore.silene.eu	Listes d'espèces patrimoniales à proximité de la zone d'étude.
LPO PACA		14/09/2019	Base de données en ligne Faune-PACA : www.faune-paca.org	Données ornithologiques, batrachologiques, herpétologiques et entomologiques
INPN		16/09/2020	Fiches officielles des périmètres d'inventaire ou à statut FSD transmises par la France à la commission européenne (site internet du Muséum national d'Histoire naturelle : http://inpn.mnhn.fr)	Listes d'habitats, d'espèces faune et flore
Tela Botanica		16/09/2020	Base de données en ligne https://www.tela-botanica.org/	Listes d'espèces patrimoniales, leur statut et écologie
InfoTerre		16/09/2020	Base de données en ligne http://infoterre.brgm.fr	Contexte géologique

2.2. Situation par rapport aux périmètres à statut

Le projet est situé dans ou à proximité de :

- 1 site inscrit,
- 1 territoire de Directive Paysagère
- 1 parc naturel régional (PNR du Luberon)
- 5 sites Natura 2000 (ZSC et ZPS),
- 5 périmètres d'inventaires.

Le projet n'est concerné par aucun périmètre réglementaire de type APPB.

N.B. : les fiches de présentation des différents périmètres présentés ci-après sont disponibles sur le site de l'Inventaire National du Patrimoine Naturel (INPN) : http://inpn.mnhn.fr/

Dans les tableaux suivants, une colonne présente le « lien écologique » entre le périmètre à statut et la zone à l'étude. Ce lien écologique est évalué sur la simple analyse, à dires d'expert, des listes d'espèces et d'habitats

présents dans les périmètres à statuts présentés, et de l'interaction que peuvent avoir ces habitats et espèces avec ceux présents dans la zone à l'étude. Sont pris en compte ici dans cette analyse les critères suivants (non exhaustifs) :

- la proximité géographique,
- la présence d'habitats similaires,
- la capacité de dispersion des espèces.

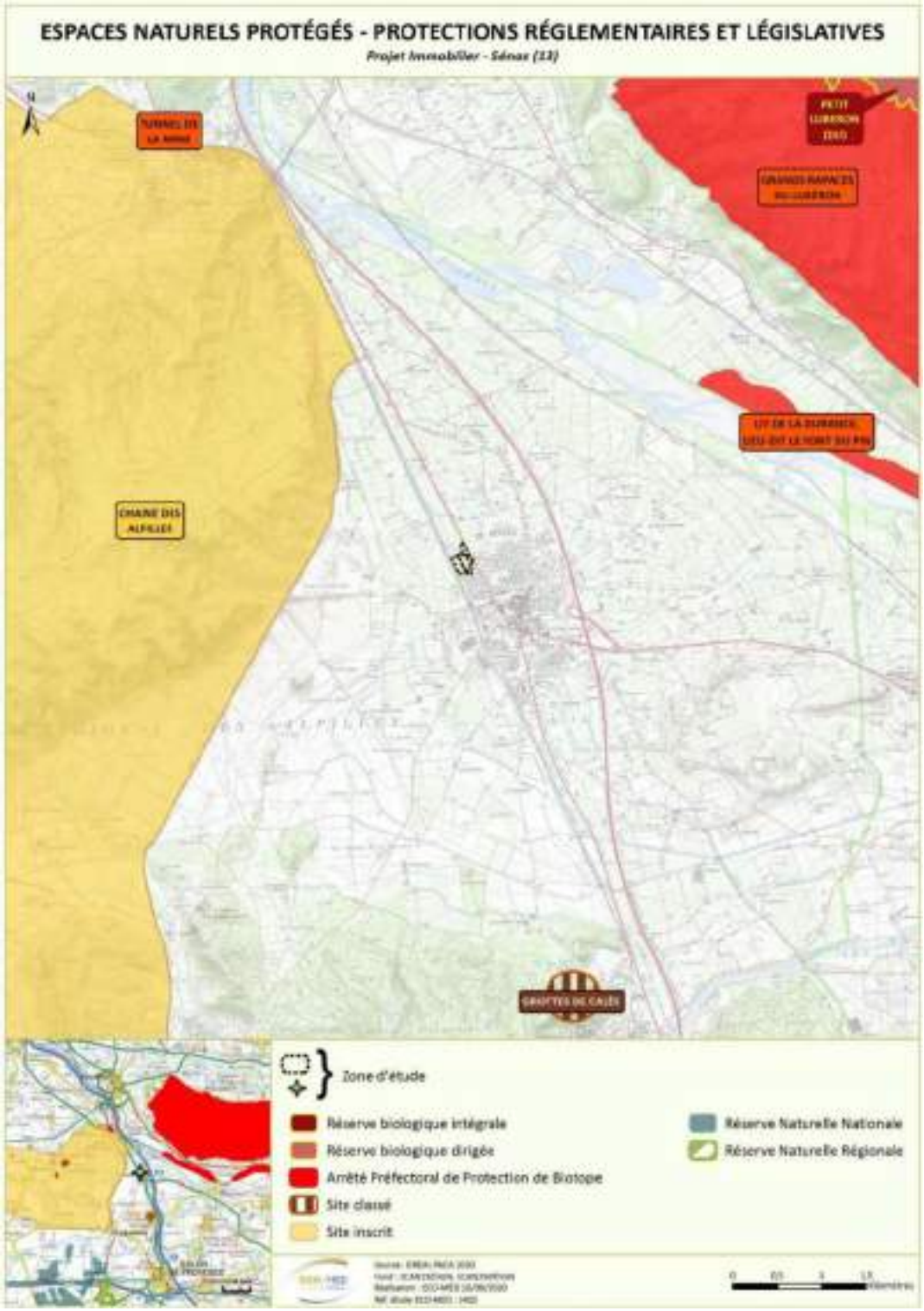
Ainsi, un lien écologique fort pourra être évalué pour des périmètres à statuts très proches de la zone du projet, et pour lesquels des habitats ou des espèces identiques pourraient être présents dans la zone à l'étude. *A contrario*, un lien écologique très faible ou nul peut être évalué pour des périmètres très éloignés ou concernant des habitats ou des espèces d'écologies très différentes.

2.2.1. Périmètres réglementaires

Tableau 2. Synthèse des périmètres réglementaires

Type	Nom du site	Distance avec le projet	Lien écologique
Site Inscrit	Chaîne des Alpilles	1,8 km	-
APPB	Lit de La Durance, Lieu-dit le Font du Pin	4 km	–
Directive Paysagère des Alpilles	Paysage naturel remarquable des Alpilles	1,4 km Intervisibilité	**Faible** (oiseaux / chiroptères seulement)

APPB : Arrêté Préféctoral de Protection de Biotope



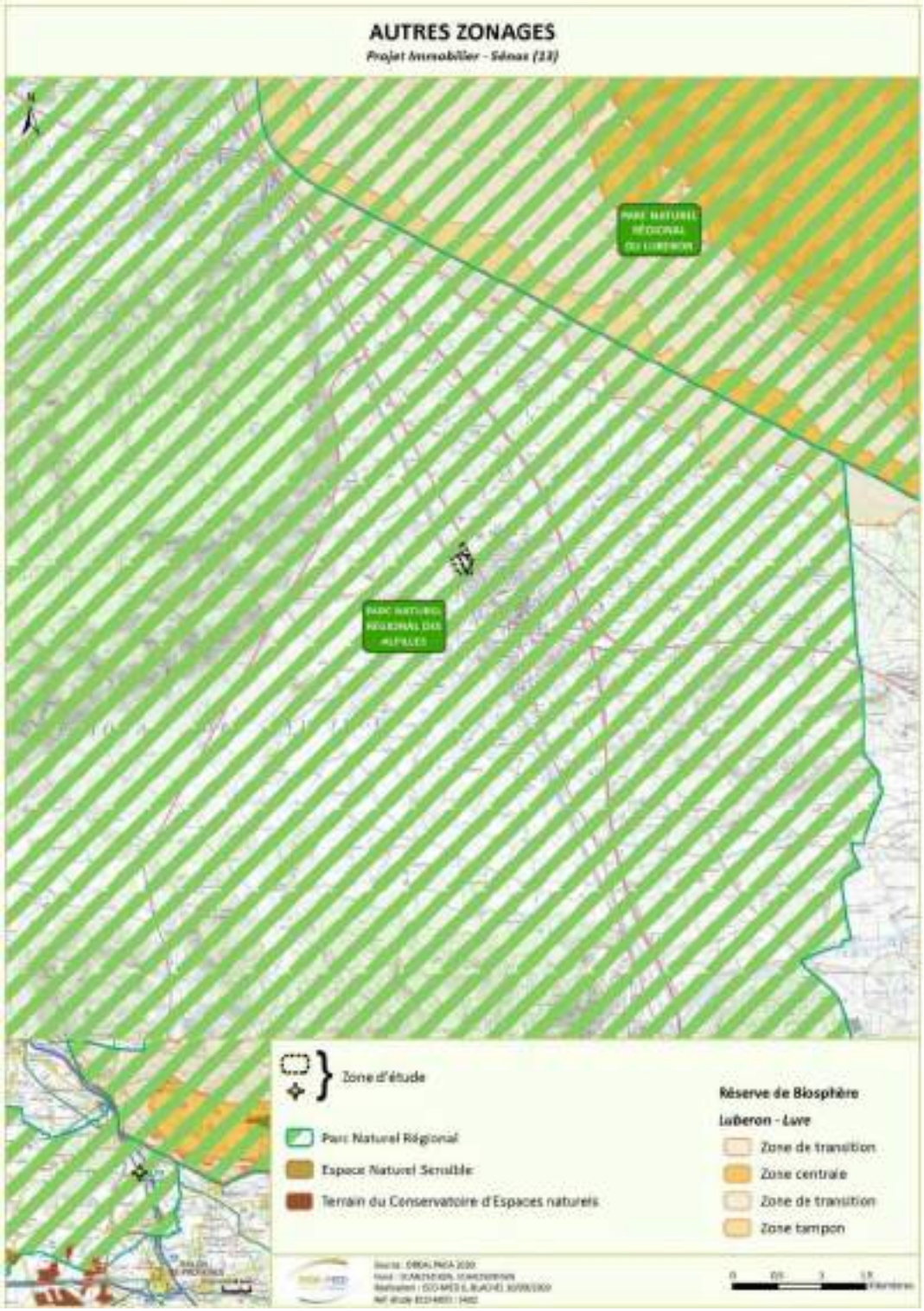
Carte 4 : Espaces naturels protégés – Protections réglementaires et législatives

2.2.2. Autres périmètres de gestion concertée

Tableau 3. Synthèse des périmètres de gestion concertée

Nom du site	Type	Distance avec le projet	Lien écologique
PNR des Alpilles	PNR	A l'intérieur	Fort (secteurs représentatif du territoire du PNR : historiquement agricole avec haies ; à enjeu notamment pour les chiroptères ; en limite d'urbanisation)
Engagement international - Réserve de Biosphère Luberon - Lure	RB	Zone de coopération A 2,7 km à l'est	Faible (séparés une voie ferrée, l'urbanisation de Sénas, l'autoroute du Soleil et la voie TGV)

PNR : Parc Naturel Régional / RB : réserve de biosphère



Carte 5 : Autres périmètres de gestion concertée

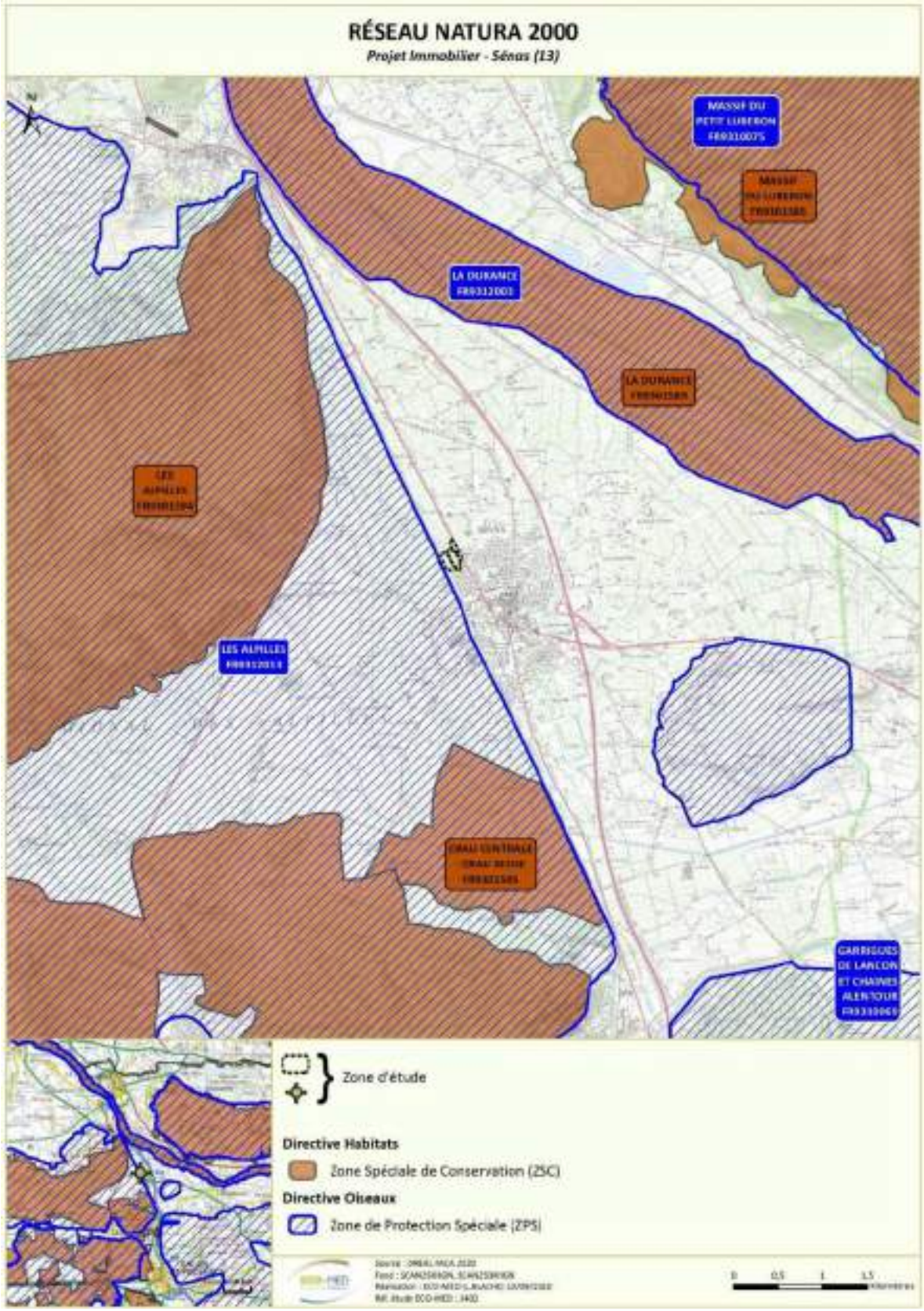
2.2.3. Périmètres Natura 2000

Tableau 4. Synthèse des sites Natura 2000

Type	Nom du site	Habitat(s) et espèce(s) Natura 2000	Distance avec le projet	Lien écologique
ZSC	FR9301594 « Les Alpilles »	9 habitats naturels 5 espèces d'insecte 1 espèce de poisson 8 espèces de mammifères	1,6 km à l'ouest	Modéré (relative proximité mais D569, et voie ferrée, obstacles et urbanisation)
	FR9301589 « La Durance »	19 habitats naturels 10 espèces d'insecte 7 espèces de poisson 1 espèce d'amphibien 1 espèce de reptile 7 espèces de mammifère	2,7 km à l'est	Faible (séparés par l'autoroute et voie TGV)
	FR9301595 « Crau centrale – Crau sèche »	10 habitats naturels 4 espèces d'insecte 1 espèce de poisson 1 espèce de reptile 8 espèces de mammifère	2,2 km au sud	Faible (urbanisation et voie ferrée entre les 2)
ZPS	FR9312013 « Les Alpilles »	32 espèces d'oiseaux	En limite, à l'ouest	Modéré (projet accolé à la ZPS, séparés néanmoins par voie ferrée ; cependant projet situé entre 2 ZPS riches en espèces)
	FR9312003 « La Durance »	107 espèces d'oiseaux	2,7 km à l'est	Modéré (séparés par l'autoroute et voie TGV ; cependant projet situé entre 2 ZPS riches en espèces)

ZSC : Zone Spéciale de Conservation / ZPS : Zone de Protection Spéciale

La zone d'étude est cernée de plusieurs sites Natura 2000 emblématiques en termes de biodiversité (Durance, Alpilles, Crau). Elle a en cela un intérêt, notamment du fait de son caractère historiquement agricole avec des haies ; cela même si elle se situe en bordure d'urbanisation.



Carte 6 : Réseau Natura 2000 local

2.2.4. Périmètres d'inventaires

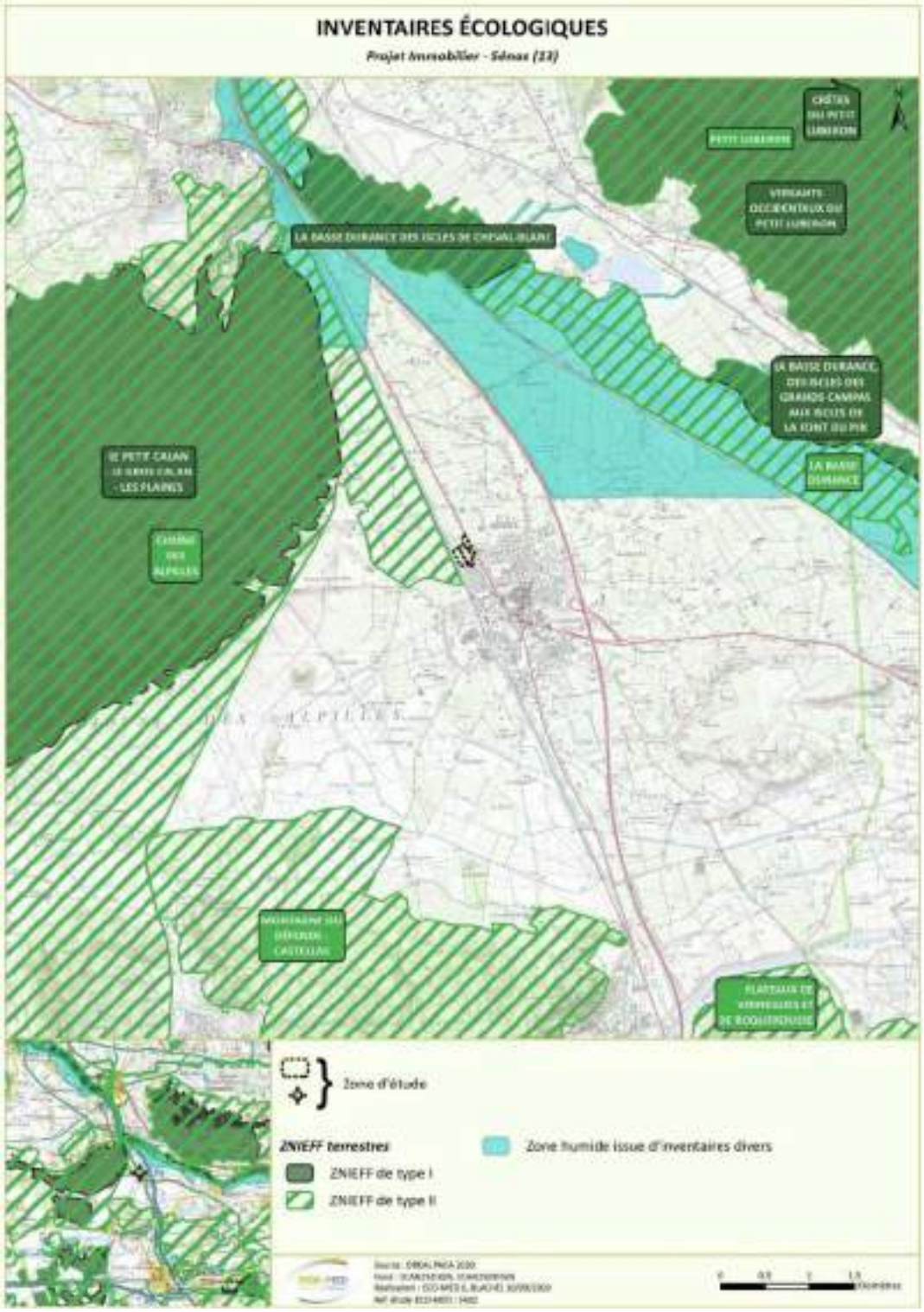
Les ZNIEFF sont des espaces répertoriés pour la richesse de leur patrimoine naturel. Il en existe deux types :

- Les **ZNIEFF de type I** : ensemble de quelques mètres carrés à quelques milliers d'hectares constitués d'espaces remarquables : présence d'espèces rares ou menacées, de milieux relictuels, de diversité d'écosystèmes.
- Les **ZNIEFF de type II** : ensemble pouvant atteindre quelques dizaines de milliers d'hectares correspondant à de grands ensembles naturels peu modifiés, riches de potentialités biologiques et présentant souvent un intérêt paysager.

L'inventaire des ZNIEFF a récemment été réactualisé. La cartographie ci-dessous intègre seulement ces données récentes de ZNIEFF dites de « 2ème génération ».

Tableau 5. Synthèse des zones d'inventaires

Type	Nom du site	Habitats / Espèce(s) déterminant(e)(s)	Distance avec le projet	Lien écologique
ZNIEFF de type I	N° 930020175 « Le petit Calan – Le gros Calan – Les Plaines »	2 habitats naturels 7 espèces végétales 1 espèce d'amphibien 1 espèce de reptile 2 espèces d'oiseaux	Collines à 2 km à l'ouest.	Faible (Séparés par la voie ferrée et la D569). La zone d'étude est en limite d'urbanisation malgré son caractère encore agricole
	N°930020480 « La Basse Durance des Iscles de Cheval-Blanc »	2 habitats naturels 3 espèces végétales 1 espèce d'insecte 2 espèces d'oiseaux 2 espèces de mammifères	3 km au nord	Faible (obstacles entre les 2 notamment A7 ; La zone d'étude est en limite d'urbanisation malgré son caractère encore agricole)
ZNIEFF de type II	N° 930012400 « Chaîne des Alpilles »	8 habitats naturels 38 espèces végétales 1 espèce d'amphibien 1 espèce de reptile 13 espèces d'oiseaux 6 espèces de mammifères	Accolés, PNR à l'ouest	Modéré (Séparés par la voie ferrée. La zone d'étude est en limite d'urbanisation malgré son caractère encore agricole)
	N° 930020485 « La Basse Durance »	8 habitats naturels 25 espèces végétales 9 espèces d'insectes 1 espèce de poisson 1 espèce d'amphibien 1 espèce de reptile 5 espèces de mammifères 10 espèces d'oiseaux	3 km à l'est	Faible (obstacles entre les 2 : voie ferrée, TGV, A7. La zone d'étude est en limite d'urbanisation malgré son caractère encore agricole)
Zone humide	Zone humide de la Basse Durance	Habitats et espèces des milieux humides	1,2 km à l'est	Modéré (Même types de milieux mais séparés par la D538, et l'A7)



Carte 7 : Zonages d'inventaires écologiques

2.2.5. Périmètres relatifs aux Plans Nationaux d'Actions

2.2.5.1. PNA Chiroptères (PNAC[1])

Ce plan d'action concerne l'ensemble du territoire français. Dans le cadre de la Stratégie Nationale pour la Biodiversité, le Ministère en charge de l'environnement a initié des plans nationaux d'actions en faveur des espèces menacées dont celui concernant les Chiroptères (PNAC). Ce troisième PNAC est mis en œuvre sur la période 2016-2025. L'objectif est la protection et la conservation des dix-neuf espèces dites prioritaires de chauves-souris sur l'ensemble du territoire français métropolitain. Dix actions ont été identifiées. Des déclinaisons régionales permettront d'adapter au mieux les actions aux contextes locaux, en faveur des espèces avec des enjeux forts pour la région.

La zone d'étude est donc concernée entièrement par ce plan d'actions.

2.2.5.2. PNA Aigle de Bonelli

La zone est située en partie dans un domaine vital lié Aux alpilles identifié dans le cadre du Plan National d'Actions « Aigle de Bonelli ».

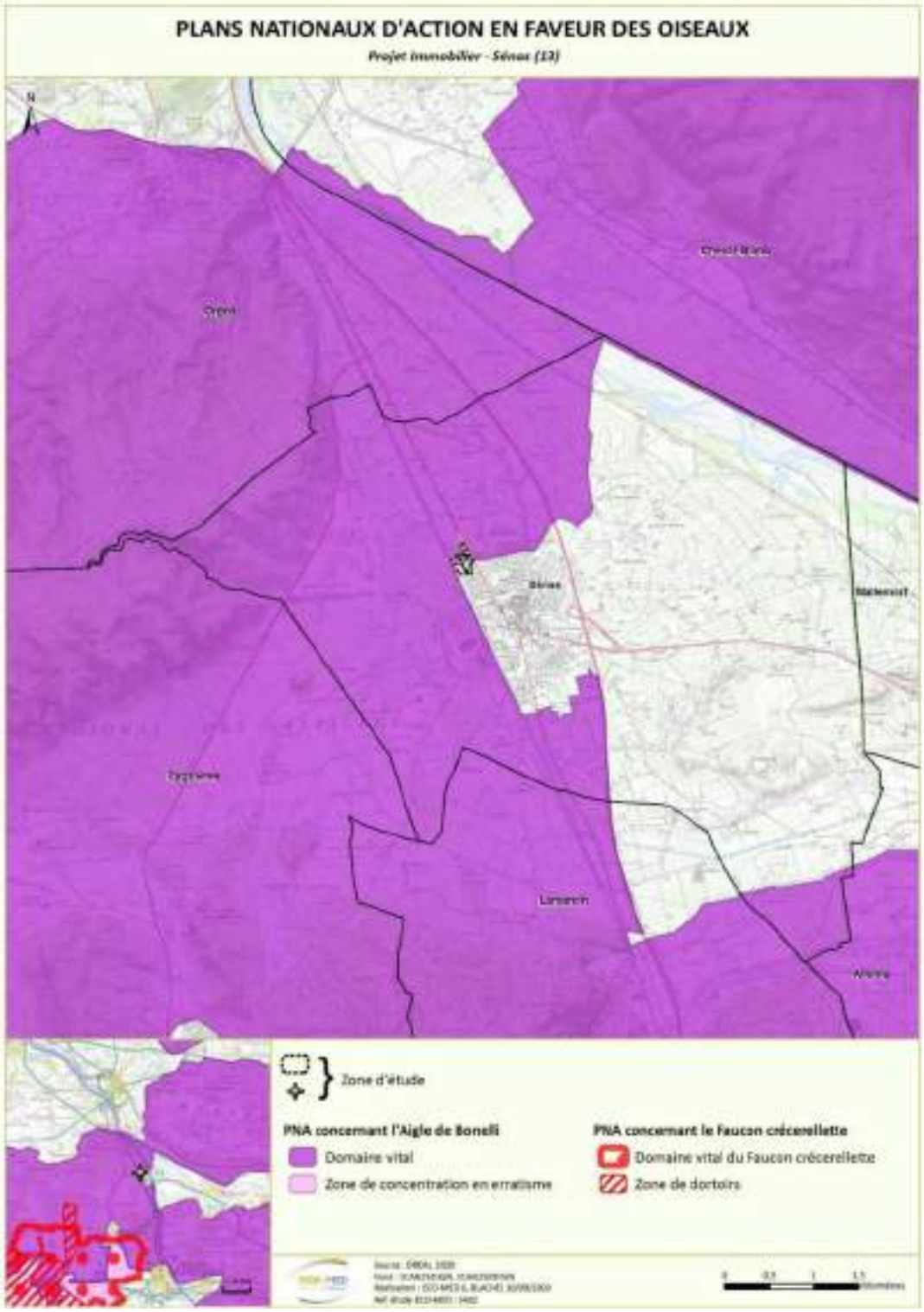
Depuis les années 1960-1970, l'Aigle de Bonelli a connu un déclin régulier en France, affectant principalement les départements marginaux de l'aire provençale, c'est-à-dire le Vaucluse, les Alpes-de-Haute-Provence, le Var et les Alpes-Maritimes. L'effectif français, estimé à 80 couples au début des années 1960, est tombé à 22 couples en 2002. Depuis, les effectifs nicheurs ont connu une très légère augmentation, passant à 29 couples en 2005 (ROCAMORA & YEATMAN-BERTHELOT, 1999 ; THIOLLAY, 2006 ; RIEGEL et al., 2006) mais accusant une légère récession dans les années 2006 et 2007, avec 26 couples nicheurs (RIEGEL et al., 2008). En 2015, la population nationale d'Aigle de Bonelli s'élève à 32 couples. Depuis les simples initiatives locales de conservation des années 1970 jusqu'aux deux derniers Plans nationaux d'actions (1999-2004, 2005-2009), la connaissance sur l'espèce s'est beaucoup améliorée, les actions de conservation et de lutte contre les menaces se sont structurées. Mais malgré ces efforts, l'espèce est encore aujourd'hui classée « en danger » selon la liste rouge nationale de l'UICN et son état de conservation très précaire en fait l'un des rapaces les plus menacés de France. Ainsi, un nouveau plan national d'actions pour la période 2014-2023 a été instauré afin de consolider la population actuelle et d'assurer sa pérennité.

L'enjeu de ce Plan est de consolider la population actuelle française d'Aigle de Bonelli et d'assurer sa pérennité. Les efforts du PNA seront orientés sur la réduction des menaces et la préservation des habitats avec un effort particulier dans les sites vacants, seuls espaces à même de permettre un développement futur de la population d'Aigle de Bonelli.

Pour cela, sept objectifs, déclinés en 27 actions, ont été fixés :

1. réduire et prévenir les facteurs de mortalité d'origine anthropique ;
2. préserver, restaurer et améliorer l'habitat ;
3. organiser la surveillance et diminuer les sources de dérangements ;
4. améliorer les connaissances pour mieux gérer et mieux préserver l'Aigle de Bonelli ;
5. favoriser la prise en compte du Plan dans les politiques publiques ;
6. faire connaître l'espèce et le patrimoine local remarquable ;
7. coordonner les actions et favoriser la coopération internationale.

[1] https://plan-actions-chiropteres.fr/sites/default/files/fichiers/plaquette_pna_chiropteres_2016-2025_fr.pdf



Carte 8 : Plans Nationaux d'Actions

2.2.6. Trame verte et bleue

La Trame verte et bleue (TVB) est un réseau formé de continuités écologiques terrestres et aquatiques identifiées par les schémas régionaux de cohérence écologique ainsi que par les documents de l'Etat, des collectivités territoriales et de leurs groupements. Elle constitue un outil d'aménagement durable du territoire.

La TVB contribue à l'état de conservation favorable des habitats naturels et des espèces et au bon état écologique des masses d'eau. Elle s'étend jusqu'à la laisse de basse mer et dans les estuaires, à la limite transversale de la mer.

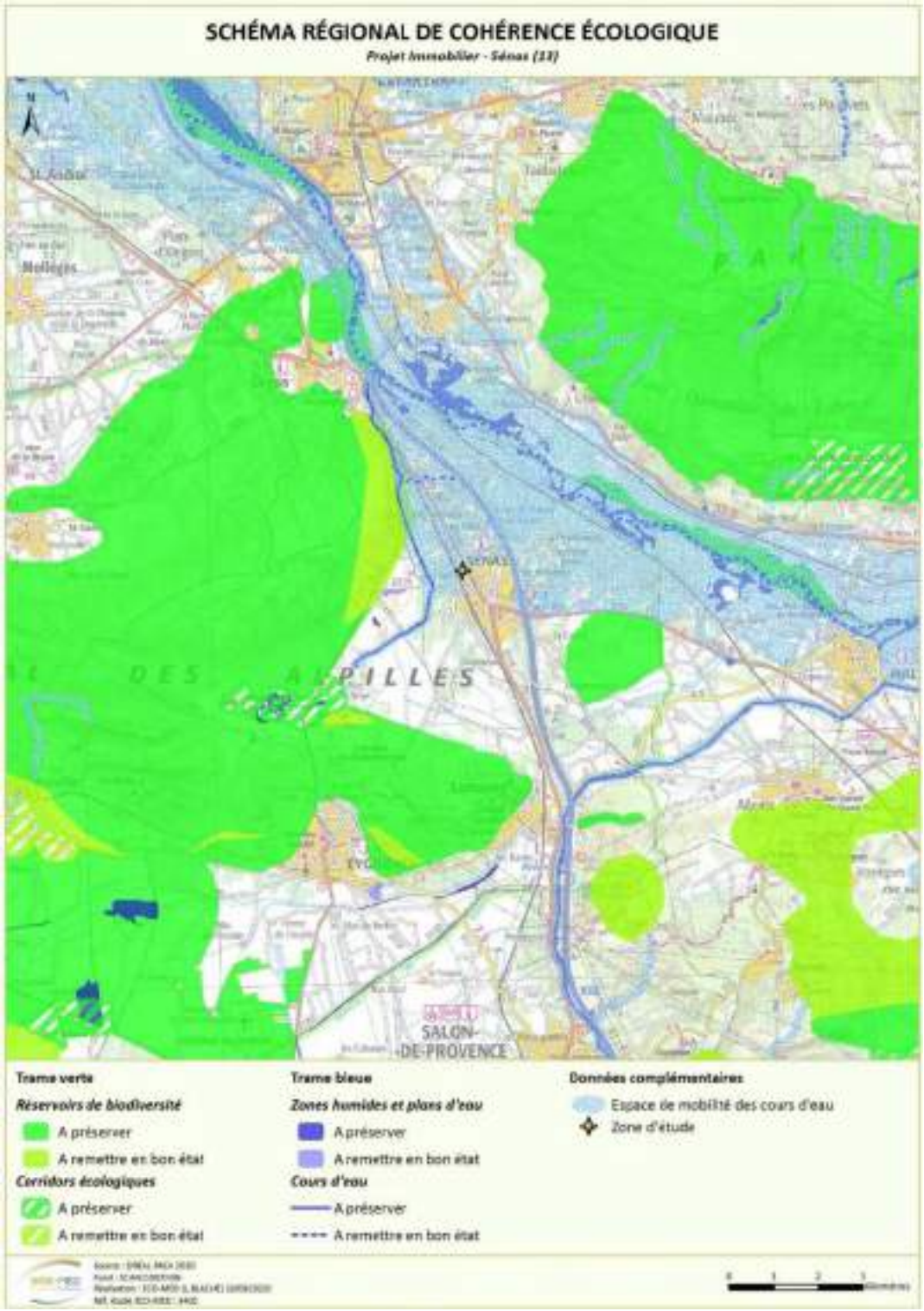
Les **continuités écologiques** constituant la TVB comprennent des **réservoirs de biodiversité** et des **corridors écologiques**.

La déclinaison régionale de la TVB est le Schéma Régional de Cohérence Ecologique (SRCE), document régional qui identifie les réservoirs de biodiversité et les corridors qui les relient entre eux. Ce nouvel outil d'aménagement co-piloté par l'Etat et la Région est réalisé en région PACA. La carte ci-après localise la zone d'étude au sein des éléments de la TVB régionale.

D'après la carte suivante, la zone d'étude ne se situe directement dans aucun élément du SRCE. Elle est toutefois située à proximité d'un espace de mobilité d'un cours d'eau, correspondant au cours du ruisseau du vallon des Valettes Déguiers, en contrebas de la zone d'étude, au sud-ouest.

A noter que la zone d'étude est située à proximité de l'espace de mobilité de la Durance.

Type	Nom du site	Distance avec le projet	Lien écologique
SRCE : Espace de mobilité des cours d'eau	Durance	A proximité	Faible
Cours d'eau du SRCE à préserver	Durance	1 km	Faible (séparés par l'autoroute)
Réservoir de biodiversité	Basse Provence calcaire	3 km	Faible



Carte 9 : Schéma Régional de Cohérence Ecologique

A RETENIR

Le projet est directement concerné par la ZPS Les Alpilles (accolés), le PNA aigle de Bonelli, l'espace de mobilité du cours d'eau La Durance (SRCE) et le PNR des Alpilles.

2.3. Personnes en charge de la mission et calendrier des prospections

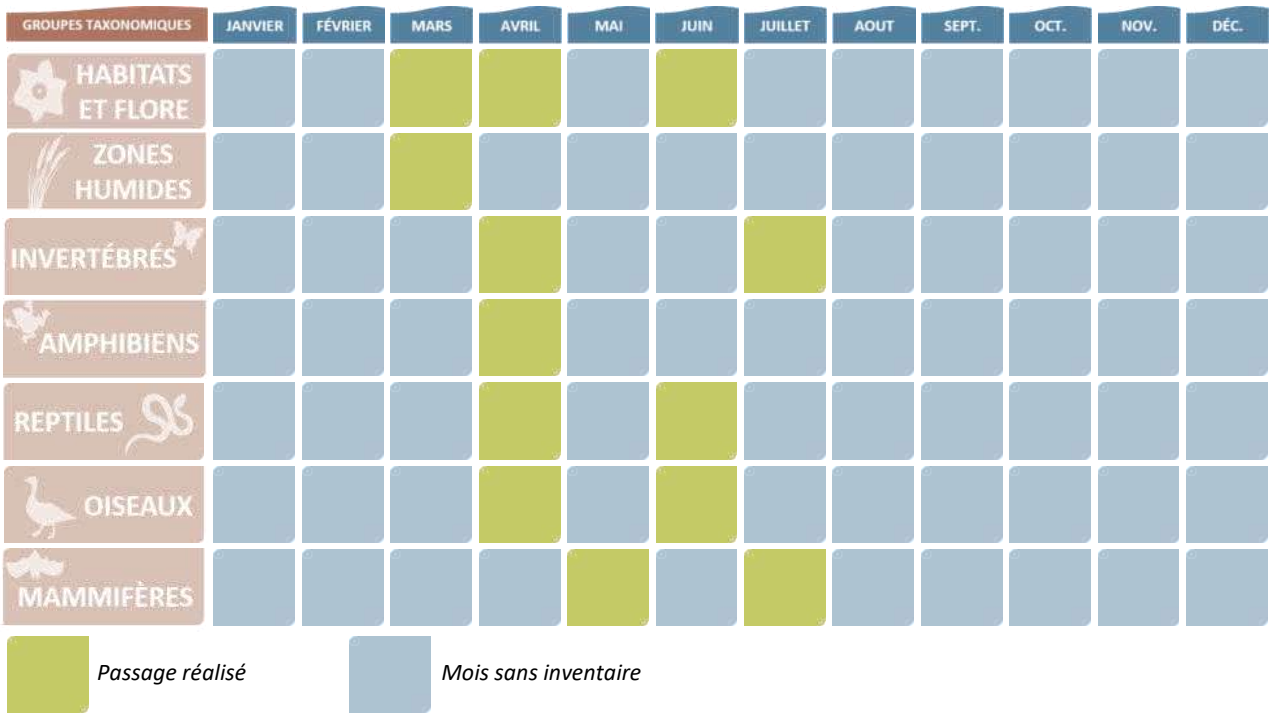
La qualification et les compétences des écologues d'ECO-MED étant intervenus lors de cette mission d'inventaires complémentaires sont présentées en annexe 2.

Tableau 6. Dates des prospections

Groupe étudié	Expert	Date des prospections	Nombre de passages	Terrain	Rédaction
Flore / Habitats naturels / Zones humides	Antoine VEIRMAN	25 mars 2020	1 passage diurne	X	X
	Solène LODOVICHETTI	23 mars 2023	1 passage diurne	X	X
Flore / Habitats naturels / Insectes	Léo NERY	17 avril 2020	1 passage diurne	X	X
	Jérôme VOLANT	23 juin 2020	1 passage diurne	X	X
Insectes	Marine PEZIN	2 avril 2020	1 passage diurne	X	-
	Julien FEUREAU	6 avril 2020	1 passage diurne	X	-
	Emma VALADAS	20 juillet 2020	1 passage diurne	X	X
Amphibiens / reptiles	Marine PEZIN	02 avril 2020 (D+N)	1 passage diurne 1 passage nocturne	X	X
	Marine PEZIN	02 avril 2020 (D)	1 passage diurne	X	X
	Bérénice GIVORD-COUPEAU	23 juin 2020 (D)	1 passage diurne	X	-
Oiseaux	Julien FLEUREAU	06 avril 2020 (D+N) 15 juin 2020 (D+N)	2 passages diurnes 2 passages nocturnes	X	X
Mammifères	Edouard RIBATTO	19 mai 2020 13 juillet 2020	2 passages diurnes 2 passages nocturnes	X	-
	Erwann THEPAUT	-	-	-	X

D : diurne / N : nocturne

Tableau 7. Synthèse des prospections



2.4. Méthodes d'inventaires de terrain

Les espèces présentant un enjeu local de conservation ont systématiquement fait l'objet d'une estimation du nombre d'individus (comptage, surface occupée) et de pointages GPS (Global Positioning System).

2.4.1. Prospections des habitats naturels et de la flore

Les experts en botanique ont effectué 3 passages dans la zone d'étude en 2020.

Cette zone a été parcourue selon un itinéraire orienté de façon à couvrir les différentes formations végétales rencontrées.

Les prospections ont été réalisées au printemps, et en début d'été, périodes favorables à l'observation d'un maximum d'espèces de plantes vasculaires. La période de passage a permis d'inventorier les groupes d'espèces vivaces, les espèces annuelles et bulbeuses à floraison printanière et les espèces à floraison estivale mais elle n'a pas permis d'inventorier les espèces à floraison précoce, tardi-estivale et automnale.

Ces inventaires de terrain ont été plus particulièrement ciblés sur les zones à enjeux floristiques potentiels (notamment à partir de la bibliographie) afin de repérer d'éventuelles espèces protégées et/ou à fort enjeu local de conservation.

Les espèces végétales exotiques envahissantes (EVEE) ont également été observées et relevées. L'outil du CBN méditerranéen concernant la liste des EVEE en PACA a permis de définir ces espèces et leur catégorie.

La caractérisation des habitats naturels a été réalisée en même temps que les inventaires floristiques. Deux outils ont aidé à délimiter les habitats ainsi définis : la carte topographique, la photographie aérienne de la zone d'étude.

La liste des espèces relevées figure en **Annexe 3** du rapport.

2.4.2. Caractérisation et délimitation des zones humides

Le travail d'ECO-MED s'est basé sur l'analyse de la base de données d'ECO-MED, la bibliographie existante, et sur les relevés effectués sur le terrain par un expert botaniste spécialisé dans la caractérisation des zones humides.

La prospection de terrain effectuée le 25 mars 2020 avait pour but de repérer et de délimiter les éventuelles zones humides existantes selon les recommandations décrites dans l'arrêté du 24 juin 2008, modifiées par l'arrêté du 1er octobre 2009 précisant les critères de définition et de délimitation des zones humides en application des articles L. 214-7-1 et R. 211-108 du Code de l'Environnement. La promulgation de la loi n°2019-773 du 26 juillet 2019 a confirmé cette définition, retenant les **critères alternatifs** de végétation et de pédologie (l'un ou l'autre suffit pour définir une zone humide).

■ **Délimitation des zones humides au regard du critère de végétation**

L'expert botaniste a procédé à la caractérisation des habitats selon les terminologies typologiques de référence actuellement en vigueur (typologies CORINE Biotopes et EUNIS pour les habitats). En fonction des codes attribués, il a été possible de déterminer la présence d'un ou plusieurs habitats naturels caractéristiques des zones humides listés dans l'arrêté du 24 juin 2008 (table B).

- Si l'habitat est coté « H. » dans la liste, alors il est systématiquement considéré comme caractéristique des zones humides.
- Si l'habitat est coté « p. » ou ne figure pas dans la liste et si cet habitat présente un pourcentage de recouvrement d'espèces indicatrices de zone humide inférieur à 50%, alors il n'est pas possible de conclure sur la nature humide de l'habitat, une expertise des sols est donc nécessaire pour statuer sur le caractère humide.

■ **Délimitation des zones humides au regard du critère pédologique**

Les sondages pédologiques ont été réalisés avec une tarière à main de 1,2 m de longueur et de 7 cm de diamètre.

L'examen de chaque sondage pédologique vise à vérifier la présence :

- d'horizons histiques (ou tourbeux) débutant à moins de 50 cm de la surface du sol et d'une épaisseur d'au moins 50 cm ;
- de traits réductiques débutant à moins de 50 cm de la surface du sol ;
- de traits rédoxiques débutant à moins de 50 cm de la surface du sol et se prolongeant ou s'intensifiant en profondeur.

Les sondages ont été réalisés dans un premier temps, dans les zones basses, à faible pente et à proximité des secteurs en eau, davantage favorables aux traits d'hydromorphie que les autres zones. L'examen du sol a été effectué ensuite, si nécessaire, à l'aide de sondages positionnés de part et d'autre de la frontière supposée de la zone humide ou de la partie de la zone humide concernée par le projet en suivant des transects perpendiculaires à cette frontière. La répartition, la localisation précise ainsi que le nombre de sondages ont été définis en fonction de la taille et de l'hétérogénéité du site, avec *a minima* un sondage par secteur homogène du point de vue des conditions du milieu naturel (conditions mésologiques).

■ **Délimitation finale des zones humides**

Conformément à la réglementation en vigueur, la délimitation finale des zones humides a été basée sur les critères de l'Arrêté du 24 juin 2008 modifié le 1er octobre 2009. Afin d'établir une cartographie des zones humides, les résultats de la délimitation de la zone humide au regard du critère « végétation » ainsi que ceux définis au regard du critère « pédologique » ont été superposés, en suivant la cote hydrologique pertinente (cote de crue ou le niveau de nappe phréatique ou de marée le plus élevé) ou la courbe topographique correspondante.

La zone humide, en application des arrêtés de 2008 et de 2009, correspond à la couverture la plus large constituée par l'un des deux (ou les deux à la fois s'ils se superposent) critères analysés.

Carte 10 : Localisation des sondages pédologiques

2.4.3. Prospections de la faune

■ **Invertébrés**

Trois passages ont été réalisés entre avril et juillet 2020. Les prospections se sont déroulées de la manière suivante :

- La recherche et l'identification des insectes à vue en prospectant les différents types de milieux et d'habitats des zones d'étude ;
- si nécessaire, la capture à l'aide d'un filet à papillon et l'identification en main ;
- le fauchage des hautes herbes à l'aide d'un filet ;
- la recherche sous les pierres, troncs et autres artéfacts jonchant le sol.

Notons également que les deux passages printaniers ont spécifiquement ciblé la recherche de la Diane (papillon), principal enjeu entomologique attendu sur la zone d 'étude.

Tableau 8. Conditions météorologiques des prospections dédiées aux invertébrés

Date de prospection	Température moyenne	Vent moyen	Couvert nuageux	Précipitations	Bilan
2 avril 2020	15°C	Nul	Quelques nuages	Absentes	Conditions météorologiques moyennement favorables
6 avril 2020	20°C	Faible	Nul		Conditions météorologiques favorables
20 juillet 2020	33°C				

La liste des espèces relevées figure en **Annexe 4** du rapport.

■ **Amphibiens**

En premier lieu, une phase préliminaire d'analyse fonctionnelle des habitats de la zone d'étude (analyses SIG) a été effectuée afin d'orienter les prospections (recherche de zones humides principalement et des zones refuges périphériques que pourraient exploiter les amphibiens). Puis, la recherche des amphibiens a été réalisée selon plusieurs modes opératoires complémentaires :

- la recherche directe dans l'eau à l'aide de lampes torche forte puissance pour identifier à vue les individus reproducteurs et/ou leurs pontes. Elle a été appuyée par une recherche d'individus en déplacement sur les routes et chemins ;
- l'application de plusieurs points d'écoute nocturnes à proximité des points d'eau ;
- l'épuisettage de larves et/ou têtards, identification et relâché immédiat dans les points d'eau rencontrés. Cette méthode a été utilisée notamment dans les bassins et mares peu accessibles ou lorsque l'eau était trouble ;
- la recherche des individus matures, immatures et imagos en phase terrestre dans les habitats végétalisés et/ou rupestres ;
- enfin, une recherche d'indices de présence sur les axes routiers principaux ou secondaires (individus écrasés lors de leurs déplacements nocturnes).

La période de passage a été optimale puisque réalisée en pleine période de reproduction des amphibiens et sous des conditions météorologiques favorables.

Tableau 9. Conditions météorologiques des prospections dédiées aux amphibiens

Date de prospection	Température moyenne	Vent moyen	Couvert nuageux	Précipitations	Taux d'hygrométrie atmosphérique	Bilan
02 avril 2020	15°C (Jour) 8°C (Nuit)	Nul	Quelques nuages	Absentes	75% (N)	Conditions météorologiques très favorables

La liste des espèces relevées figure en **Annexe 5** du rapport.

■ **Reptiles**

En premier lieu, une phase préliminaire d'analyse fonctionnelle des habitats de la zone d'étude (analyse par photographie aérienne) a été effectuée afin d'orienter les prospections : recherche de zones refuges favorables aux mœurs des reptiles tels que les habitats rupestres ou humides, les lisières, les haies, les talus.

L'inventaire des reptiles est ensuite réalisé selon trois modes opératoires complémentaires :

- la recherche à vue, où prospection qualifiée de semi-aléatoire, s'opérant discrètement au niveau des zones les plus susceptibles d'abriter des reptiles en insolation (lisières, bordures de pistes, talus, pierriers, murets,
- etc.). Cette dernière est systématiquement accompagnée d'une recherche à vue dite « à distance » où l'utilisation des jumelles s'avère indispensable pour détecter certaines espèces farouches telles que les couleuvres.
- la recherche d'individus directement dans leurs gîtes permanents ou temporaires, en soulevant délicatement les blocs rocheux, souches, débris, etc., et en regardant dans les anfractuosités.
- la recherche minutieuse d'indices de présence tels que les traces (mues, fèces) au niveau des gîtes, ou les individus écrasés sur les axes routiers principaux ou secondaires.

Les périodes de passage ont été optimales pour la recherche des reptiles puisqu'elles ont été réalisées en pleine période de reproduction et sous de bonnes conditions météorologiques.

Tableau 10. Conditions météorologiques des prospections dédiées aux reptiles

Date de prospection	Température moyenne	Vent moyen	Couvert nuageux	Précipitations	Bilan
02 avril 2020	15°C	Nul	Quelques nuages	Absentes	Conditions météorologiques favorables
23 juin 2020	26°C	Faible	Nul	Absentes	

La liste des espèces relevées figure en **Annexe 6** du rapport.

■ **Oiseaux**

Chaque entité éco-physionomique de la zone d'étude a été parcourue à la recherche de contacts auditifs et/ou visuels (ex : individus, plumées, chants, cris, nids, *etc.*). Afin de maximiser ces contacts et de compenser la faible détectabilité de certaines espèces, des points d'arrêt ont été régulièrement réalisés au fil du cheminement. Une attention particulière a été portée aux habitats les plus favorables à une avifaune patrimoniale représentative de ce secteur géographique, notamment au sein des prairies bocagères et des linéaires boisés.

Au cours du printemps et de l'été 2020 deux passages ont été réalisés, chaque passage correspondant à un inventaire des oiseaux diurnes et nocturnes. Afin de tendre au plus vers l'exhaustivité de l'inventaire du cortège d'oiseaux nicheurs, 2 passages sont nécessaires l'un avant le 15 mai et un autre après cette date, les passages ont été réalisés le 06 avril et le 15 juin. On peut donc considérer que l'effort de prospection a été suffisant pour évaluer les enjeux de la zone d'étude de façon satisfaisante.

Les prospections diurnes ont débuté durant la matinée, période de forte activité vocale pour la majorité des passereaux (BLONDEL, 1975). Durant ces prospections, tous les contacts sonores et visuels ont été pris en compte et le comportement de chaque oiseau a été noté afin d'évaluer son statut biologique dans la zone d'étude. Ce comportement permet, selon une grille standardisée (*cf.* ci-après), d'évaluer la probabilité de nidification de chaque espèce rencontrée.

Nicheur possible
1. Espèce observée durant la saison de reproduction dans un habitat favorable à la nidification.
2. Mâle chanteur (ou cris de nidification) en période de reproduction.
Nicheur probable
3. Couple observé dans un habitat favorable durant la saison de reproduction.
4. Territoire permanent présumé en fonction de l'observation de comportements territoriaux ou de l'observation à huit jours d'intervalle au moins d'un individu au même endroit.
5. Parades nuptiales.
6. Fréquentation d'un site de nid potentiel.
7. Signes ou cris d'inquiétude d'un individu adulte.
8. Plaque incubatrice sur un oiseau tenu en main.
9. Construction d'un nid ou creusement d'une cavité.
Nicheur certain
10. Adulte feignant une blessure ou cherchant à détourner l'attention.
11. Nid utilisé récemment ou coquille vide (œuf pondu pendant l'enquête).
12. Jeunes fraîchement envolés (nidicoles) ou poussins (nidifuges).
13. Adulte entrant ou quittant un site de nid laissant supposer un nid occupé (incluant les nids situés trop haut ou les cavités et nichoirs dont le contenu n'a pas pu être examiné) ou adulte en train de couver.
14. Adulte transportant des sacs fécaux ou de la nourriture pour les jeunes.
15. Nid avec œuf(s).
16. Nid avec jeune(s) (vu ou entendu).
Codes comportementaux et statuts de reproduction définis d'après l'EOAC (European Ornithological Atlas Committee).

Tableau 11. Conditions météorologiques des prospections dédiées aux oiseaux

Date de prospection	Température moyenne	Vent moyen	Couvert nuageux	Précipitations	Bilan
06 avril 2020	20°C	Faible	Quelques nuages	Absente	Conditions météorologiques Favorables
06 avril 2020	24°C	Faible	Nul	Absente	

La liste des espèces relevées figure en **Annexe 7** du rapport.

■ **Mammifères**

Les prospections dédiées aux mammifères ont été réalisées après une analyse préliminaire de la physionomie des habitats de la zone d'étude, *via* photo-interprétation, croisée avec les sources bibliographiques disponibles, dans un large secteur englobant la zone d'étude. Ceci a permis d'orienter les prospections et de dresser une liste d'espèces à rechercher *in situ*.

Concernant les mammifères terrestres, les empreintes ou autres indices de présence (poils, fèces, pelotes de rejection, restes alimentaires, coulées, nids, terriers, etc.) ont été systématiquement géoréférencés, décrits, et, si nécessaire, prélevés.

Le volet relatif aux chiroptères (chauves-souris) a été approfondi.

L'étude des chiroptères s'est articulée selon plusieurs axes :

- Une **approche bibliographique** a été effectuée concernant les espèces de chauves-souris présentes localement permettant une identification des enjeux aux abords de la zone d'étude du projet. Pour cela, une recherche à partir des différents périmètres à statut (Znieff, Natura 2000, etc.) a été réalisée en parallèle afin d'avoir une vision approfondie du contexte chiroptérologique local ;

- **la recherche de gîtes et la caractérisation des habitats**, qui permettent d'estimer le type de fréquentation de la zone d'étude par les chiroptères et de raisonner en termes de fonctionnalités. Ces prospections se sont étendues sur les arbres gîtes potentiels, les cavités souterraines et bâtis accessibles dans un périmètre élargi ;
- **les sessions d'écoutes au sol**, réalisées au sein de la zone d'étude à l'aide d'un détecteur d'ultrasons (Pettersson D240X™ couplé à un enregistreur numérique Zoom H2™), ont permis, après analyse des enregistrements, d'identifier des espèces de chiroptères présentes en chasse ou en transit dans la zone d'étude. Deux techniques ont été utilisées pour cet inventaire acoustique : les points d'écoutes et les transects (trajet prédéfini reliant deux points d'écoute). Les écoutes débutent peu avant la tombée de la nuit et s'étalent sur une durée d'environ 3 à 4 heures (période d'activité la plus importante).

  Parallèlement, la pose de détecteurs passifs à enregistrement continu, de type SM2BAT ou SM4BAT™ (Wildlife acoustics) a fourni une estimation quantitative de la fréquentation de la zone par les chiroptères, ainsi qu'un complément concernant les espèces recensées.

Les ultrasons enregistrés lors des nuits de prospection ont ensuite été analysés et déterminés (lorsque cela était possible) grâce aux logiciels : BatSound 4.4 (Pettersson electronics et acoustics AB™) Sonochiro©,

Tableau 12. Conditions météorologiques des prospections dédiées aux mammifères

Date de prospection	Température moyenne	Vent moyen	Couvert nuageux	Précipitations	Bilan
19 mai 2020	25°C	Moyen	Nul	Absente	Conditions météorologiques favorables
13 juillet 2020	26°C	Faible	Nul	Absente	

La liste des espèces relevées figure en **Annexe 8** du rapport.

2.5. Difficultés rencontrées

Lors du passage de l'expert « zones humides », le 25 mars 2020, un chantier de démolition était en cours dans la partie au nord-est de la zone d'étude. Ce secteur n'a donc pas pu être prospecté et n'a également pas pu faire l'objet de l'expertise pédologique préconisé sur les habitats cotés « p ». Cependant au regard des autres sondages pédologiques réalisés sur la zone d'étude, la probabilité de rencontrer des sols caractéristiques de zones humides dans ce secteur a été jugée nulle.

Les principales limites techniques et scientifiques inhérentes à l'étude de la biodiversité sont exposées **Annexe 9** du rapport.

2.6. Espèces fortement potentielles

Sont également intégrées à la présente étude, les **espèces fortement potentielles** dans la zone d'étude (uniquement si elles constituent un enjeu zone d'étude très fort, fort ou modéré). La forte potentialité de présence d'une espèce est principalement justifiée par :

- la présence de l'habitat d'espèce ;
- l'observation de l'espèce à proximité de la zone d'étude (petite zone géographique) ;
- la zone d'étude figurant au sein ou en limite de l'aire de répartition de l'espèce ;
- les données bibliographiques récentes mentionnant l'espèce localement.

Une fois ces critères remplis, la potentialité de présence de l'espèce peut être confortée ou non par la période de prospection (date de passage) et la pression de prospection effectuée (se définit par le temps d'observation comparé à la surface de la zone d'étude).

Un passage à une période du calendrier écologique qui n'est pas optimale nous incitera à considérer l'espèce fortement potentielle alors qu'une pression de prospection adaptée, ciblée sur l'espèce sans résultat ne nous permettra pas de considérer cette dernière comme fortement potentielle.

2.7. Critères d'évaluation

Un certain nombre d'outils réglementaires ou scientifiques permet de hiérarchiser l'intérêt patrimonial des milieux et des espèces observés sur un secteur donné. Il devient alors possible, en utilisant des critères exclusivement biologiques, d'évaluer l'enjeu de conservation des espèces et des habitats, à une échelle donnée. Dans le présent rapport, les statuts réglementaires sont mentionnés dans les descriptions d'espèces et les tableaux récapitulatifs.

Tous les critères d'évaluation sont présentés en **annexe 1**. Parmi les outils réglementaires et scientifiques présentés figurent les suivants :

- directive « Habitats » ;
- directive « Oiseaux » ;
- protection nationale et/ou régionale et/ou départementale ;
- listes rouges ;
- livres rouges ;
- divers travaux concernant les espèces menacées ;
- convention de Berne ;
- convention de Bonn.

2.7.1. Evaluation de l'enjeu local de conservation

L'intérêt patrimonial d'une espèce est avant tout une définition unanime mais subjective. Elle peut s'exprimer comme « la perception que l'on a de l'espèce, et l'intérêt qu'elle constitue à nos yeux » (intérêt scientifique, historique, culturel, etc.).

Il y a ainsi autant de critères d'évaluation qu'il y a d'évaluateurs. C'est un concept défini indépendamment de critères scientifiques ou des statuts réglementaires de l'espèce considérée.

Les connaissances scientifiques limitées pour les espèces découvertes ou décrites récemment, l'absence de statut réglementaire, l'absence de liste rouge adaptée pour tous les groupes inventoriés, sont autant d'exemples qui illustrent la difficulté à laquelle est confronté l'expert lorsqu'il doit hiérarchiser les enjeux. De fait, la méthode de hiérarchisation présentée dans cette étude se base sur une notion plus objective, que celle relative à l'intérêt patrimonial : **l'enjeu local de conservation**.

L'enjeu local de conservation est la responsabilité assumée localement pour la conservation d'une espèce ou d'un habitat par rapport à une échelle biogéographique cohérente. Le terme « local » correspond ici à l'échelle géographique des petites régions naturelles d'environ 100 km² (comme le massif de la Sainte-Baume, le delta de Camargue, etc.).

La notion d'évaluation est définie uniquement sur la base de critères scientifiques tels que :

- les paramètres d'aire de répartition, d'affinité de la répartition, et de distribution ;
- la vulnérabilité biologique ;
- le statut biologique ;
- les menaces qui pèsent sur l'espèce considérée.

Cinq classes d'enjeu local de conservation peuvent ainsi être définies de façon usuelle, plus une sixième exceptionnelle :

Très fort	Fort	Modéré	Faible	Très faible	Nul*

** La classe « enjeu local de conservation nul » ne peut être utilisée que de façon exceptionnelle pour des espèces exogènes plantées ou échappées dont la conservation n'est aucunement justifiée (ex : Laurier rose, Barbe de Jupiter, etc.).*

Ainsi, les espèces sont présentées en fonction de leur enjeu de conservation local, dont les principaux éléments d'évaluation seront rappelés dans les monographies. De fait, il est évident que cette analyse conduit à mettre en évidence des espèces qui ne sont pas protégées par la loi. Inversement, des espèces protégées par la loi mais présentant un faible voire un très faible enjeu local de conservation (Lézard des murailles par exemple, ou Rougegorge familier) peuvent ne pas être détaillées.

2.7.2. Evaluation de l'importance de la zone d'étude pour la conservation de la population locale des espèces

Pour chaque espèce, l'importance de la zone d'étude a été évaluée de la façon suivante :

- **Très faible** = zone d'étude sans réel intérêt pour l'espèce (ex : survol occasionnel, habitat non privilégié, habitat bien représenté dans le secteur géographique) ;
- **Faible** = zone d'étude utilisée occasionnellement ou ne jouant pas un rôle important (ex : zone de transit et d'alimentation bien représentée dans le secteur géographique), ou zone où l'ensemble du cycle biologique de l'espèce considérée a lieu, mais l'espèce est très bien représentée au niveau local ;
- **Modérée** = zone d'étude où l'ensemble du cycle biologique de l'espèce considérée a lieu, la physionomie des habitats d'espèces est peu représentée au niveau local et la connexion avec d'autres populations connues reste faible ;
- **Forte** = zone d'étude essentielle au maintien de la population locale (ex : unique site de reproduction, zone principale d'alimentation, gîtes) ;
- **Très forte** = zone d'étude indispensable au maintien de la population régionale ou nationale.

2.7.3. Définition de l'enjeu zone d'étude

Dans l'état initial pour chaque espèce à l'analyse, l'enjeu local de conservation sera croisé à l'importance de la zone d'étude, afin d'évaluer l'enjeu de l'espèce pour la zone d'étude *sensu stricto*. Cet enjeu, appelé « enjeu zone d'étude » est donc calculé de la manière suivante :

Enjeu zone d'étude = enjeu local de conservation X importance de la zone d'étude

Cet « enjeu zone d'étude » sera présenté dans l'état initial dans les tableaux introductifs de synthèse relatifs à chaque compartiment biologique et repris pour la hiérarchisation des espèces.

Tableau 13. Matrice de calcul de l'Enjeu Zone d'Étude

ELC \ IZE	Nulle	Très faible	Faible	Modérée	Forte	Très forte
Nul	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul
Très faible	Nul	Très faible	Très faible	Très faible	Faible	Faible
Faible	Nul	Très faible	Faible	Faible	Modéré	Modéré
Modéré	Nul	Très faible	Faible	Modéré	Fort	Fort
Fort	Nul	Faible	Modéré	Fort	Fort	Très fort
Très fort	Nul	Faible	Modéré	Fort	Très fort	Très fort

PARTIE 2 : ETAT ACTUEL DE LA BIODIVERSITE

1. RESULTAT DES INVENTAIRES

Pour chaque compartiment de la biodiversité, les enjeux sont identifiés et hiérarchisés selon leur sensibilité au projet et leur importance pour le territoire.

Par souci de lisibilité, seules certaines espèces font l'objet d'une monographie détaillée, selon les critères sélectifs présentés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 14. Critères de prise en compte des espèces dans l'état initial

	Enjeu zone d'étude				
	Très fort	Fort	Modéré	Faible	Très faible
Présence avérée	oui	oui	oui	oui	non
Potentialité forte	oui	oui	oui	non	non

Oui : prise en compte dans l'état initial

Non : non prise en compte dans l'état initial

1.1. Description de la zone d'étude

La zone d'étude se situe sur la commune de Sénas (13). Elle se place dans un contexte agricole à l'étage méso-méditerranéen.

En matière de substratum géologique, le secteur d'étude de la commune de Sénas se situe dans des Alluvions récentes (Quaternaire) (Fz) d'après la carte géologique imprimée 1/50 000 (BRGM), zone en rouge sur la carte ci-dessous).

Carte géologique 1/50 000 vecteur imprimée (en rouge : zone d'étude)

Source : Infoterre/BRGM

La zone d'étude est composée de zones cultivées type verger, d'un terrain labouré et d'une culture d'asperges.

On y retrouve également des prairies améliorées en partie fauchées et zones en friches. Une maison et son jardin attenant y sont également présents ainsi qu'une zone rudérale et des chemins voire une aire de stationnement.

Enfin, on notera que la zone d'étude est entrecoupée ou bordée de haies.

Aperçus de la zone d'étude

Antoine VEIRMAN, le 25/03/2020, Léo NERY le 17/04/2020 et J. VOLANT, 23/06/2020, Sénas (13)

Les extraits du site Géoportail ci-dessous permettent de visualiser l'évolution de la zone d'étude et de ses abords au fil du temps. Cette analyse diachronique d'une partie de la zone d'étude, au niveau de la commune de Sénas entre 1953 et aujourd'hui (cf. ci-dessous), est indiquée ci-après : **on note une considérable progression de l'urbanisation et des activités industrielles dans le secteur**.

Cette approche temporelle est très importante car elle nous permet de déterminer les habitats dans une démarche évolutive, et non pas fixiste, et ainsi de mieux comprendre la mise en place de cette mosaïque de milieux, agricoles (prairies, vergers, friches et haies), industriels et naturels, et d'appréhender l'importance des actions anthropiques dans la gestion et l'évolution de l'écosystème.

En 1953, le secteur présentait une vaste plaine agricole au niveau de la zone d'étude et autour.

A l'heure actuelle, on constate dans le secteur que ces milieux ont régressés, en particulier au sud-est, du fait du développement de l'urbanisation et des infrastructures de transport.

On constate que l'occupation du sol au niveau de la zone d'étude est assez constante mais qu'elle a tout de même évolué avec la plantation d'un verger, l'installation d'un jardin avec une habitation et l'installation de quelques haies.

Vue aérienne actuelle 2017 (en rouge : zone d'étude)

Source : Géoportail

1.2. Habitats naturels

Cette partie concerne uniquement les enjeux liés aux habitats en tant que tels. Les aspects habitats d'espèces sont développés dans les parties relatives à chaque groupe biologique et en fin d'état initial (« Habitats d'espèces et fonctionnalités écologiques »).

Les habitats naturels décrits ci-dessous sont classés en fonction de leur représentation relative dans la zone d'étude ; le premier habitat caractérisé est celui qui a le recouvrement le plus important, le dernier ayant la superficie la plus restreinte. Leur localisation est précisée sur la carte ci-après.

Tableau 15. Présentation des habitats naturels

Illustration	Habitat naturel	Cortège végétal associé	Surface (ha)	Code CORINE Biotopes	Code EUNIS	EUR 28	Autres statuts	Etat de conservation	Enjeu Zone d'étude
	Friches	*Hordeum murinum, Cichorium intybus, Clinopodium nepeta, Avena barbata, Cota tinctoria, Equisetum ramosissimum, Elytrigia campestris, etc.*	0,37	-	I1.53	-	-	Défavorable inadéquat	Faible
	Prairie améliorée	*Arrhenatherum elatius, Poa trivialis, Bromus diandrus, Dactilis glomerata, Festuca arundinacea, Avena barbata, Bromus sterilis, etc.*	1,31	81.1	E2.61	-	-	Favorable	Faible
	Fourré	*Rubus ulmifolius, Cornus sanguinea, Crataegus monogyna, Pyracantha coccinea, etc.*	0,06	31.81	F3.11	-	-	Favorable	Faible

Illustration	Habitat naturel	Cortège végétal associé	Surface (ha)	Code CORINE Biotopes	Code EUNIS	EUR 28	Autres statuts	Etat de conservation	Enjeu Zone d'étude
	Haie arborée	*Populus alba, Polupus nigra, Cupressus sempervirens, Crataegus monogyna, Ulmus minor, etc.*	0,10	84.1	G5.1	-	-	Favorable	Faible
	Verger	*Cydonia oblonga*	0,74	83.15	G1.D4	-	-	Défavorable mauvais	Très faible
	Culture	*Asparagus sp.*	0,42	-	I1.22	-	-	Défavorable inadéquat	Très faible
	Terre labourée nue	-	0,19	-	I1.51	-	-	Défavorable inadéquat	Très faible

Illustration	Habitat naturel	Cortège végétal associé	Surface (ha)	Code CORINE Biotopes	Code EUNIS	EUR 28	Autres statuts	Etat de conservation	Enjeu Zone d'étude
	Zone rudérale	*Chenopodium album, Carduus pycnocephalus, Polygonum aviculare, Portulaca oleracea, etc.*	0,05	87.2	E5.13	-	-	Défavorable inadéquat	Très faible
	Haie ornementale	*Prunus laurocerasus, etc.*	0,11	-	FA.1	-	-	-	Très faible
	Jardin privatif	*Forsythia x intermedia, Prunus dulcis, Olea europaea, Iris germanica, Plantago lanceolata, etc.*	0,71	85.3	I2.2	-	-	-	Très faible
	Bati	-	0,04	-	J2.1	-	-	-	Nul
	Chemin, aire de stationnement	-	0,21	-	J4.2	-	-	-	Nul

Carte 11 : Habitats naturels – Classification EUNIS

1.3. Zones humides

1.1.1. Délimitation des zones humides au regard du critère de végétation

Les prospections réalisées dans la zone d'étude ont permis la caractérisation et la délimitation des zones humides éventuelles au regard du critère de la végétation, comme le stipule l'arrêté du 24 juin 2008 modifié par l'arrêté du 1er octobre 2009. Parmi les habitats naturels identifiés au sein de la zone d'étude, aucun habitat n'est côté « H » compte tenu de l'absence d'une végétation caractéristique des zones humides.

Cependant, 4 habitats côtés « p » ont été identifiés au sein de la zone d'étude :

- Zone rudérale (code EUNIS : E5.13, code CORINE : 87.2, ZH : « p ») ;
- Fourré (code EUNIS : F3.11, code CORINE : 31.81, ZH : « p ») ;
- Friche (code EUNIS : I1.53, code CORINE : 87.1, ZH : « p ») ;
- Terre labourée nue (code EUNIS : I1.51, code CORINE : 87, ZH : « p »).

Pour ces habitats, la végétation ne permet pas d'attester du caractère humide de ce dernier. L'expertise pédologique est donc nécessaire sur les habitats côtés « p » afin de statuer sur le caractère humide ou non défini selon la législation dans les secteurs où les espèces hygrophiles recouvrent une surface inférieure à 50 %.

Tableau 16. Délimitation des zones humides au regard du critère végétation

Zones humides au regard du critère végétation	*Surface (ha)*
Zones humides avérées (« H »)	0
Zones humides potentielles (« p »)	0,67

Au regard du critère de végétation, les zones humides délimitées selon l'arrêté du 24 juin 2008 modifié le 1er octobre 2009 présentent une superficie totale de 0 ha. En considérant également les habitats côtés « p » et devant faire l'objet d'une expertise complémentaire pédologique pour avérer leur caractère humide, cette surface au regard du critère végétation pourrait être portée à 0,67 ha.

Carte 12 : Physionomie des zones humides au regard du critère de végétation

1.1.2. Délimitation des zones humides au regard du critère pédologique

Afin de compléter la délimitation des zones humides, une expertise pédologique s'appuyant sur des critères hydrologiques et topographiques a été réalisée.

D'un point de vue géologique, la zone d'étude se trouve sur des alluvions fluviatiles récents du quaternaire de type sables, limons, graviers ou galets.

Des sondages ont été réalisés en tenant compte :

- des habitats cotés « p » ou d'autres habitats suscités, jugés potentiellement humides.
- de la topographie, c'est-à-dire les zones les plus basses, les faibles pentes ou la présence de cuvettes topographiques qui pourraient avoir une fonction de rétention des eaux.

Le 25 mars 2020, 6 sondages pédologiques ont été réalisés dans les secteurs les plus susceptibles de correspondre à une zone humide. Une deuxième visite sur la zone d'étude a eu lieu le 23 mars 2023 afin de réaliser l'expertise pédologique préconisée sur les habitats cotés « p », qui n'avait pas pu avoir lieu lors du premier passage de l'expert sur la zone en raison du chantier de démolition qui était en cours dans la partie au nord-est de la zone d'étude.

Au total 9 sondages pédologiques ont été réalisés sur la zone d'étude. Etant donné la géologie du substrat et les traces d'hydromorphie repérées, deux types de sol ont été identifié lors de la réalisation des sondages : le fluviosol et l'anthroposol (Baize & Girard, 1995 et 2008).

Fluviosol, non caractéristique de zones humides

Descriptif	Sols alluviaux fluviatiles, non ou peu évolués, relativement homogènes ou hétérogènes en fonction des éléments transportés par le cours d'eau, marqués par la présence d'une nappe phréatique alluviale ou temporaire à fortes oscillations, généralement inondables en période de crues.
Sondages concernés	S01 à S06, S08
Contexte	Sondage réalisé dans les secteurs agricoles (prairies, vergers) où la végétation ne peut permettre de statuer sur le caractère humide de la zone.
Descriptif du sondage	Solum de couleur marron clair à texture limoneuse sur l'ensemble des sondages. Les sondages S03 et S05 présente des traces d'oxydoréduction en profondeur apparaissant entre 90 et 100 cm. Aucune trace d'oxydoréduction n'a été observée sur les autres sondages. La nappe phréatique n'a pas été rencontrée lors de cette expertise
Habitats concernés	Verger, Jardin privatif, Prairie améliorée, Fourrés
Type de sol humide	Néant

Sondage n°8, Fluviosol, sondage négatif
S. LODOVICHETTI, 23/03/2023, Sénas (13)

Anthroposol, non caractéristique de zones humides

Descriptif	Sols fortement transformés par les activités humaines (apports répétés de matériaux allochtones, aménagement en terrasses, remblais), ou accumulation de matériaux artificiels sur au moins les 50 premiers centimètres, ou matériaux terreux déplacés. Ils se trouvent souvent en milieu urbain mais aussi, dans des conditions particulières, en milieu rural.
Sondages concernés	S07 et S09
Contexte	Sols rencontrés sur la partie la plus à l'Est de la zone d'étude, qui constitue une zone de remblais liée à d'anciennes constructions, où la végétation ne permettait pas de statuer sur le caractère humide de la zone.
Descriptif du sondage	Des traces de remblais (tuiles, sable, graviers) ont été observées durant la réalisation de ces sondages. En raison d'un sol fortement caillouteux, le sondage S09 a fait fait l'objet d'un refus de tarière. Aucune trace d'oxydoréduction n'a été observée dans les premiers 50 cm. La nappe phréatique n'a pas été rencontrée lors des sondages.
Habitats concernés	Friches, communautés rudérales des constructions rurales récemment abandonnées.
Type de sol humide	Néant

Sondage n°9, Anthroposol, sondage négatif

S. LODOVICHETTI, 23/03/2023, Sénas (13)

Selon les résultats des sondages réalisés et au regard des critères topographiques et hydrologiques, **aucune zone humide au regard du critère pédologique n'a été avérée dans la zone d'étude**. En effet, l'ensemble des sondages réalisés au sein de la zone d'étude présentaient des sols de type fluviosol et anthroposols, non caractéristiques de zones humides. Cependant, trois sondages (S03, S05 et S07) présentaient un horizon rédoxique de profondeur. La zone d'étude s'intégrant au sein de la plaine alluviale de la Durance, la présence de cet horizon laisse penser que ces parcelles peuvent être d'ancienne zone humide ayant été drainé dans un but agricole.

Au regard du critère pédologique, les zones humides, délimitées selon l'arrêté du 24 juin 2008 modifié le 1er octobre 2009, présentent une superficie totale de 0 ha.

Carte 13 : Résultats des sondages pédologiques

1.1.3. Délimitation finale des zones humides

L'expertise pédologique réalisée sur les habitats côté « p » n'a pas permis d'attester du caractère humide de ces habitats. En effet, les 6 sondages pédologiques effectués sur la zone d'étude présentaient des sols de type fluviosol, sols non caractéristiques de zones humides.

Lors des prospections de terrain, les habitats cotés « p » au nord-est de la zone d'étude n'ont pas pu être sujet à l'expertise pédologique étant donné qu'un chantier de démolition avait lieu dans ce secteur. De plus, l'habitat « terre labouré nue » n'a également pas pu faire l'objet de cette expertise étant donné que le propriaitaire n'a pas pu être contacté durant les prospections. Cependant, au regard des sondages pédologiques effectués dans la zone d'étude, la probabilité d'observer des sols hydromorphes dans ces secteurs non visités est jugée nulle.

En application des arrêtés de 2008 et 2009, une zone humide correspond à la couverture la plus large constituée par l'un des deux (ou les deux à la fois s'ils se superposent) critères analysés.

Ici, la surface de **zones humides** au regard des critères de la végétation et de la pédologie est finalement de **0 ha.**

Tableau 17. Délimitation finale des zones humides

Critères de délimitation des zones humides	Surface de zones humides (ha) dans la zone d'étude
Au regard du critère végétation (habitats côtés « H »)	0 ha
Au regard du critère de végétation (habitats côtés « H » + « p »)	0,67 ha
Au regard du critère pédologique	0 ha
Zones humides selon les arrêtés ministériels du 24 juin 2008 et du 1er octobre 2009 (végétation ou pédologie)	0 ha

Pour rappel, au titre de la Loi sur l'Eau et les Milieux Aquatiques (2006), les travaux de remblaiement, d'assèchement ou d'imperméabilisation de zone humide sont soumis à autorisation (pour les surfaces de zone humide supérieure à 1 ha) ou à déclaration (surface entre 1 000 m² et 1 ha) auprès du service instructeur (DDT) (art. R.214-1 du CE).

Les demandes d'autorisation ou de déclaration doivent prévoir des mesures correctives et compensatoires, si l'incidence n'a pas pu être évitée. Sur le territoire Rhône-Méditérranée, pour tout projet qui conduit à la disparition d'une surface de zones humides ou à l'altération de leur biodiversité, la surface de zone humide doit faire l'objet d'une compensation (remise en état ou création de zone humide équivalente sur le plan fonctionnel et de la biodiversité) **à hauteur d'une valeur guide de 200% de la surface perdue** au titre de la disposition 6B-4 du Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) (2016-2021).

1.4. Flore

Une liste floristique de 97 espèces avérées a été dressée, et présentée en **Annexe 3**.

1.4.1. Espèces à enjeu zone d'étude faible à très fort

Aucune espèce à enjeu zone d'étude faible à très fort n'est avérée ni n'est jugée potentielle dans la zone d'étude.

1.4.2. Espèces non contactées malgré des prospections ciblées

L'Orchis à odeur de vanille (*Anacamptis fragrans*), le Liseron rayé (*Convolvulus lineatus*), l'Ophrys de Provence (*Ophrys provincialis*), La Lâche faux-souchet (*Carex pseudocyperus*), l'Ophrys miroir (Ophrys speculum), l'Anémone couronnée (*Anemone coronaria*), la Gagée des champs (*Gagea villosa*), etc. étaient jugés fortement potentiels dans la zone d'étude en raison de la présence de données dans le secteur (source : SILENE, CBN méditerranéen, BDD ECO-MED) et de milieux potentiellement favorables à leur présence. Toutefois, des prospections ont été réalisées à une période favorable à l'observation de ces espèces mais aucun individu n'a été observé. Par conséquent, ces espèces sont jugées non contactées malgré des prospections ciblées.

1.4.3. Espèces exotiques envahissantes

Plusieurs espèces végétales exotiques envahissantes ou potentiellement envahissantes ont été avérées au sein de la zone d'étude. Elles sont listées ci-dessous à titre indicatif.

Les catégories et statuts présentés dans le tableau ci-dessous sont issus de la « Liste des espèces végétales exotiques envahissantes et potentiellement envahissantes de Provence-Alpes-Côte d'Azur » (TERRIN E, DIADEMA K. et FORT N., 2014, annexe 10).

Tableau 18. Espèce végétale exotique envahissante

Famille	Nom du taxon	Nom(s) vernaculaire(s)	Statut	Statut	Statut	Statut
			PACA	LR	MED.	ALP.
Sapindaceae	Acer negundo L., 1753	Érable negundo, Érable frêne, Érable Négondo	Majeure	Majeure	Modérée	Alerte
Oleaceae	Ligustrum lucidum W.T.Aiton, 1810	Troène luisant	Modérée	Alerte	Modérée	Prévention
Oxalidaceae	Oxalis articulata Savigny, 1798	Oxalis articulé	Modérée		Modérée	Absente
Rosaceae	*Pyracantha coccinea M.Roem., 1847*	Buisson ardent	Modérée	Modérée	Modérée	Alerte
Poaceae	Sorghum halepense (L.) Pers., 1805	Sorgho d'Alep, Herbe de Cuba	Modérée	Modérée	Modérée	Modérée

N.B. : La Canne de Provence (*Arundo donax*), espèce particulièrement problématique dans la région, n'est pas listée par le CBN comme une EEE car il s'agit d'une archéophyte, c'est-à-dire d'une espèce ayant été introduite avant 1500.

Buisson ardent, Sorgho d'Alep, Canne de Provence

J. VOLANT, 23/06/2020, Sénas (13)

1.4.4. Bilan cartographique des enjeux relatifs à la flore

Carte 14 : Espèces exotiques envahissantes

1.5. Invertébrés

Une liste de 17 espèces avérées a été dressée, et présentée en **Annexe 4**. Ce résultat indique que la richesse entomologique est particulièrement faible sur la zone d'étude, mais représentative de l'homogénéité et de la nature anthropisée des milieux présents : zones rudérales, friches colonisées par des espèces exotiques envahissantes et jardins privés, dont la gestion est peu favorable à l'entomofaune.

2 espèces à enjeu zone d'étude notable sont cependant présentes sur la parcelle au nord du périmètre d'étude : la Diane, papillon protégé sur le territoire national, ainsi que la Decticelle des sables, sauterelle à enjeu zone d'étude faible.

Tableau 19. Espèces d'invertébrés avérées au sein de la zone d'étude

Espèce	Habitats d'espèce	Enjeu local de conservation	Importance de la zone d'étude	Enjeu zone d'étude
Diane *(Zerynthia polyxena)* *	Pelouses, garrigues, prairie humide	Modéré	Faible	Modéré
Decticelle des sables *(Platycleis sabulosa)*	Friches, substrats sablonneux	Faible	Faible	Faible

**Espèce protégée*

1.5.1. Espèces à enjeu zone d'étude fort à très fort

Aucune espèce d'insecte à enjeu zone d'étude fort à très fort n'a été avérée ou n'est jugée fortement potentielle dans la zone d'étude.

1.5.2. Espèces à enjeu zone d'étude modéré

■ **Espèce avérée**

Diane (*Zerynthia polyxena* Denis & Schiffermüller, 1775)

Protection	France	PN2		
Liste rouge	France	LC	PACA	LC
Autre(s) statut (s)	DH4 – BE2 – Remarquable ZNIEFF PACA			
Répartition mondiale	France à l'Asie mineure par le sud de l'Europe			
Répartition française	Bordure et arrière-pays méditerranéen ; Localisée mais assez abondante			
Habitats d'espèce, écologie	Prairies, pelouses, landes ouvertes, avec une préférence pour les endroits un peu humides (bordure de fossé, canaux, etc.) jusqu'à 1 500m ; Plante-hôte principale : *Aristolochia rotunda* mais aussi plus rarement *A. pistolochia, A. clematitis, A. pallida,* et *A. paucinervis*			
Menaces	Urbanisation			

S. MALATY, 22/04/2016, Sorgues (84)

Contexte local

Dans le secteur d'étude :

L'espèce est assez répandue dans le secteur d'étude. Elle est connue de la commune de Sénas et des communes alentours dont Cavaillon, Salon-de-Provence et Mallemort (Consultation INPN du 21/09/2020).

Dans la zone d'étude :

4 adultes et 1 œuf ont été recensés au nord du site d'étude, au niveau d'une friche qui abrite une quinzaine de pieds d'Aristoloche à feuilles ronde. Ces observations montrent qu'une petite population est implantée localement et qu'elle utilise en partie la zone d'étude pour se reproduire et s'alimenter.

Répartition française et abondance

Importance de la zone d'étude	Enjeu local de conservation
Modérée	**Modéré**

■ **Espèces fortement potentielles**

Aucune espèce d'insecte à enjeu zone d'étude modéré n'est jugée fortement potentielle dans la zone d'étude.

1.5.3. Espèces à enjeu zone d'étude faible

Une espèce d'insecte à enjeu zone d'étude faible a été avérée dans la zone d'étude.

Tableau 20. Invertébrés à enjeu zone d'étude faible

Photo	Nom de l'espèce	Importance de la zone d'étude pour la population locale	Statuts de protection	Liste rouge France	Liste rouge PACA	Commentaires
	Decticelle des sables (*Platycleis sabulosa*)	Faible	-	-	-	2 femelles ont été observées au nord de la zone d'étude. L'espèce est susceptible de réaliser l'ensemble de son cycle de vie au sein de la zone d'étude.

1.5.5. Bilan cartographique des enjeux relatifs aux invertébrés

Carte 15 : Enjeux relatifs aux invertébrés

1.6. Amphibiens

Une liste de 2 espèces avérées a été dressée et présentée en **Annexe 5**.

La zone d'étude, située en contexte périurbain, présente un intérêt limité pour la batrachofaune compte tenu de l'absence d'une grande diversité de milieux aquatiques favorables pour leur reproduction et de milieux terrestres fragmentés.

Les milieux aquatiques sont représentés par le Canal Septentrional des Alpilles et un fossé végétalisé. Le canal, au vu de sa profondeur, de l'absence de végétation et de ses berges abruptes et bétonnées, ne présente aucun intérêt pour la reproduction des amphibiens. En revanche, le fossé végétalisé est utilisé en période de reproduction par le Triton palmé et les haies le bordant peuvent lui faire office de gîte.

Aperçu du fossé végétalisé dans lequel des Tritons palmés ont été observés

Triton palmé dans le fossé végétalisé

Haie limitrophe au fossé constituant l'habitat terrestre du Triton palmé
M. PEZIN, 02/04/2020, Sénas (13)

Tableau 21. Espèces d'amphibiens avérées ou jugées fortement potentielles au sein de la zone d'étude

Espèce	Habitats d'espèce	Enjeu local de conservation	Importance de la zone d'étude	Enjeu zone d'étude
Triton palmé* (*Lissotriton helveticus*)	Habitat aquatique : fossé végétalisé Habitat terrestre : haies situées à proximité du fossé	Modéré	Faible	**Faible** (Cycle de vie incomplet dans la zone d'étude)
Rainette méridionale* (*Hyla meridionalis*)	Pas d'habitat aquatique identifié Habitats terrestres : haies, jardins	Faible	Très faible	**Très faible** (Cycle de vie incomplet dans la zone d'étude)

**Espèce protégée*

Espèce avérée	Espèce fortement potentielle

1.6.1. Espèces à enjeu zone d'étude modéré à très fort

Aucune espèce d'amphibien à enjeu zone d'étude modéré à très fort n'a été avérée ni n'est jugée fortement potentielle au sein de la zone d'étude.

1.6.2. Espèces avérées à enjeu zone d'étude faible

Une seule espèce à enjeu zone d'étude faible a été avérée et est présentée brièvement dans le tableau ci-dessous.

Tableau 22. Amphibiens à enjeu zone d'étude faible

Photo	Nom de l'espèce	Importance de la zone d'étude pour la population locale	Statuts de protection	Liste rouge France	Liste rouge PACA	Commentaires
	Triton palmé* (*Lissotriton helveticus*)	Faible	PN3, BE3	LC	NT	Deux individus adultes ont été observés dans le fossé végétalisé à l'ouest de la zone d'étude durant leur période de reproduction. Cet habitat est toutefois dégradé et peu accessible à l'espèce. En effet, seules les berges situées au nord ne sont pas abruptes et permettent aux individus d'effectuer leurs déplacements entre le milieu terrestre et le milieu aquatique. Les haies situées à proximité de ce fossé constituent les habitats terrestres du Triton palmé.

**Espèce protégée*

1.6.3. Espèces non contactées malgré des prospections ciblées

Aucune espèce d'amphibien n'entre dans cette catégorie pour cette zone d'étude, les milieux n'étant pas favorables aux espèces connues localement (Pélodyte ponctué, Crapaud calamite, Crapaud épineux).

1.6.4. Cas particuliers

- **Rainette méridionale (*Hyla meridionalis*) ; PN2, BE2, DH4**

Seul un contact auditif a été perçu à l'ouest du Canal, en bordure du Chemin Donne. La Rainette méridionale est une espèce très ubiquiste s'accommodant très bien des jardins pour sa phase terrestre. Le fossé végétalisé ne semble présenter aucun intérêt pour cette espèce vu qu'aucun individu ou indice de reproduction n'a été vu à l'intérieur. De ce fait, l'importance de la zone d'étude est qualifiée de très faible pour cette espèce, lui conférant ainsi un enjeu zone d'étude très faible malgré un enjeu local côté faible.

1.6.5. Bilan cartographique des enjeux relatifs aux amphibiens

Carte 17 : Enjeux relatifs aux amphibiens

1.7. Reptiles

Quatre espèces de reptiles ont été avérées au cours des prospections (liste présentée en **Annexe 66**). Il s'agit de la **Couleuvre d'Esculape**, de l'**Orvet fragile**, du **Lézard des murailles** et de la **Tarente de Maurétanie**.

La zone d'étude présente quelques faciès d'habitats favorables aux reptiles, notamment la friche située au nord-est bordée de haies et dont la strate herbacée dense est favorable à la présence de l'ensemble des espèces avérées ainsi que celle du Seps strié et de la Couleuvre de Montpellier (tous deux jugés fortement potentiels). Cette friche est parsemée de dépôts sous lesquels ont été observés l'Orvet fragile et le Lézard des murailles.

Les jardins privés situés dans la zone d'étude présentent également un intérêt pour l'herpétofaune en raison de la présence de haies et d'une strate herbacée gérée avec parcimonie permettant aux reptiles de disposer de leurs ressources alimentaires (insectes, micromammifères, oiseaux). Les bâtiments et leurs abords sont, quant à eux, fréquentés par le Lézard des murailles et la Tarente de Maurétanie. A l'inverse, les cultures présentent un intérêt très limité pour ce compartiment biologique (strate herbacée rase, absence de gîtes).

Dépôts faisant office de gîtes pour l'Orvet fragile et le Lézard des murailles
M. PEZIN, 02/04/2020, Sénas (13)

Aperçu de la friche située au nord-est de la zone d'étude
J. VOLANT, 23/06/2020, Sénas (13)

Orvet fragile sous plaque
M. PEZIN, 02/04/2020, Sénas (13)

Tableau 23. Espèces de reptiles avérées ou jugées fortement potentielles au sein de la zone d'étude

Espèce	Habitats d'espèce	Enjeu local de conservation	Importance de la zone d'étude	Enjeu zone d'étude
Couleuvre d'Esculape* (*Zamenis longissimus*)	Haies, jardins, friche	Modéré	Faible	Faible
Seps strié* (Chalcides striatus)	Friches au nord-est	Modéré	Faible	Faible
Lézard des murailles* (*Podarcis muralis*)	Haies, jardins, friches, murets	Faible	Faible	Faible
Orvet fragile* (*Anguis fragilis*)	Haies, friches	Faible	Faible	Faible
Tarente de Maurétanie* (*Tarentola mauritanica*)	Murets, façades des habitations, habitations	Faible	Faible	Faible
Couleuvre de Montpellier* (*Malpolon monspessulanus*)	Friches	Faible	Très faible	Très faible

**Espèce protégée*

Espèce avérée | **Espèce fortement potentielle**

1.7.1. Espèces à enjeu zone d'étude modéré à très fort

Aucune espèce de reptile à enjeu zone d'étude modéré à très fort n'a été avérée ni n'est jugée fortement potentielle au sein de la zone d'étude.

1.7.2. Espèces avérées à enjeu zone d'étude faible

Quatre espèces à enjeu zone d'étude faible ont été identifiées au sein de la zone d'étude et sont présentées brièvement dans le tableau ci-dessous.

Tableau 24. Reptiles à enjeu zone d'étude faible

Photo	Nom de l'espèce	Importance de la zone d'étude pour la population locale	Statuts de protection	Liste rouge France	Liste rouge PACA	Commentaires
	Couleuvre d'Esculape* (*Zamenis longissimus*)	Faible	PN2, BE2, DH4	LC	LC	Un individu adulte a été observé en thermorégulation en bordure de haie dans un des jardins privés. Cycle de vie potentiellement complet.
	Lézard des murailles* (*Podarcis muralis*)	Faible	PN2, BE2, DH4	LC	LC	Trois individus (dont un juvénile) ont été observés en thermorégulation en différents points de la zone d'étude. Cycle de vie complet.
	Orvet fragile* (*Anguis fragilis*)	Faible	PN3, BE3	LC	LC	Deux individus (un subadutle et un juvénile) ont été observés sous des déchets (tapis de voiture, planches) dans la friche du nord-est. Cycle de vie complet.

Photo	Nom de l'espèce	Importance de la zone d'étude pour la population locale	Statuts de protection	Liste rouge France	Liste rouge PACA	Commentaires
	Tarente de Maurétanie* (*Tarentola mauritanica*)	Faible	PN3, BE3	LC	LC	Deux individus ont été observés sur les pans de murs des habitations. Cycle de vie potentiellement complet.

**Espèce protégée*

1.7.3. Bilan cartographique des enjeux relatifs aux reptiles

Carte 18 : Enjeux relatifs aux reptiles

1.8. Oiseaux

Une liste de 36 espèces avérées a été dressée, et présentée en **Annexe 7**.

Les principaux cortèges représentés sont tout d'abord représenté par le cortège des oiseaux liés aux milieux bocagers composés de prairies et friches entrecoupées de haies, offrant des proies abondantes (Rollier d'Europe, Chevêche d'Athena, Huppe fasciée, Moineau friquet, Bruant zizi), ainsi que le cortège d'espèces des milieux péri-urbains (Choucas des tours, Hirondelles, Martinet noir, Moineau domestique, Pie bavarde etc.). On retrouve également un cortège bien présent d'oiseaux communs (Mésange bleue, Pinson des arbres, Chardonneret élégant, Rougegorge familier etc.) lié en grande partie à ce maillage de haies denses et âgées par endroit offrant des sites de nidifications propices.

La présence de prairies, friches ainsi que cette densité bocagère offrent de nombreux gîtes et proies à des espèces de rapaces diurnes et nocturnes observées au sein ou à proximité de la zone d'étude comme le Faucon crécerellette, le Faucon crécerelle, le Milan noir, l'Epervier d'Europe, la Cheveche d'Athena, le Petit-duc scops ou le Hibou moyen duc.

Tableau 25. Espèces d'oiseaux avérées ou jugées fortement potentielles au sein de la zone d'étude

Espèce	Habitats d'espèce	Enjeu local de conservation	Importance de la zone d'étude	Enjeu zone d'étude
Faucon crécerellette*	Milieux ouverts herbacés riches en insectes/Alimentation	Très fort	Faible	Modéré
Rollier d'Europe*	Milieux ouverts herbacés riches en insectes/Alimentation	Fort	Faible	Modéré
Petit-duc scops*	Arbre à cavité ou vieux arbres/ nidification Milieux ouverts herbacés riches en insectes/Alimentation	Modéré	Modérée	Modéré
Chevêche d'Athena*	Cavité au sein du bâti/Nidification Milieux ouverts herbacé /Alimentation	Modéré	Faible	Faible
Epervier d'Europe*	Linéaire et arbres isolés/ Alimentation	Faible	Faible	Faible
Faucon crécerelle*	Milieux ouverts /Alimentation	Faible	Faible	Faible
Hibou moyen-duc*	Alignement de vieux arbres/ Nidification	Faible	Faible	Faible
Huppe fasciée*	Milieux ouverts/ alimentation	Modéré	Faible	Faible
Hirondelle rustique*	Bâti/ Nidification Ensemble de la zone aérienne/ Alimentation	Faible	Faible	Faible
Milan noir*	Milieux ouverts/ Alimentation	Faible	Faible	Faible
Moineau friquet*	Cavité du bâti/ Nidification Milieux ouverts	Faible	Faible	Faible
Vautour percnoptère*	Cadavre et restes osseux / Alimentation	Très fort	Très faible	Faible
Cortège des oiseaux commun (Espèces nicheuses protégées)	Ensemble des milieux buissonnants, arborés de manière générale/Nidification	Très faible	Très faible	Très faible

**Espèce protégée*

Espèce avérée **Espèce fortement potentielle**

1.8.1. Espèces à enjeu zone d'étude très fort et fort

Aucune espèce à enjeu zone d'étude fort à très fort n'a été contactée ni n'est jugée potentielle sur la zone d'étude.

1.8.2. Espèces à enjeu zone d'étude modéré

■ **Espèces avérées**

Faucon crécerellette (*Falco naumanni* (Fleischer, 1818))

Protection	PN3	**UICN France**	VU
Autre(s) statut (s)	DO1, BE2, BO1, BO2		

Répartition mondiale	Nichant de l'Est de la Russie à la Péninsule Ibérique en passant par le bassin méditerranéen, cette espèce migratrice hiverne en Afrique de l'Ouest.
Répartition française	Localisé très ponctuellement sur la frange littorale méditerranéenne.
Habitats d'espèce, écologie	L'espèce est cavicole (falaises, bâtiments, nichoirs, tas de pierres. etc.). Elle se nourrit essentiellement d'invertébrés quelle recherche dans les milieux ouverts pourvus d'une végétation rase.
Menaces	Sensible à l'utilisation de produits phytosanitaires, il est par ailleurs, sujet à une forte pression de prédation pour les couples qui nichent proche du sol.

J.-M. SALLES, 11/05/2013, Crau (13)

Contexte local

Dans le secteur d'étude :

L'espèce ne se reproduit pas sur la commune et la population de Faucon crécerellette est cantonnée pour la région PACA sur la plaine de Crau.

Dans la zone d'étude :

Lors du passage le 15 juin 2020 un ou deux individus ont été observés en chasse en soirée sur la zone d'étude au sein des prairies et friches et en bordure du canal hors de la zone d'étude. La zone d'étude se situe à une vingtaine de kilomètres des premières colonies de nidification de la région PACA. Le ou les individus semblent être des oiseaux non reproducteurs en recherche alimentaire. La zone d'étude ne semble pas être une zone d'alimentation privilégiée pour l'espèce au regard de la distance qui la sépare des colonies Craviennes et à l'unique observation de cette espèce.

Aire de reproduction française

Importance de la zone d'étude	Enjeu local de conservation
Faible	**Très fort**

Rollier d'Europe (*Coracias garrulus* (Linné, 1758))

Protection	PN3	**UICN France**	NT
Autre(s) statut (s)	DO1, BE2, BO2		

Répartition mondiale	De répartition paléarctique, le Rollier d'Europe est un migrateur strict qui hiverne en Afrique.
Répartition française	Localisé essentiellement sur la frange littorale méditerranéenne.
Habitats d'espèce, écologie	Insectivore, il niche dans les cavités naturelles ou creusées par le Pic vert (*Picus viridis*), généralement dans de grands arbres.
Menaces	L'utilisation de produits phytosanitaires et la raréfaction des arbres creux qu'il utilise pour se reproduire.

S. CABOT, 10/05/2015, Istres (13)

Contexte local

Dans le secteur d'étude :

L'espèce est notée nicheuse certaine sur la commune de Sénas (Faune-PACA.org)

Dans la zone d'étude :

L'unique observation de l'espèce a été réalisée le 15 juin 2020 en survol de la zone d'étude. Un seul peuplier à cavité de pic semble favorable pour la nidification de l'espèce sur le côté ouest de la zone d'étude. Cependant l'espèce n'y a pas été observée et elle semble nicher en périphérie.

Cette observation au mois de juin semble indiquer un individu en transport de nourriture. L'ensemble des habitats ouverts de la zone d'étude peuvent être considérés comme favorables aux recherches alimentaires de l'espèce. Quelques individus de Rollier d'Europe ont été observés en migration active ainsi qu'en alimentation au sein de la zone d'étude. L'ensemble des milieux ouverts présents localement est susceptible de convenir aux recherches alimentaires de cette espèce macro-insectivore.

L'individu observé en survol dans la zone d'étude doit probablement se reproduire en périphérie de la zone d'étude.

Importance de la zone d'étude	Enjeu local de conservation
Faible	Fort

Aire de reproduction française

Petit-duc scops (*Otus scops* (Linnaeus, 1758))

Protection	PN3	**UICN France**	LC
Autre(s) statut (s)	EMR, BE2		

Répartition mondiale	Nicheur paléarctique, il hiverne en Afrique. Quelques populations isolées sont sédentaires.
Répartition française	Le Petit-duc scops est essentiellement présent dans la moitié sud de la France notamment sur le pourtour méditerranéen. Il devient rare au-dessus de la Loire.
Habitats d'espèce, écologie	Cavicole, il niche dans les cavités de grands ou vieux arbres. Insectivores, il recherche les zones ouvertes pour chasser.
Menaces	Les principales menaces sont la raréfaction des arbres creux et la baisse de la disponibilité alimentaire liée à l'utilisation des produits phytosanitaires.

M. LEPLEY, 08/08/2010, St-Martin de Crau (13)

Contexte local

Dans le secteur d'étude :

L'espèce est globalement bien représentée sur le secteur au sein duquel elle trouve les habitats propices à sa nidification. Elle est notée nicheuse certaine sur la commune de Sénas en 2019 (source : Faune-PACA.org)

Dans la zone d'étude :

À la suite des deux passages réalisés il semble qu'a minima un mâle chanteur se soit cantonné et probablement reproduit dans le secteur d'étude à environ 50 mètres au sein des platanes. Le premier passage du mois d'avril avait permis de contacter quatre mâles chanteurs pouvant à cette période être encore en passage migratoire.

Cette mosaïque d'habitats est favorable aux recherches alimentaires du Petit-duc scops mais également à sa nidification. En effet, une cavité découverte en bordure ouest au sein d'un peuplier correspond aux exigences écologiques de cette espèce cavicole.

L'espèce utilise donc la zone d'étude pour ses recherches alimentaires et peut potentiellement nicher au sein de la cavité arboricole.

Importance de la zone d'étude	Enjeu local de conservation
Modérée	Modéré

Aire de reproduction française

■ Espèces fortement potentielles

Aucune espèce à enjeu zone d'étude modéré n'est jugée potentielle au sein de la zone d'étude.

1.8.3. Espèces avérées à enjeu zone d'étude faible

Tableau 26. Oiseaux à enjeu zone d'étude faible

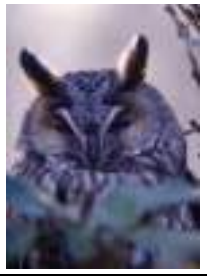
Photo	Nom de l'espèce	Importance de la zone d'étude pour la population locale	Statuts de protection	Liste rouge France	Liste rouge PACA	Commentaires
	Chevêche d'Athena* (*Athene noctua*)	Faible	PN3, BE2	LC	NT	Un mâle chanteur a été contacté en mai sur une maison abandonnée offrant un site idéal de nidification pour l'espèce en dehors de la ZE. Cependant l'espèce n'y a pas été recontactée au mois de juin. Elle y est jugée nicheuse possible et est susceptible de venir s'alimenter sur l'ensemble des habitats ouverts herbacés riches en insectes.
	Epervier d'Europe* (*Accipiter nisus*)	Faible	PN3, BO2, BE2	LC	LC	Un individu a été observé en vol hors zone d'étude au-dessus de l'agglomération. L'espèce peut utiliser les haies, verger et arbres isolés pour ses recherches alimentaires.
	Faucon crécerelle* (*Falco tinnunculus*)	Faible	PN3, BE2, BO2	NT	NT	Un individu a été observé en survol au mois de juin. L'ensemble des habitats ouverts de la zone d'étude sont favorables aux recherches alimentaires et l'espèce est nicheuse possible en dehors de la zone.
	**Hibou moyen-duc*** *(Asio otus)*	Faible	PN3, BE2	LC	LC	Deux contacts de l'espèce ont étéréalisés en avril. L'espèce se reproduit très probablement au sein des haies bien fournies qui entourent la zone d'étude. Les habitats de végétation rase constituent des zones de chasse favorables.
	Huppe fasciée* *(Upupa epops)*	Faible	PN3, BE3	LC	LC	L'espèce a été observée au sein de la zone d'étude. Cette dernière se reproduit probablement en dehors de la zone d'étude mais l'utilise ponctuellement pour ses recherches alimentaires.
	Hirondelle rustique* (*Hirundo rustica*)	Faible	PN3, BE2	NT	NT	Plusieurs individus sont présents en alimentation au sein de la zone d'étude et a minima un couple semble nicher dans le garage d'une propriété privé à environ 20 mètres de la zone d'étude.

Photo	Nom de l'espèce	Importance de la zone d'étude pour la population locale	Statuts de protection	Liste rouge France	Liste rouge PACA	Commentaires
	Milan noir* (*Milvus migrans*)	Faible	PN3, DO1, BO2, BE2	LC	LC	Un individu a été contacté en vol en dehors de la zone d'étude. L'espèce peut utiliser les zones ouvertes (prairie, friche) pour ses recherches alimentaires.
	Moineau friquet* *(Passer montanus)*	Faible	PN3, BE3	EN	EN	Une colonie de quelques couples (1-3) est installée dans un bâtiment type hangar à une dizaine de mètres de la zone d'étude qu'ils utilisent pour leurs recherches alimentaires.
	Vautour percnoptère* (*Neophron percnopterus*)	Très faible	PN3, DO1, BE2, BO2	EN	CR	Un individu à été observé en survol de la zone d'étude. La zone d'étude à une importance très faible pour l'espèce du fait de l'absence de proie pour cet oiseau nécrophage.

**Espèce protégée*

1.8.4. Bilan cartographique des enjeux relatifs aux oiseaux

Carte 19 : Enjeux relatifs aux oiseaux

1.9. Mammifères

Une liste de 16 espèces avérées a été dressée, et présentée en **Annexe 8**.

Parmi les espèces avérées, on retrouve 1 espèce à enjeux local de conservation (ELC) très fort, 2 espèces à ELC fort, 6 espèces à ELC modéré et 7 à ELC faible.

Au regard des données bibliographiques consultées pour le secteur géographique du projet, et des milieux présents dans la zone d'étude et à proximité, la présence de 5 espèces sera considérée comme potentielle. Parmi celles-ci on retrouve 1 espèce à ELC très fort,1 espèce à ELC fort et 3 espèces à ELC faible. Rappelons que les espèces potentielles dont l'ELC est inférieur à modéré ne seront pas prises en compte dans la suite du rapport.

Au final, 5 espèces se sont vues attribuer un enjeu zone d'étude (EZE) modéré et 16 une EZE faible. Le détail de cette évaluation est donné dans le tableau ci-dessous.

Tableau 27. Espèces de mammifères avérées ou jugées fortement potentielles au sein de la zone d'étude

Espèce	Habitats d'espèce	Enjeu local de conservation	Importance de la zone d'étude	Enjeu zone d'étude
Murin de Bechstein*	Milieux semi-ouverts ou forestiers lisières, cours d'eau : **alim./dépla.** **Gite arboricole**	Très fort	Faible	Modéré
Petit murin*	Milieux ouverts, semi-ouverts, lisières, cours d'eau : **alim./dépla.** **Gite cavernicole ou anthropique**	Fort	Faible	Modéré
Grand murin*	Milieux ouverts, semi-ouverts ou forestiers lisières, cours d'eau : **alim./dépla.** **Gite cavernicole ou anthropique**	Fort	Faible	Modéré
Minioptère de Schreibers*	Milieux ouverts, semi-ouverts, lisières, cours d'eau : **alim./dépla.** **Gite cavernicole**	Très fort	Faible	Modéré
Murin à oreilles échancrées*	Milieux semi-ouverts ou forestiers lisières, cours d'eau : **alim./dépla.** **Gite cavernicole ou anthropique**	Fort	Faible	Modéré
Murin cryptique*	Milieux ouverts, semi-ouverts ou forestiers lisières, cours d'eau : **alim./dépla.** **Gite arboricole ou anthropique**	Modéré	Faible	Faible
Molosse de Cestoni*	Tous les milieux : **alim./dépla.** **Gite rupestre**	Modéré	Faible	Faible
Noctule de Leisler*	Tous les milieux : **alim./dépla.** **Gite arboricole**	Modéré	Faible	Faible
Sérotine commune*	Tous les milieux : **alim./dépla.** **Gite anthropique**	Modéré	Faible	Faible
Pipistrelle pygmée*	Tous les milieux, généralement à proximité de zones humides: **alim./dépla.** **Gite arboricole ou anthropique**	Modéré	Faible	Faible
Pipistrelle de Nathusius*	Milieux forestiers, ouverts ou semi-ouverts, généralement à proximité de zones humides: **alim./dépla.** **Gite arboricole**	Modéré	Faible	Faible
Murin de Daubenton*	Milieux ouverts, semi-ouverts ou forestiers lisières, cours d'eau : **alim./dépla.** **Gite arboricole ou anthropique**	Faible	Faible	Faible
Oreillard gris*	Milieux ouverts, semi-ouverts, lisières, cours d'eau : **alim./dépla.** **Gite anthropique**	Faible	Faible	Faible
Pipistrelle commune*	Tous les milieux : **alim./dépla.** **Gite arboricole ou anthropique**	Faible	Faible	Faible
Pipistrelle de Kuhl*	Tous les milieux : **alim./dépla.** **Gite arboricole ou anthropique**	Faible	Faible	Faible
Vespère de Savi*	Tous les milieux : **alim./dépla.** **Gite rupestre**	Faible	Faible	Faible

Espèce	Habitats d'espèce	Enjeu local de conservation	Importance de la zone d'étude	Enjeu zone d'étude
Loir gris	Milieux semi-ouverts ou forestiers et lisières : **habitat d'espèce**	Faible	Faible	Faible
Hérisson d'Europe*	Milieux ouverts, semi-ouverts ou forestiers et lisières : **habitat d'espèce**	Faible	Faible	Faible
Ecureuil roux*	Milieux semi-ouverts ou forestiers, lisières : **alim./dépla.** **Gite arboricole**	Faible	Faible	Faible
Belette	Milieux ouverts, semi-ouverts ou forestiers et lisières : **habitat d'espèce**	Faible	Faible	Faible
Blaireau européen	Tous les milieux : **habitat d'espèce**	Faible	Faible	Faible

**Espèce protégée*

Espèce avérée	**Espèce fortement potentielle**

1.9.1. Données bibliographiques

Le tableau ci-dessous synthétise les données bibliographiques de présence de mammifères à proximité de la zone d'étude, pour les espèces à enjeu local de conservation (*a minima* faible) et/ou pour les espèces protégées et leur potentialité de présence au sein de la zone d'étude.

Tableau 28. Données bibliographiques relatives aux mammifères au niveau du secteur d'étude

Espèces	ZSC FR9301585 « Massif du Luberon »	ZSC FR9301589 « La Durance »	ZSC FR9301594 « Les Alpilles »	ZSC FR9301595 « Crau centrale - Crau sèche »	ZNIEFF 930012365 « Versants occidentaux du Petit Luberon »	Sur la commune de Sénas
Belette (*Mustela nivalis*)						**X (2019)**
Blaireau européen (*Meles meles*)						**X (2019)**
Loutre d'Europe (*Lutra lutra*)		**X** (Conc.)				
Loup gris (*Canis lupus*)		**X** (Conc.)				
Castor d'Europe (*Castor fiber*)		**X** (Séd. 200 ind.)				**X (2020)**
Ecureuil roux (*Sciurus vulgaris*)						**X (2020)**
Hérisson d'Europe (*Erinaceus europaeus*)						**X (2020)**
Minioptère de Schreibers (*Miniopterus schreibersii*)	**X** (Conc. 3000 ind.)	**X** (Conc.100-500 ind.)	**X** (Conc. 500 ind.,Hib.12000 ind.,Repro. 1000-2000 ind.)	**X** (Conc.)	**X**	
Murin de Capaccini (*Myotis capaccinii*)		**X** (Conc.,Repro. 40 ind.)	**X** (Conc.)	**X** (Conc.)		
Barbastelle d'Europe (*Barbastella barbastellus*)		**X** (Conc.)		**X** (Conc.)		
Murin à oreilles échancrées (*Myotis emarginatus*)	**X** (Conc.)	**X** (Conc.,Repro. 100-300 ind.)	**X** (Conc.,Hib.,Repro. 100-200 ind.)	**X** (Conc.)	**X**	
Petit rhinolophe (*Rhinolophus hipposideros*)	**X** (Conc.,Hib)	**X** (Conc.)	**X** (Conc.,Repro.)	**X** (Conc.)		
Grand rhinolophe (*Rhinolophus ferrumequinum*)	**X** (Conc.,Hib)	**X** (Conc.,Hib)	**X** (Conc.,Hib. 100 ind. Repro.)	**X** (Conc.)	**X**	
Rhinolophe euryale (*Rhinolophus euryale*)	**X**		**X** (Conc.,Repro.)			
Grand murin (*Myotis myotis)*	**X** (Conc.)	**X** (Conc.,Repro. 150 ind.)	**X** (Conc.,Hib.,Repro. 1000-2000 ind.)	**X** (Conc.)	**X**	

Espèces	ZSC FR9301585 « Massif du Luberon »	ZSC FR9301589 « La Durance »	ZSC FR9301594 « Les Alpilles »	ZSC FR9301595 « Crau centrale - Crau sèche »	ZNIEFF 930012365 « Versants occidentaux du Petit Luberon »	Sur la commune de Sénas
Petit murin (*Myotis blythii)*	**X** (Conc.)	**X** (Conc.,Repro. 150 ind.)	**X** (Conc.,Hib.,Repro. 1000-2000 ind.)	**X** (Conc.)	**X**	
Murin de Natterer (*Myotis nattereri)*	**X**			**X**		
Molosse de Cestoni (*Tadarida teniotis)*	**X**			**X**		
Murin de Daubenton (*Myotis daubentonii)*	**X**					
Noctule de Leisler (*Nyctalus leisleri*)	**X**			**X**		
Pipistrelle commune (*Pipistrellus pipistrellus*)	**X**			**X**		
Pipistrelle de Kuhl (*Pipistrellus kuhli*)	**X**			**X**		
Pipistrelle de Nathusius (*Pipistrellus nathusii*)				**X**		
Sérotine commune (*Eptesicus serotinus*)	**X**			**X**		
Vespère de Savi (*Hypsugo savii*)	**X**			**X**		
Oreillard gris (*Plecotus austriacus*)	**X**			**X**		

Légende :

Espèce avérée dans la zone d'étude	**X** = présence de l'espèce (autres informations)
Espèce potentiellement présente dans la zone d'étude au regard des milieux qui la composent	
Espèce considérée comme exceptionnelle ou non potentielle dans la zone d'étude	

Sources : Fiches ZNIEFF et Formulaire Standard de Données Natura 2000, INPN, consultés en ligne le 18/08/2020
Sources : www.faune-paca.org, Liste communale des espèces, consulté en ligne le 18/08/2020

Ce tableau présente les données bibliographiques disponibles concernant ce compartiment. A l'issue des prospections d'ECO-MED, d'autres espèces, non citées dans ce tableau, ont pu être avérées ou jugées fortement potentielles.

1.9.2. Intérêts du secteur vis-à-vis des mammifères

■ **Gîtes**

Au sein de la zone d'étude ou a proximité quelques arbres présentant des cavités ont été répertoriés. La zone d'étude présente quelques habitations récentes au sein desquelles certaines espèces anthropophiles ubiquistes pourraient trouver des opportunités de gîtes. Ces opportunités sont cependant relativement faibles mais ne peuvent être écartées totalement.

Exemples d'arbre gîte potentiel
Julien Fleureau (ECO-MED)

Exemples de gîte anthropophile potentiel
Antoine Veirmann (ECO-MED)

■ **Zones de chasse**

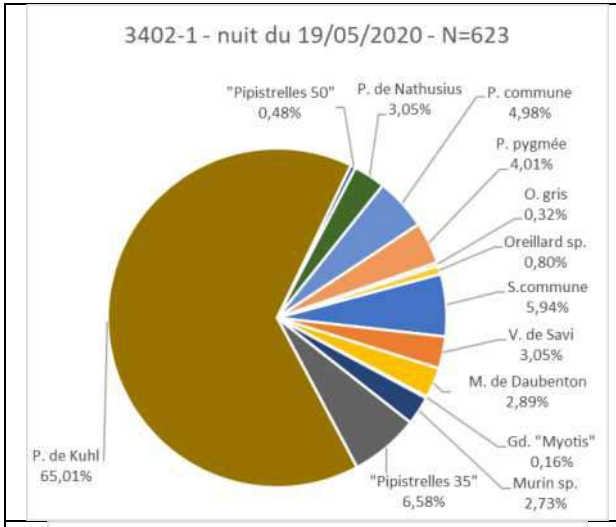
Au sein de la zone d'étude, deux grands types de milieux favorables à l'alimentation des chiroptères sont présents, les vergers et les prairies naturelles.

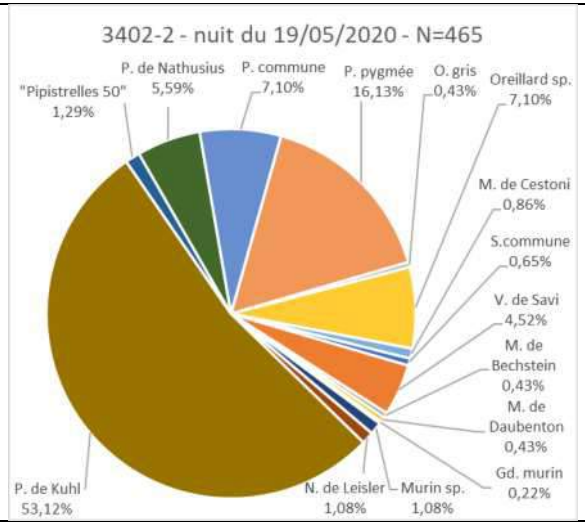
■ **Zones de transit**

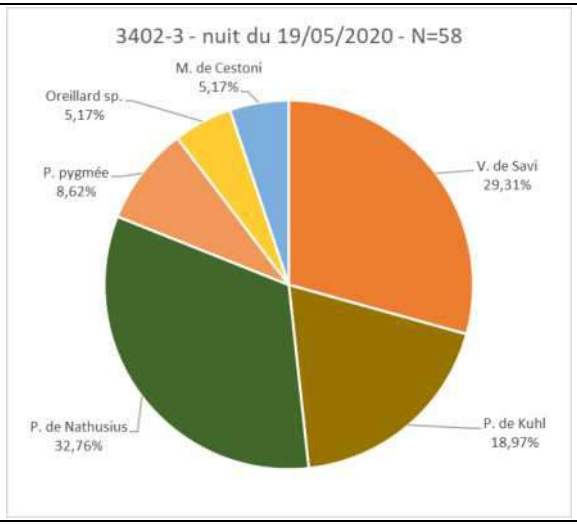
Au sein de la zone d'étude, on trouve un réseau de petites haies qui forment des corridors d'importance locale. Le canal présent en marge ouest de la zone d'étude peut être considéré comme un corridor d'importance supérieure, mais reste dans un état de conservation assez médiocre en raison de l'absence de linéaire arboré ou arbustif à son abord.

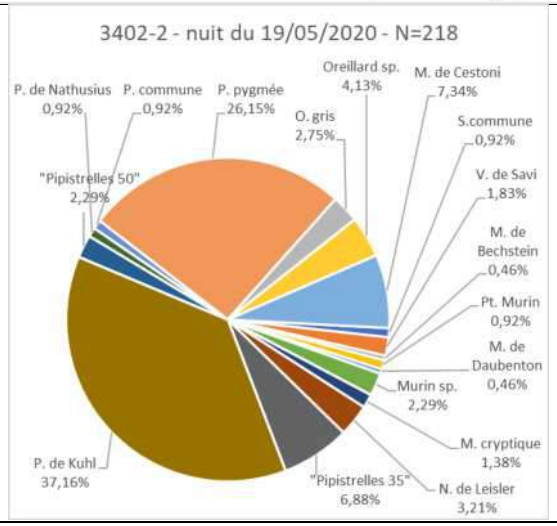
■ **Niveau d'activité (chiroptères)**

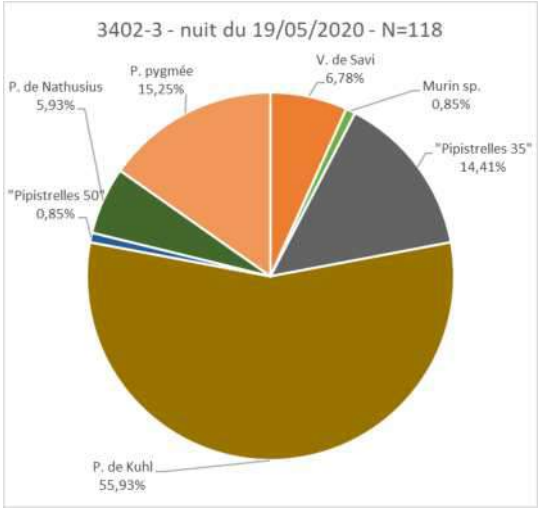
Les graphiques suivants présentent un détail de la répartition des différentes espèces ou groupes d'espèces pour les enregistrements passifs lors de chaque passage. Les niveaux d'activité ont été globalement très variables au printemps (fort à très faible) et plus homogène et d'intensité moyenne.

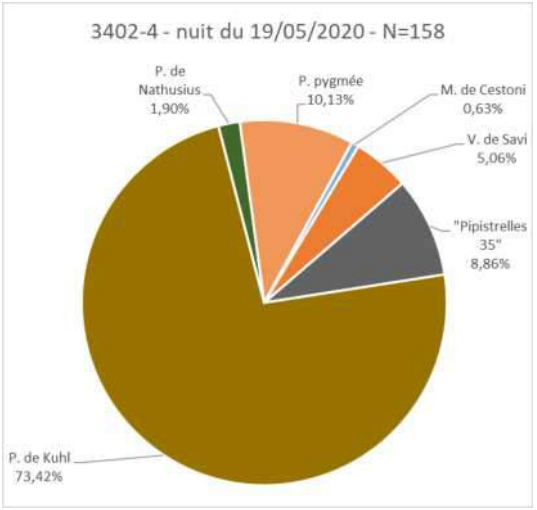

3402-1 - nuit du 19/05/2020 - N=623
"Pipistrelles 50" 0,48%
P. de Nathusius 3,05%
P. commune 4,98%
P. pygmée 4,01%
O. gris 0,32%
Oreillard sp. 0,80%
S.commune 5,94%
V. de Savi 3,05%
M. de Daubenton 2,89%
Gd. "Myotis" 0,16%
Murin sp. 2,73%
"Pipistrelles 35" 6,58%
P. de Kuhl 65,01%


3402-2 - nuit du 19/05/2020 - N=465
"Pipistrelles 50" 1,29%
P. de Nathusius 5,59%
P. commune 7,10%
P. pygmée 16,13%
O. gris 0,43%
Oreillard sp. 7,10%
M. de Cestoni 0,86%
S.commune 0,65%
V. de Savi 4,52%
M. de Bechstein 0,43%
M. de Daubenton 0,43%
Gd. murin 0,22%
Murin sp. 1,08%
N. de Leisler 1,08%
P. de Kuhl 53,12%


3402-3 - nuit du 19/05/2020 - N=58
M. de Cestoni 5,17%
Oreillard sp. 5,17%
P. pygmée 8,62%
V. de Savi 29,31%
P. de Nathusius 32,76%
P. de Kuhl 18,97%


3402-2 - nuit du 19/05/2020 - N=218
P. de Nathusius 0,92%
P. commune 0,92%
P. pygmée 26,15%
Oreillard sp. 4,13%
M. de Cestoni 7,34%
O. gris 2,75%
S.commune 0,92%
"Pipistrelles 50" 2,29%
V. de Savi 1,83%
M. de Bechstein 0,46%
Pt. Murin 0,92%
M. de Daubenton 0,46%
Murin sp. 2,29%
M. cryptique 1,38%
N. de Leisler 3,21%
"Pipistrelles 35" 6,88%
P. de Kuhl 37,16%


3402-3 - nuit du 19/05/2020 - N=118
P. de Nathusius 5,93%
P. pygmée 15,25%
V. de Savi 6,78%
Murin sp. 0,85%
"Pipistrelles 35" 14,41%
"Pipistrelles 50" 0,85%
P. de Kuhl 55,93%


3402-4 - nuit du 19/05/2020 - N=158
P. de Nathusius 1,90%
P. pygmée 10,13%
M. de Cestoni 0,63%
V. de Savi 5,06%
"Pipistrelles 35" 8,86%
P. de Kuhl 73,42%

1.9.3. Espèces à enjeu zone d'étude modéré

■ **Espèces avérées**

Murin de Bechstein *Myotis bechsteinii (Kuhl, 1817)*

Protection	PN	**UICN France**	NT
Autre(s) statut (s)	DH2, DH4, BE2, BO2		

Répartition mondiale	Paléarctique occidental au sud du 60ème parallèle.
Répartition française	Présent sans être abondant sur tout le territoire.
Habitats d'espèce, écologie	Ecologie encore mal connue. Strictement forestier en plaine et en milieux collinaires, plus rare en montagne. Gîte dans des cavités d'arbres (exceptionnellement en bâti). Chasse en milieux forestiers, ou prairies naturelles.
Menaces	Exploitation forestière (coupes d'arbres gîtes) et perturbation et la fragmentation des milieux.

Espèce identifiée comme prioritaire pour le Plan National d'Action Chiroptères 2016-2025.

Contexte local

Dans le secteur d'étude :

En PACA, l'espèce est très rare et localisée. Les lacunes de prospection et la discrétion de l'espèce font que la carte illustre mal la répartition réelle de l'espèce.

Dans la zone d'étude :

Le Murin de Bechstein a été contacté (3 contacts certains) en transit lors des deux sessions d'inventaire. Les arbres présents dans la zone d'étude n'offrent pas de réelles opportunités de gîte pour cette espèce.

Au sein de la zone d'étude l'espèce est avérée en déplacements et potentielle en alimentation.

Importance de la zone d'étude	Enjeu local de conservation
Faible	**Très fort**

Répartition française
D'après Arthur et Lemaire 2009

Grand murin *Myotis myotis (Borkhausen, 1797)*

Protection	PN	**UICN France**	LC
Autre(s) statut (s)	DH2, DH4, BE2, BO2		

Répartition mondiale	Paléarctique occidental au sud du 60ème parallèle, Asie mineure et Proche-Orient.
Répartition française	Présent sur tout le territoire français, sauf en Corse, moins abondant en région méditerranéenne.
Habitats d'espèce, écologie	Gîtes en milieu souterrain ou dans les combles. « Chasseur-cueilleur » qui se nourrit d'insectes posés au sol (coléoptères). Recherche des milieux où la végétation au sol est peu dense et accessible en vol. Capable de grands déplacements.
Menaces	Modifications des milieux agricoles et forestiers, disparition ou dérangement de sites de reproduction (combles) et dérangement dans les cavités souterraines.

Contexte local

Dans le secteur d'étude :

En PACA, l'espèce est rare. Quelques données la mentionnent dans le Vaucluse. On retrouve très fréquemment l'espèce en colonie mixte avec le Petit Murin mais le Grand Murin semble beaucoup plus rare.

Dans la zone d'étude :

Le Grand murin est cité dans la bibliographie, notamment par la présence d'un gîte important à environ 5 km de la zone d'étude. Il a été contacté (1 contact certain) en transit lors du passage printanier. La zone d'étude n'offre pas d'opportunité de gîte pour cette espèce.

Au sein de la zone d'étude l'espèce est avérée en déplacements et potentielle en alimentation.

Importance de la zone d'étude	Enjeu local de conservation
Faible	Fort

Répartition française

D'après Arthur et Lemaire 2009

Petit murin *Myotis oxygnathus (Tomes, 1857)*

Protection	PN	**UICN France**	NT
Autre(s) statut (s)	DH2, DH4, BE2, BO2		

Répartition mondiale	Sud-ouest du paléarctique et d'Asie mineure jusqu'au Népal.
Répartition française	Surtout méditerranéen et absent de la moitié nord du pays et de Corse.
Habitats d'espèce, écologie	Affectionne les plaines et les collines méditerranéennes. S'installe en gîtes souterrains (ou bâtis), « chasseur-cueilleur » d'insectes posés au sol (orthoptères). chasse dans les milieux ouverts ou plus denses (jusqu'à 2000 m d'altitude). Capable de grands déplacements.
Menaces	Modifications des milieux agricoles et forestiers, disparition ou dérangement de sites de reproduction (combles) et dérangement dans les cavités souterraines.

Espèce identifiée comme prioritaire pour le Plan National d'Action Chiroptères 2016-2025.

Contexte local

Dans le secteur d'étude :

En PACA, l'espèce est relativement commune. Toutefois, ses populations restent fragiles en raison de la concentration des effectifs sur très peu de gîtes (GCP 2009).

Dans la zone d'étude :

Le Petit murin est cité dans la bibliographie, notamment par la présence d'un gîte important à environ 5 km de la zone d'étude. Il a été contacté (2 contact certain) en transit lors du passage estival. La zone d'étude n'offre pas d'opportunité de gîte pour cette espèce.

Au sein de la zone d'étude l'espèce est avérée en déplacements et potentielle en alimentation.

Importance de la zone d'étude	Enjeu local de conservation
Faible	Fort

Répartition française

D'après Arthur et Lemaire 2009

■ **Espèces fortement potentielles**

Minioptère de Schreibers *Miniopterus schreibersii (Kuhl, 1817)*

Protection	PN	UICN France	VU	Autre(s) statut (s)	DH2, DH4, BE2, BO2

Espèce identifiée comme prioritaire pour le Plan National d'Action Chiroptères 2016-2025.

Contexte local

Dans le secteur d'étude :

En PACA, l'espèce est présente dans tous les départements principalement à des altitudes inférieures à 600 m. Les effectifs connus par comptage de colonie sont de 20000 pour la région.

Dans la zone d'étude :

Le Minioptère est cité dans la bibliographie, notamment par la présence d'un gîte important à environ 5 km de la zone d'étude. Au regard de ses capacité de déplacement, de l'écologie de l'espèce et du nombre d'individus connus (12000 à 18000 ind.) au sein d'un gîte proche, l**a présence de l'espèce sera considérée comme fortement potentielle en chasse ou en déplacement.**

Importance de la zone d'étude	Enjeu local de conservation
Faible	Très fort

Murin à oreilles échancrées *Myotis emarginatus (E. Geoffroy, 1806)*

Protection	PN	UICN France	LC	Autre(s) statut (s)	DH2, DH4, BE2, BO2

Contexte local

Dans le secteur d'étude :

En PACA, il n'existe pas de synthèse mais les colonies connues sont généralement à basse altitude : En Camargue (1000 individus d'après QUEKENBORN, 2009), dans la vallée du Rhône, dans la vallée de l'Argens (2000 individus d'après HAQUART, 2009), la vallée de la Haute Durance et la vallée de la Roya (06). L'espèce reste donc rare avec seulement sept colonies de reproduction connues. L'espèce est contactée plus ponctuellement sur les autres départements. Les populations régionales sont importantes pour la conservation de l'espèce (GCP, 2009).

Dans la zone d'étude :

Le Murin à oreilles échancrées est cité dans la bibliographie, notamment par la présence d'un gîte important à environ 5 km de la zone d'étude. Au regard de ses capacité de déplacement, de l'écologie de l'espèce et des milieux (notamment vergers) présents dans ou à proximité de la zone d'étude **la présence de l'espèce sera considérée comme fortement potentielle en chasse ou en déplacement.**

Importance de la zone d'étude	Enjeu local de conservation
Faible	Fort

1.9.4. Espèces avérées à enjeu zone d'étude faible

Le tableau ci-dessous synthétise les informations concernant les espèces avérées à EZE faible.

Tableau 29. Mammifères à enjeu zone d'étude faible

Photo	Nom de l'espèce	Importance de la zone d'étude pour la population locale	Statuts de protection	Liste rouge France	Commentaires
	Murin cryptique* *(Myotis crypticus)*	Faible	PN, DH4, BE2, BO2	LC	Contact en chasse et en déplacement
Non illustré	**Sérotine commune*** *(Eptesicus serotinus)*	Faible	PN, DH4, BE2, BO2	NT	Contact en chasse et en déplacement
Non illustré	**Molosse de Cestoni*** *(Tadarida teniotis)*	Faible	PN, DH4, BE2, BO2	NT	Contact en chasse et en déplacement

Photo	Nom de l'espèce	Importance de la zone d'étude pour la population locale	Statuts de protection	Liste rouge France	Commentaires
	Noctule de Leisler* *(Nyctalus leisleri)*	Faible	PN, DH4, BE2, BO2	NT	Contact en chasse et en déplacement
	Pipistrelle pygmée* (*Pipistrellus pygmaeus*)	Faible	PN, DH4, BE2, BO2	LC	Contact en chasse et en déplacement
	Pipistrelle de Nathusius* (*Pipistrellus nathusii*)	Faible	PN, DH4, BE2, BO2	NT	Contact en chasse et en déplacement
	Hérisson d'Europe* (*Erinaceus europaeus*)	Faible	PN, BE3	LC	2 individus observés de nuit au sein des prairies de la zone d'étude. ZE favorable à l'ensemble du cycle biologique
Non illustré	**Pipistrelle commune*** (*Pipistrellus pipistrellus*)	Faible	PN, DH4, BE2, BO2	NT	Contact en chasse et en déplacement
	Pipistrelle de Kuhl* (*Pipistrellus kuhlii*)	Faible	PN, DH4, BE2, BO2	LC	Contact en chasse et en déplacement
Non illustré	**Oreillard gris*** (*Plecotus austriacus*)	Faible	PN, DH4, BE2, BO2	LC	Contact en chasse et en déplacement
	Vespère de Savi* (*Hypsugo savii*)	Faible	PN, DH4, BE2, BO2	LC	Contact en chasse et en déplacement
	Murin de Daubenton* (*Myotis daubentonii*)	Faible	PN, DH4, BE2, BO2	LC	Contact en chasse et en déplacement

Photo	Nom de l'espèce	Importance de la zone d'étude pour la population locale	Statuts de protection	Liste rouge France	Commentaires
	Loir gris (*Glis glis*)	Faible	BE3	LC	1 individu observé de nuit au sein des prairies de la zone d'étude. ZE favorable à l'ensemble du cycle biologique

**Espèce protégée*

1.9.5. Bilan cartographique des enjeux relatifs aux mammifères

Carte 20 : Enjeux relatifs aux mammifères

2. ANALYSE ECOLOGIQUE DE LA ZONE D'ETUDE

2.1. Synthèse des enjeux par groupe biologique

Habitats naturels

Les habitats naturels et semi-naturels présentent globalement des enjeux faibles à très faibles. La zone d'étude est composée de zones cultivées comme un verger, un terrain labouré et d'une culture d'asperges. On y retrouve également des prairies améliorées en partie fauchées et zones en friches. Une maison et son jardin attenant y sont également présent ainsi qu'une zone rudérale et des chemins voire une aire de stationnement.

Enfin, nous noterons que la zone d'étude est entrecoupée ou bordée de haies.

Zones humides

A l'issue des prospections de terrain et selon l'arrêté du 24 juin 2008 modifié le 1er octobre 2009, la surface de **zones humides** au regard de critères de la végétation et de la pédologie est de **0 hectare**.

Flore

Au cours des prospections, aucune espèce à enjeu zone d'étude notable n'a été avérée dans la zone d'étude. De plus, aucune espèce à enjeu zone d'étude notable n'y est jugée fortement potentielle.

Invertébrés

Les habitats présents sont globalement peu intéressants pour l'entomofaune avec seulement 17 espèces recensées. La friche située au nord abrite cependant 2 espèces à enjeu qui y réalisent leur cycle biologique complet : la Diane (espèce protégée à EZE modéré) et la Decticelle des sables (EZE faible).

Amphibiens

Deux espèces ont été avérées au cours des prospections : le **Triton palmé** (EZE faible) et la **Rainette méridionale** (EZE très faible).

La zone d'étude présente un intérêt très faible pour la Rainette méridionale compte tenu de l'absence de milieux aquatiques favorables (le fossé en bordure ouest est peu attractif). L'espèce peut en revanche être présente dans les jardins privés pour l'accomplissement de sa phase terrestre.

En ce qui concerne le Triton palmé, la zone d'étude présente un intérêt faible pour les mêmes raisons énoncées que pour la Rainette méridionale. En revanche, la reproduction est possible dans le fossé en bordure ouest où deux individus ont pu être observés en phase aquatique. L'habitat terrestre de l'espèce est caractérisé par les haies et jardins privés situés à proximité du fossé.

Reptiles

Quatre espèces ont été avérées au cours des prospections : la **Couleuvre d'Esculape**, le **Lézard des murailles**, la **Tarente de Maurétanie** et l'**Orvet fragile** (EZE faible).

La zone d'étude présente un intérêt pour l'herpétofaune en raison de la présence de haies, d'une friche et de jardins privés gérés avec parcimonie. Compte-tenu des habitats présents, deux espèces sont jugées fortement potentielles au sein de la zone d'étude. Il s'agit de la **Couleuvre de Montpellier**, pouvant fréquenter l'intégralité des milieux (hormis les zones de culture peu attractives) et du **Seps strié** (uniquement suspecté dans la friche au nord-est).

Oiseaux

Sur les 36 espèces avérées lors des inventaires, trois espèces présentent un **EZE modéré** : Le **Faucon crécerellette** (alimentation), Le **Hibou Petit-duc** (alimentation/reproduction) et le **Rollier d'Europe** (alimentation).

Sept espèces présentent un **EZE faible** : La **Chevêche d'Athena** (nicheuse à proximité), **L'Epervier d'Europe** (alimentation), le **Hibou Moyen-duc** (nicheur à proximité), **L'Hirondelle rustique** (nicheuse à proximité), la **Huppe fasciée** (alimentation), le **Moineau friquet** (colonie à proximité) et le **Vautour Percnoptère** (survol).

Les habitats de vieilles haies (peupliers ou résineux) ainsi que les prairies et friches embroussaillées en milieu péri-urbain offrent une certaine richesse de sites de nidification et une bonne abondance de proies rendant le site globalement attractif pour l'avifaune.

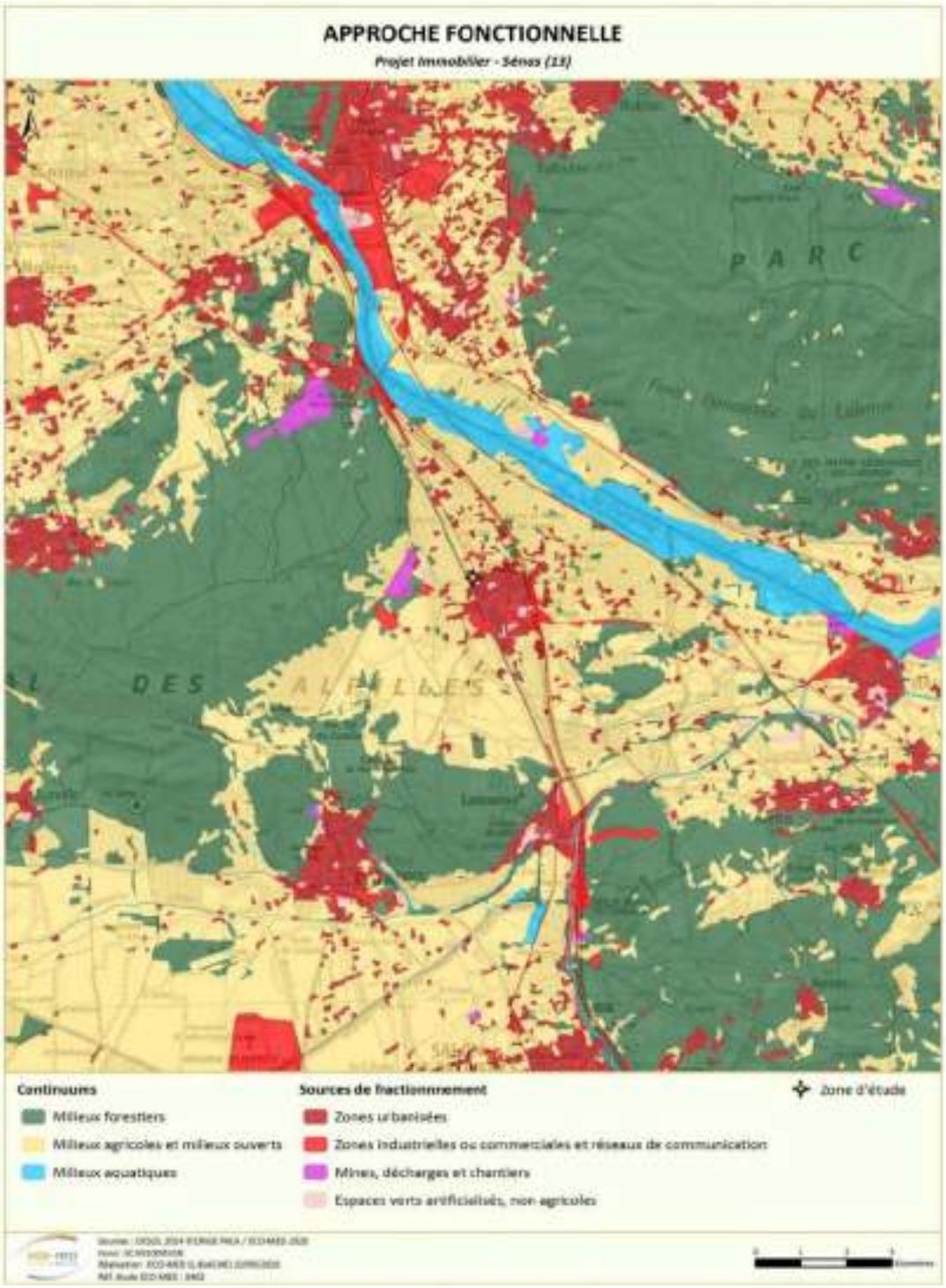
Mammifères

La zone d'étude offre quelques gîtes (arbres à cavité, bâti…) mais surtout des possibilités de transit via des corridors et des zones d'alimentation favorisant la présence ou le passage des chiroptères.

Carte 21 : Synthèse des enjeux écologiques

2.2. Approche fonctionnelle

La zone d'étude se place dans un contexte globalement et historiquement agricole, néanmoins enserrée entre deux axes routiers et en bordure de zones déjà urbanisées. Du fait du développement de l'urbanisation et des infrastructures de transport dans le secteur dans les dernières décennies, les fonctionnalités liées aux haies, milieux agricoles et milieux non anthropisés ont été amoindries mais sont d'autant plus intéressantes à préserver. En effet, subsistent au sein de la zone d'étude quelques haies servant notamment de corridors de transit par exemple aux chiroptères ou de gîte pour les oiseaux ou insectes.



Carte 22 : Approche fonctionnelle de la zone d'étude

PARTIE 3 : PROPOSITIONS DE MESURES D'EVITEMENT, DE REDUCTION ET D'ACCOMPAGNEMENT

1. APPROCHE METHODOLOGIQUE

L'article L.122 du Code de l'Environnement prévoit plusieurs types de mesures qui doivent être précisées dans l'étude d'impact « *…les mesures envisagées pour supprimer, réduire et, si possible, compenser les conséquences dommageables pour l'environnement…* ».

Les **mesures d'atténuation** visent à diminuer les impacts négatifs d'un projet et comprennent les mesures d'évitement et les mesures de réduction.

La mise en place des **mesures d'évitement** correspond à l'alternative au projet de moindre impact. En d'autres termes, elles impliquent une révision du projet initial notamment en reconsidérant les zones d'aménagement et d'exploitation. Ces mesures permettront d'éviter les impacts négatifs sur le milieu naturel et/ou les espèces exposé.es.

Les **mesures de réduction** interviennent lorsque les mesures d'évitement ne sont pas envisageables. Elles permettent de limiter les impacts pressentis relatifs au projet.

Les mesures d'atténuation consistent essentiellement à modifier certains aspects du projet afin de supprimer ou de réduire ses effets négatifs sur l'environnement. Les modifications peuvent porter sur trois aspects du projet :

- sa conception ;
- son calendrier de mise en œuvre et de déroulement ;
- son lieu d'implantation.

Une mesure d'accompagnement ne s'inscrit dans aucun cadre réglementaire ou législatif obligatoire, et sa mise en place vient en complément des mesures ERC pour en renforcer leur pertinence et leur efficacité, ou leur donner des garanties supplémentaires de succès. Mais elle ne saurait se suffire à elle-même et est couplée à une mesure d'atténuation.

2. MESURES D'ATTENUATION

2.1. Mesures d'évitement

Dans le cadre du projet, il n'a pas été possible de mettre en place de mesures d'évitement.

2.2. Mesures de réduction

2.2.1. Mesure R1 : Préservation de certaines haies existantes

Groupes concernés : Amphibien, oiseau, mammifère

Les haies et alignements d'arbres constituent des habitats pour plusieurs espèces avérés. C'est notamment le cas de la Rainette méridionale, espèce commensale de l'homme qui les utilisent pour sa phase terrestre, mais également du cortège d'oiseaux communs (Mésange bleue, Pinson des arbres, Chardonneret élégant, Rougegorge familier) qui peut y nicher. Elles forment également des corridors de transit et d'alimentation pour les chiroptères.

Il était initialement prévu de supprimer ces habitats lors de la phase travaux pour ensuite végétaliser le lotissement. Afin de préserver leur fonctionnalité, il a été décidé de conserver les entités existantes, dont la mâturité primera en termes d'attractivité sur des opérations de revégétalisation. Cette mesure a fait l'objet d'adaptation du plan de masse au stade conception du projet.

Mesures d'accompagnement associées :

Mesure A4 « Suivi écologique du chantier »

2.2.2. Mesure R2 : Défavorabilisation de la zone d'emprise avant démarrage du chantier

Groupes concernés : Reptile, amphibien

Cett mesure vise à supprimer l'attractivité de la zone d'étude vis-à-vis de l'herpétofaune locale afin de limiter le risque de destruction d'individus lors du démarrage du chantier. Elle sera divisée en plusieurs étapes et sera mise en place en septembre-octobre, période de moindre sensibilité pour les reptiles et les amphibiens, en amont de la phase chantier.

- 1ère étape : Arasage des haies suivi d'un dessouchage avec retrait de tous les déchets verts (pour éviter toute recolonisation). Le sol devra être remanié le moins possible après ça pendant quelques jours, le temps que les espèces trouvent refuge hors des emprises ;
- 2ème étape : Retrait des déchets de la zone où l'Orvet fragile a été observé (partie nord-est de la zone d'emprise) ;
- 3ème étape : Débroussaillage de l'intégralité du site.

Après mise en œuvre de cette mesure de défavorabilisation, le terrassement pourra être envisagé au cours du mois de novembre, sans risque pour ces deux compartiments.

Elle sera réalisée sous accompagnement d'un herpétologue, qui adaptera les modalités de la défavorabilisation à la la présence d'éventuels individus.

Mesures d'accompagnement associées :

Mesure A4 « Suivi écologique du chantier »

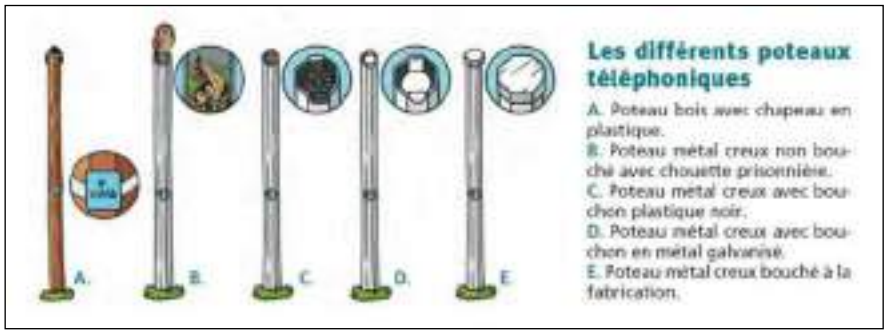
2.2.3. Mesure R3 : Adaptation des clôtures au passage de la petite faune

Groupes concernés : Reptiles, amphibiens, petits mammifères

Dans le cas où le bassin de rétention devait être cloturé, le système devrait laisser libre accès pour les amphibiens et autres petites faunes. Il sera donc proscrit toute clôture occultante, en favorisant les types à mailles larges (15 à 20 cm), qui seront également surélevés sur une dizaine de centimètres. Par ailleurs, afin de limiter l'impact sur les chiroptères, la hauteur du grillage sera limitée à 2 m

Enfin, l'utilisation de poteaux creux qui peuvent constituer des pièges mortels pour les micromammifères, chiroptères, reptiles et oiseaux sera évitée. En effet, des quantités d'espèces qui cherchent des cavités pour nicher ou se reposer, pénètrent dans le poteau creux par le sommet et descendent dedans. Ne pouvant pas en ressortir, les individus sont condamnés. Les retours d'expériences montrent qu'en moyenne, un poteau sur deux non bouché contient des cadavres appartenant à de nombreuses espèces (chouettes, pics, mésanges, sittelles, étourneaux, chauves-souris, loirs, serpents, lézards...). Afin de neutraliser de tels pièges mortels, plusieurs types d'obturateurs ont été mis au point :

- des bouchons en plastique (mais peu fiables et facilement arrachés) ;
- des bouchons en métal galvanisé. Ils sont davantage résistants que les bouchons en plastique mais ils s'enlèvent des poteaux à la suite de la dilatation du métal sous l'effet du chaud et du froid ;
- des couvercles métalliques nettement plus satisfaisants que les 2 premiers systèmes (NOBLET, 2010).



Présentation des différents types de bouchons pour obturer des poteaux creux
Source : NOBLET, 2010

2.2.4. Mesure R4 : Evitement du complexe Canal /alignement d'arbres côté ouest

Groupes concernés : Amphibien, reptile, oiseau, mammifère

Le complexe canal / alignement d'arbres, situés côté ouest de la zone d'emprise, constitue un habitat pour plusieurs groupes biologiques, amphibiens, reptile, oiseau et chiroptères notamment. Afin d'en préserver la fonctionnalité, déjà dégradée en raison d'un état de conservation médiocre, ce complexe fera l'objet d'un évitement et ne sera pas intégré au plan de masse du projet. Il conservera ainsi son attractivité en tant que zone de reproduction (canal) et habitat en phase terrestre pour le Triton palmé, zone de nidification pour l'avifaune cavicole et corridor de transit et d'alimentation pour les chiroptères.

Au cours de la phase travaux, ce complexe fera l'objet d'un balisage afin de limiter le risque de dégradation en dehors des emprises.

Afin d'en restaurer certaines fonctionnalités, cette mesure associée à une mesure de revégétalisation de la partie nord du canal, actuellement déboisée.

Mesures d'accompagnement associées :

Mesure A2 « Restauration du cordon boisé en bordure du canal, dans sa partie nord »

Mesure A3 « Installations de nichoirs en faveur des oiseaux et chauves-souris »

Mesure A4 « Suivi écologique du chantier »

2.2.5. Mesure R5 : Mise en place de dispositifs de prévention et de traitement des pollutions accidentelles et diffuses en phase travaux

Groupes concernés : Ensemble des groupes

Afin de limiter la dégradation de la qualité des eaux superficielles (canal à l'est de la zone d'emprise) et souterraines (masse d'eau FRDG359 « Alluvions basse Durance » affleurante) dans une zone de forte perméabilité, il sera prévenu les risques de pollutions accidentelles et diffuses en phase travaux.

Les attentes minimales en termes prévention des pollutions accidentelles seront inscrites aux futurs DCE pour que les entreprises établissent et chiffrent les Plan de Respect de l'Environnement (PRE), Schéma d'Organisation du Plan de Respect de l'Environnement (SOPRE) et Schéma d'Organisation de la Gestion des Déchets (SOGED) en conséquence.

Pour lutter contre les risques de pollutions accidentelles lors des travaux, les mesures qui devront être prises sont les suivantes :

- Les zones de stockage de matériaux et la base vie du chantier devront être implantées sur des aires spécifiques, confinées, éloignées des milieux sensibles afin d'éviter les apports de poussières ou d'eaux de ruissellement susceptibles d'avoir un impact fort sur les espaces périphériques. Elles seront disposées à proximité à la fois du tracé, des voiries et des réseaux existants
- Le stockage des huiles et carburants se fera uniquement sur des emplacements réservés, loin de toute zone écologiquement sensible, en particulier des milieux aquatiques. Ces aires de stockage devront être étanches, ceinturées d'un fossé collecteur aboutissant à un bassin de réception pour pouvoir recueillir toute pollution accidentelle et tout ruissellement des plateformes,
- Les véhicules et engins de chantier devront justifier d'un contrôle technique récent,
- Un panel de produits absorbants spécifiques aux différentes substances inhérentes au chantier (hydrocarbures, bases ou acides, hydrophobes…) et des kits antipollution devront être mis à disposition au niveau de toutes les aires pouvant engendrer des pollutions accidentelles. Les matériels et produits devront être confinés dans des bacs de confinement et récipients étanches,
- L'accès au chantier et aux zones de stockage sera interdit au public,
- Les eaux usées seront traitées avant leur relâche dans le milieu naturel, y compris les eaux usées,
- Les produits de déboisements, défrichements, dessouchages ne devront être ni stockés ni brûlés sur place. Ils devront être exportés rapidement et brûlés dans un endroit où cela ne présente pas de risque environnemental particulier. Dans la mesure du possible, on tentera de valoriser ces produits naturels,
- Les substances non naturelles ne seront pas rejetées sans autorisation (laitance de béton à proscrire par exemple), et seront retraitées par des filières appropriées,
- Les vidanges, ravitaillements et nettoyages des engins et du matériel se feront dans une zone spécialement définie et aménagée (zone imperméabilisée…),
- Les inertes et autres substances ne seront pas rejetées dans le milieu naturel,
- Une collecte des déchets, avec poubelles et conteneurs, sera mise en place sur l(a)es base(s) vie(s) du chantier.

Un suivi tout au long du chantier par un ingénieur écologue sera nécessaire afin de s'assurer du bon respect des mesures à mettre en place.

Mesures d'accompagnement associées :

Mesure A4 « Suivi écologique du chantier »

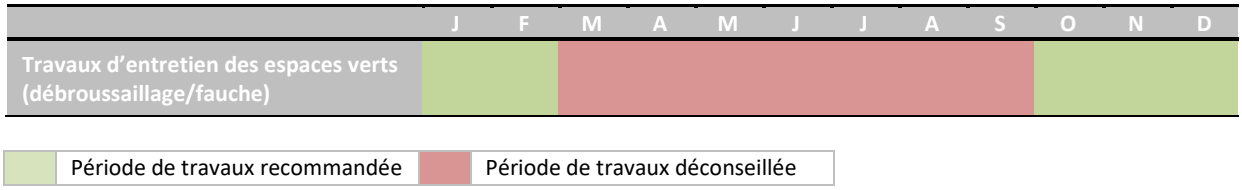
2.2.6. Mesure R6 : Assurer un entretien écologique des espaces verts

<u>Groupes concernés</u> : Tous les groupes

L'entretien des espaces verts du lotissement sera réalisé en proscrivant toute utilisation de produit phytosanitaire, afin ne pas introduire dans le milieu de molécules difficilement dégradables, dont les effets sur l'ensemble de la pyramide trophique, incluant la mortalité directe, constituent un problème de santé public.

Il se fera donc de manière mécanique et douce, par fauche ou débroussaillage, à l'aide matériels portatifs manuels, de type débroussailleuse à fil ou voire à disque si la végétation est constituée d'arbustes ou encore motofaucheuse munie d'une barre de coupe à lame oscillante. Ce matériel étant portatif, il permet d'orienter plus facilement les coupes et d'éviter plus précisément de petites surfaces. Une vitesse d'avancement réduite permettra à la faune de disposer d'un temps de fuite suffisant.

En cas de recours à des engins mécaniques lourds, le tassement et le remaniement du sol sont à prévoir. D'autre part, il conviendra d'éviter la rotation centripète, qui piègerait les animaux, et le débroussaillage/fauche sera conduit de manière à repousser la faune vers l'extérieure. Il est d'importance primordiale que cet entretien, fauche ou débroussaillage, soit réalisé hors période printanière et estivale, c'est-à-dire de mars à septembre, afin de n'impacter ni la flore ni les insectes.



Détails des modalités

- Respect de la période préconisée pour le débroussaillage/fauche (cf. ci-avant),
- Débroussaillage/fauche manuel de préférence ou à l'aide d'engins légers (portatif ou à chenille) afin de réduire les perturbations sur la biodiversité,
- Débroussaillage à vitesse réduite pour laisser aux animaux le temps de fuir le danger,
- Eviter une rotation centripète, qui piègerait les animaux. Le schéma ci-dessous présente le type de parcours à suivre pour le débroussaillage d'une zone, et celui à proscrire. Le débroussaillage/fauche sera conduit de manière à repousser la faune vers l'extérieure.

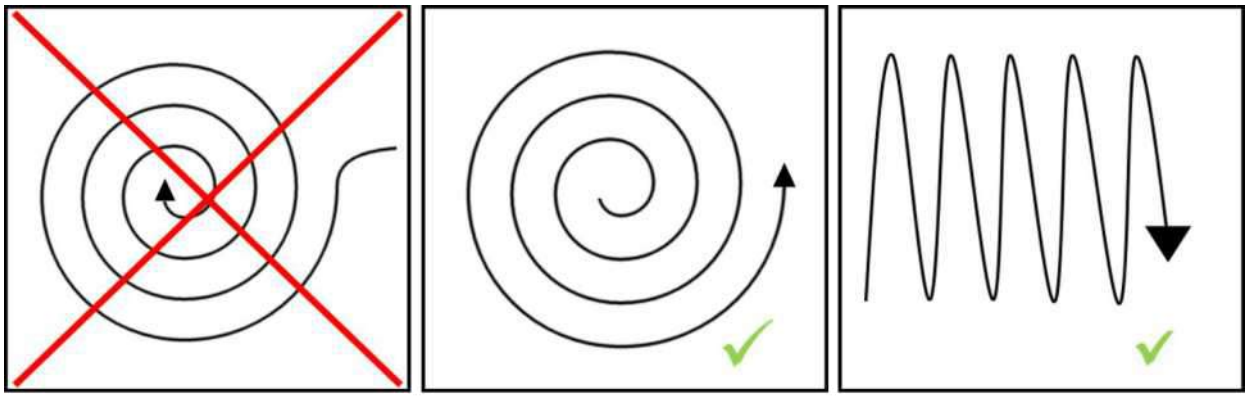


Schéma de débroussaillage/fauche : type de parcours pour éviter de piéger la faune

© Jérôme VOLANT

2.2.7. Mesure R7 : Adaptation du calendrier des travaux à la phénologie des espèces

Groupes concernés : Insecte, reptile, oiseau, mammifère

Cette mesure a pour objectif de réduire la probabilité de destruction d'individus en période de reproduction et/ou d'hivernage et de limiter les effets du dérangement.

Insectes

La phase la plus sensible du point de vue du chantier correspond au pic d'activité (dispersion, reproduction), soit de **mars à août**. Un planning travaux excluant un démarrage durant cette période permettra d'éviter la destruction des adultes susceptibles de se déplacer ou de s'alimenter dans la zone d'emprise.

Reptiles

Concernant les reptiles, différentes périodes d'intervention sont envisageables. De façon générale, le démarrage des travaux devra éviter la période hivernale. C'est en effet durant cette période que les reptiles ont le moins de mobilité et peuvent donc être plus facilement impacté au sein de leurs gîtes ou de leurs zones refuge. Les périodes de reproduction sont aussi à éviter, soit parce qu'une intervention perturberait le cycle biologique des espèces, soit parce qu'une intervention serait susceptible de provoquer des destructions accidentelles (pontes dans le sol).

Oiseaux,

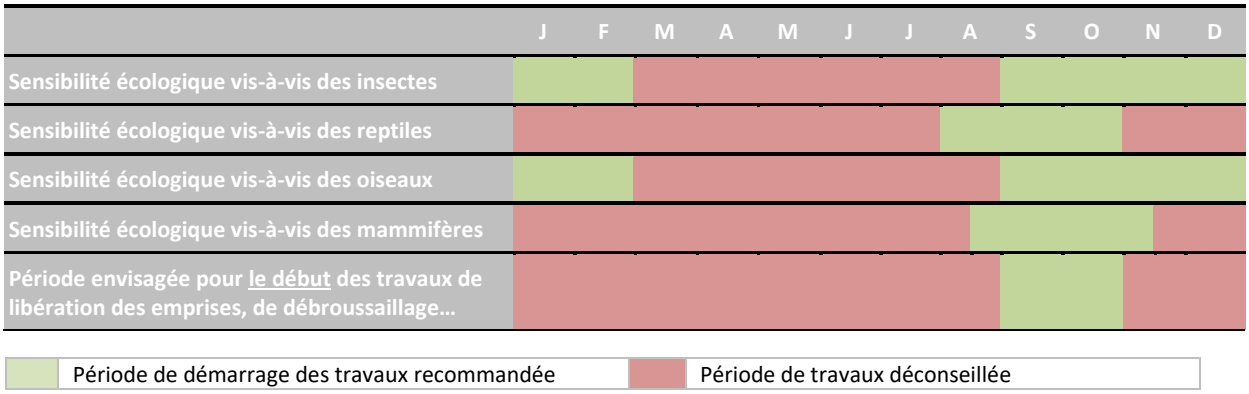
La sensibilité pour ce groupe biologique est plus élevée en période de nidification que lors des autres périodes du cycle biologique (migration, hivernage, etc.). De façon générale également, cette **période de nidification s'étend à partir du mois de mars** pour les espèces les plus précoces **au mois d'août inclus** pour les espèces les plus tardives. Aussi, il est préconisé de ne pas démarrer les travaux de libération des emprises (défrichement, abattage, destruction du bâtiment) à cette époque de l'année, ce qui entraînerait un dérangement notable sur les espèces en cours de reproduction.

Cette mesure sera d'autant plus efficace pour les espèces migratrices qui passent l'hiver en Afrique. Un démarrage des travaux durant cette période ne les affectera pas. Une fois débutés en dehors de cette période, les travaux de préparation du terrain pourront être poursuivis même durant la période de reproduction **uniquement si les travaux s'effectuent sans interruptions**. En effet, les oiseaux, de retour de leurs quartiers d'hivernage africains et/ou sédentaires, ne s'installeront pas dans le secteur du chantier, du fait des perturbations engendrées, et aucune destruction directe d'individus ne sera à craindre.

Mammifères

La sensibilité des mammifères au dérangement est plus importante en période de reproduction (**juin-mi-août**) et d'hibernation (**mi-novembre-mars**) que lors des autres périodes du cycle biologique. Aussi, il est préconisé de ne pas réaliser les travaux (destruction du bâtiment) durant ces périodes, ce qui entraînerait un risque de dérangement d'individu(s) accru (en gîte potentiel dans le bâti à proximité) et ainsi des impacts dommageables.

Les travaux pourront se poursuivre les mois suivants sur la période hivernale, et au-delà à condition qu'ils soient effectués de manière ininterrompue.



Ainsi, le chantier pourra débuter entre septembre et octobre.

Carte 23 : Spatialisation des mesures de reduction

2.3. Mesures d'accompagnement

2.3.1. Mesure A1 : Eradication des espèces végétales exotiques envahissantes aux abords du bassin de rétention

Groupe concerné : Insecte, amphibien

Afin d'assurer la cohérence de l'intégration écologique et paysagère du bassin de rétention au sein du projet, une opération d'éradication des espèces végétales exotiques envahissantes sera réalisée lors de création de l'ouvrage. Ciblée sur la Canne de provence et le Buisson ardent. Cette mesure permettra également de sécuriser la mesure A1 (Aménagement du bassin en faveur des amphibiens), en évitant la dispersion de ces espèces qui limiterait l'efficacité de l'opération de végétalisation.

Préalablement au démarrage des travaux, un écologue signalera (piquetage et rubalise) toutes les stations colonisées par des espèces végétales invasives. Si d'autres espèces végétales, non inventoriées sont repérées, elles seront également signalées. Les stations colonisées feront l'objet de traitement par méthode douce et manuelle (arrachage, fauche…), en évitant à cette étape l'utilisation d'engins mécanisés, afin de ne pas altérer les milieux naturels présents où se développent d'autres espèces.

Un soin particulier sera porté aux aires de stockage de ces résidus, situées sur la base vie. Elles devront être sécurisées et le sol revêtu d'un géotextile afin de réduire le risque de dissémination. Le stockage des produits d'arrachage devra se faire en big-bag ou en benne ampliroll.

En phase d'exploitation, une veille devra être mise en place afin de surveiller l'apparition et l'implantation d'espèces végétales exotiques. En effet, le cas échéant des mesures correctives (récolter, exporter et détruire les plantes afin d'éviter la dissémination des graines) devront être prises en amont afin de limiter l'expansion de ces espèces.

2.3.2. Mesure A2 : Restauration du cordon boisé en bordure du canal, dans sa partie nord »

Groupes concernés : Amphibien, reptile, oiseau, chiroptère

La moitié nord de la berge du canal située dans l'emprise du projet est actuellement dévégétalisée. En complément de la préservation du complexe canal / milieux riverains (mesure R5), il sera procédé à la revégétalisation multi-strate de ses abords. Cette mesure permettra d'améliorer l'état de conservation de la mosaïque d'habitats représentée par le complexe canal / alignement d'arbres et donc d'en restaurer certaines fonctionnalités vis-à-vis des amphibiens, oiseaux et chiroptères, actuellement dégradées.

La starte arborée sera reconstituée à partir d'essences locales de type Peuplier noir ou blanc (*Populus nigra* ou *alba*), Erable champêtre (*Acer campestris*) ou Orme champêtre (*Ulmus minor*). Les essences trop hydrophiles seront évitées (Aulne glutineux, Frêne à feuilles étroites) en raison de la déconnexion du canal avec ses milieux riverains.

Une rénaturation multistrate sera privilégiée, et la strate arbustive et buissonnante pourra être constituée d'Aubépine monogyne (*Crataegus monogyna*) et d'Églantier (*Rosa canina*), dont les baies sont appréciées de nombreuses espèces d'oiseau frugivores, notamment en période hivernale, ou de Cornouiller sanguin (*Cornus sanguinea*).

La reconstitution de la strate arborée se fera par l'intermédiaire de plantation au stade baliveau, afin d'accélérer la renaturation, au mois de novembre-décembre, et fera l'objet d'un arrosage soutenu les 1ers temps pour maximiser le taux de reprise.

La présence d'essences ligneuses dite tendres comme le Peuplier, qui caractérisent des groupement végétaux pionniers et possèdent une croissance rapide, permettra d'attirer les espèces d'oiseau qualifiées d'ingénieur comme le Pic vert (*Picus viridis*) ou Pic épeiche (*Dendrocopos major*). Ces espèces, génératrices de cavités au sein des arbres, vont améliorer l'attractivité du cordon végétale vis-à-vis de l'avifaune cavicole, composée d'espèces communes mais également d'espèces à enjeu local de conservation notable, comme la Huppe fasciée (*Upupa epops*), la Chevêche d'Athéna (*Athene noctua*) ou encore le Petit-duc scops (*Otus scops*).

2.3.3. Mesure A3 : Installations de nichoirs en faveur des oiseaux et chauves-souris

Groupes concernés : Oiseau, chiroptère

Afin d'améliorer l'intégration écologique du projet, des nichoirs à oiseaux adaptés aux espèces ciblées pourront être intégrés au bâtiment d'habitation lors de leur construction, notamment au niveau des génoises, ou des arbres plantés. Dans ce cas, le critère de plus grande hauteur sera privilégié, et les nichoirs seront orientés vers l'est et installés à une hauteur comprise entre 3 et 6 mètres.

Plusieurs espèces cavicoles présents sur la zone d'étude pourraient bénéficier de cette mesure : Rollier d'Europe, Hirondelle rustiques, Moineau friquet, Huppe fasciée, Chevêche d'Athéna ou Petit-duc scops.

Le cas particulier du Faucon crécerelle (*Falco tinnunculus*) mérite d'être ici abordé dans la mesure où il s'agit d'une espèce anthropophile qui affectionne les bâtiments des zones urbaines. Il existe des nichoirs adaptés à cette espèce, largement présente à l'échelle communale, qui aime nicher à l'aplomb des bâtiments. Ainsi, une mise en place au niveau des plus haut batiments, lui permettrait de surplomber son territoire de chasse.

Ces nichoirs pourraient également être installés au niveau du cordon boisé bordant le canal, en ciblant les espèces déjà présentes (Rollier d'Europe, Huppe fasciée ou Petit-duc scops).

De la même façon, des gîtes à chiroptères de type plat pourront également être installés en façade pour les espèces fissuricoles de chiroptère, comme le groupe des Pipistrelles, pygmée (*Pipistrellus pygmaeus*), de Nathusius (*Pipistrellus nathusii*), de Kuhl (*Pipistrellus kuhli*) et commune (*Pipistrellus pipistrellus*), ainsi que le Noctule de Leisler (*Nyctalus leisleri*). Ces gîtes seront à répartir sur le site, soit sur les bâtiments soit sur des arbres. Ils sont à placer dans des endroits calmes et peu éclairés, à 4 ou 5 m de haut.

2.3.4. Mesure A4 : Suivi écologique du chantier

Groupes concernés : Tous les groupes

Le respect de l'ensemble des mesures de réduction ainsi que la mise en place des mesures d'accompagnement feront l'objet d'un suivi écologique par un écologue. Il interviendra en amont du démarrage des travaux lors de la défavorabilisation de la zone d'emprise et du balisage des enjeux, et assurera une mission de sensibilisation auprès des différents intervenants.

Au cours de la phase chantier, il assurera des audits réguliers lors desquels il vérifiera le bon respect des balisages et la préservation des enjeux identifiés.

Chaque viste fera l'objet d'un compte-rendu d'intervention qui notifiera tout dysfonctionnement éventuel. En quel cas, il en référera au maître d'ouvrage et chef de chantier.

2.4. Bilan des mesures d'atténuation

Le tableau ci-après présente l'atténuation induite par les mesures proposées pour chaque compartiment biologique. Cette atténuation permet une réévaluation des impacts bruts présentés en partie 5 (cf. colonne « Impacts résiduels »).

Tableau 30. Bilan des mesures d'atténuation

	Habitats naturels	Flore	Insectes	Amphibiens	Reptiles	Oiseaux	Mammifères
Mesure R1 Préservation de certaines haies existantes	++	0	0	+	0	++	++
Mesure R2 Défavorabilisation de la zone d'emprise avant démarrage du chantier	0	0	0	++	++	0	0
Mesure R3 Adaptation des clôtures au passage de la petite faune	0	0	0	++	+	+	+
Mesure R4 Evitement du complexe Canal /alignement d'arbres côté ouest	0	0	+	++	+	++	++
Mesure R5 Mise en place de dispositifs de prévention et de traitement des pollutions accidentelles et diffuses en phase travaux	+	+	+	+	+	+	+
Mesure R6 Assurer un entretien écologique des espaces verts	+	+	++	+	+	+	+
Mesure R7 Adaptation du calendrier des travaux à la phénologie des espèces	0	0	+	+	++	++	++

Légende : 0 = sans effet ; + = atténuation faible ; ++ = atténuation moyenne ; +++ = atténuation forte

Les sigles 0 et + n'entraînent pas de réduction significative des impacts et ne peuvent donc être considéré que comme des mesures d'accompagnement. A l'inverse seuls les sigles ++ et +++ entraînent une réduction significative des impacts (qui permet de diminuer d'au moins un niveau l'intensité de l'impact).

PARTIE 4 : BILAN DES ENJEUX, DES IMPACTS BRUTS ET DES IMPACTS RESIDUELS

Tableau 31. Bilan des enjeux et impacts bruts et résiduels du projet sur les habitats

Habitats naturels	Surface dans la zone d'emprise (ha)	Statut réglementaire	Enjeu zone d'étude	Impacts bruts	Mesure d'atténuation	Impacts résiduels
Friches	0,37	-	Faible	Faibles	A1	**Faibles**
Prairie améliorée	1,31	-	Faible	Faibles	-	**Faibles**
Fourré	0,06	-	Faible	Faibles	A1	**Faibles**
Haie arborée	0,10	-	Faible	Modéré	R1, R4, A2	**Faibles**
Verger	0,74	-	Très faible	Très faible	-	**Très faibles**
Culture	0,42	-	Très faible	Très faibles	-	**Très faibles**
Terre labourée nue	0,19	-	Très faible	Très faibles	-	**Très faibles**
Zone rudérale	0,05	-	Très faible	Très faibles	-	**Très faibles**
Haie ornementale	0,11	-	Très faible	Très faibles	R1	**Très faibles**
Jardin privatif	0,71	-	Très faible	Très faibles	-	**Très faibles**
Bati	0,04	-	Nul	Nuls	-	**Nuls**
Chemin, aire de stationnement	0,21	-	Nul	Nuls	-	**Nuls**

Tableau 32. Bilan des enjeux et impacts bruts et résiduels du projet sur les espèces

Groupe considéré	Espèce	Interaction habitats/espèces	Présence		Statut de protection, liste rouge	Enjeu zone d'étude	Impacts bruts	Mesure d'atténuation	Impacts résiduels
			Zone d'étude	Zone d'emprise					
Insectes	**Diane*** (*Zerynthia polyxena*)	Pelouses, garrigues, prairie humide	Avérée	Avérée	PN2, BE2, DH4 ; LC	Modéré	Faible	R5, R6, R7 A1, A4	Très faible
	Decticelle des sables (*Platycleis sabulosa*)	Friches, substrats sablonneux	Avérée	Avérée	VU	Faible	Faibles	A1, A4	Très faible
Amphibiens	**Triton palmé*** (*Lissotriton helveticus*)	Habitat aquatique : fossé végétalisé Habitat terrestre : haies situées à proximité du fossé	Avérée	Avérée	PN3, BE3 ; LC	Faible	Faibles	R4, R5, R6, R7 A2, A4	Très faibles

Groupe considéré	Espèce	Interaction habitats/espèces	Présence		Statut de protection, liste rouge	Enjeu zone d'étude	Impacts bruts	Mesure d'atténuation	Impacts résiduels
			Zone d'étude	Zone d'emprise					
Amphibiens	**Rainette méridionale*** (*Hyla meridionalis*)	Pas d'habitat aquatique identifié Habitats terrestres : haies, jardins	Avérée	Potentielle	PN3, DH4, BE3 ; LC	Faible	Très faibles	R1, R2, R3, R4, R5, R6, R7 A2, A4	Négligeables
Reptiles	**Couleuvre d'Esculape*** (*Zamenis longissimus*)	Haies, jardins, friche	Avérée	Avérée	PN2, BE2, DH4 ; LC	Faible	Faibles	R2, R3, R4, R5, R6, R7 A2, A4	Très faibles
	Seps strié* (Chalcides striatus)	Friches au nord-est	Potentielle	Potentielle	PN3, BE3 ; LC	Faible	Faibles	R2, R4, R6, R7 A4	Très faibles
	Lézard des murailles* (*Podarcis muralis*)	Haies, jardins, friches, murets	Avérée	Avérée	PN2, BE2, DH4 ; LC	Faible	Très faible	R2, R4, R6, R7 A4	Négligeables
	Orvet fragile* (*Anguis fragilis*)	Haies, friches	Avérée	Avérée	PN3, BE3 ; LC	Faible	Faibles	R1, R2, R4, R6, R7 A4	Très faibles
	Tarente de Maurétanie* (*Tarentola mauritanica*)	Murets, façades des habitations, habitations	Avérée	Avérée	PN3, BE3 ; LC	Faible	Très faible	R2, R4, R6, R7 A4	Négligeables
	Couleuvre de Montpellier* (*Malpolon monspessulanus*)	Friches	Potentielle	Potentielle	PN3, BE3 ; LC	Très faible	Très faible	R2, R4, R6, R7 A4	Très faibles
Oiseaux	**Faucon crécerellette*** (*Falco naumanni*)	Milieux ouverts herbacés riches en insectes/Alimentation	Avérée	Avérée	PN3, BO2, BE2 ; VU	Modéré	Très faibles	-	Très faibles
	Rollier d'Europe* (*Coracias garrulus*)	Milieux ouverts herbacés riches en insectes/Alimentation	Avérée	Avérée	PN3, DO1, BO2, BE2 ; NT	Modéré	Modérés	R1, R4, R6, R7 A2, A3, A4	Faibles
	Petit-duc scops* (*Otus scops*)	Arbre à cavité ou vieux arbres/ nidification Milieux ouverts herbacés riches en insectes/Alimentation	Avérée	Avérée	PN3, BE2 ; LC	Modéré	Modérés	R1, R4, R6, R7 A2, A3, A4	Faibles

Groupe considéré	Espèce	Interaction habitats/espèces	Présence		Statut de protection, liste rouge	Enjeu zone d'étude	Impacts bruts	Mesure d'atténuation	Impacts résiduels
			Zone d'étude	Zone d'emprise					
Oiseaux	**Chevêche d'Athena*** (*Athene noctua*)	Cavité au sein du bâti/Nidification Milieux ouverts herbacé /Alimentation	Avérée	Avérée	PN3, BE2 ; LC	Faible	Modérés	R1, R4, R6, R7 A2, A3, A4	Faibles
	Epervier d'Europe* (*Accipiter nisus*)	Linéaire et arbres isolés/ Alimentation	Avérée	Avérée	PN3, BO2, BE3 ; LC	Faible	Très faibles	R1, R4, R6, R7 A2, A4	Très faibles
	Faucon crécerelle* (*Falco tinnunculus*)	Milieux ouverts /Alimentation	Avérée	Avérée	PN3, BO2, BE2 ; NT	Faible	Faibles	R6, R7 A3, A4	Très faible
	Hibou-moyen duc* (*Asio otus*)	Alignement de vieux arbres/ Nidification	Avérée	Avérée	PN3, BE2 ; LC	Faible	Modérés	R1, R4, R6, R7 A2, A3, A4	Faibles
	Huppe fasciée* (*Upupa epops*)	Milieux ouverts/ alimentation	Avérée	Avérée	PN3, BE3 ; LC	Faible	Faibles	R1, R4, R6, R7 A2, A3, A4	Très faible
	Hirondelle rustique* (*Hirundo rustica*)	Bâti/ Nidification Ensemble de la zone aérienne/ Alimentation	Avérée	Avérée	PN3, BE2 ; NT	Faible	Faibles	R1, R4, R6, R7 A4	Très faible
	Milan noir* (*Milvus migrans*)	Milieux ouverts/ Alimentation	Avérée	Avérée	PN3, DO1, BO2, BE3 ; LC	Faible	Très faibles	R4, R6, R7 A4	Très faibles
	Moineau friquet* (*Passer montanus*)	Cavité du bâti/ Nidification Milieux ouverts	Avérée	Avérée	PN3, BE3 ; EN	Faible	Faibles	R1, R4, R6, R7 A4	Très faible
	Vautour percnoptère* (*Neophron percnopterus*)	Cadavre et restes osseux / Alimentation	Avérée	Avérée	PN3, DO1, BO2, BE3 ; EN	Faible	Très faibles	-	Très faible
	Cortège des oiseaux communs (Espèces nicheuses protégées)	Ensemble des milieux buissonnants, arborés de manière générale/Nidification	Avérée	Avérée	-	Très faible	Faibles	R1, R4, R6, R7 A2, A3, A4	Très faible
Mammifères	**Murin de Bechstein*** (*Myotis bechsteinii*)	Milieux semi-ouverts, lisières, cours d'eau : alim./dépla.	Avérée	Avérée	PN, BE2, B02, DH4, DH2 ; NT	Modéré	Faible	R1, R4, R6, R7 A2, A3, A4	Très faibles

Groupe considéré	Espèce	Interaction habitats/espèces	Présence		Statut de protection, liste rouge	Enjeu zone d'étude	Impacts bruts	Mesure d'atténuation	Impacts résiduels
			Zone d'étude	Zone d'emprise					
Mammifères	**Petit et Grand Murin*** *(Myotis blythii / myotis)*	Milieux ouverts ou semi-ouverts, lisières, canal : alim./dépla.	Avérée	Avérée	PN, BE2, B02, DH4, DH2 ; LC/NT	Modéré	Faible	R1, R3, R4, R5, R7 A2, A4	Très faibles
	Minioptère de Schreibers* (*Miniopterus schreibersi)*	Milieux ouverts ou semi-ouverts, lisières, canal : alim./dépla.	Potentielle	Potentielle	PN, BE2, B02, DH4, DH2 ; VU	Modéré	Faible	R1, R3, R4, R5, R7 A2, A4	Très faibles
	Murin à oreilles échancrées* *(Myotis emarginatus)*	Milieux semi-ouverts, lisières, cours d'eau : alim./dépla.	Potentielle	Potentielle	PN, BE2, B02, DH4, DH2 ; LC	Modéré	Faible	R1, R3, R4, R5, R7 A2, A4	Très faibles
	Murin cryptique* *(Myotis crypticus)*	Milieux ouverts ou semi-ouverts, lisières, canal : alim./dépla.	Avérée	Avérée	PN, DH4, BE2, BO2 ; LC	Faible	Faibles	R1, R3, R4, R5, R7 A2, A3, A4	Très faibles
	Molosse de Cestoni* *(Tadarida teniotis)*	Tous les milieux : alim./dépla.	Avérée	Avérée	PN, BE2, B02, DH4 ; NT	Faible	Faibles	R1, R4, R6, R7 A2, A4	Très faibles
	Noctule de Leisler* *(Nyctalus leisleri)*	Tous les milieux : alim./dépla. Gite arboricole	Avérée	Avérée	PN, BE2, B02, DH4 ; NT	Faible	Faibles	R1, R3, R4, R5, R7 A2, A4	Très faibles
	Sérotine commune* *(Eptesicus serotinus)*	Tous les milieux : alim./dépla.	Avérée	Avérée	PN, BE2, B02, DH4 ; NT	Faible	Faibles	R1, R3, R4, R5, R7 A2, A4	Très faibles
	Pipistrelle pygmée* *(Pipistrellus pygmaeus)*	Tous les milieux, proximité canal : alim./dépla.	Avérée	Avérée	PN, BE2, B02, DH4 ; LC	Faible	Faibles	R1, R3, R4, R5, R7 A2, A3, A4	Très faibles
	Pipistrelle de Nathusius *(Pipistrellus nathusii)*	Milieux semi-ouverts à proximité du canal : alim./dépla.	Avérée	Avérée	PN, BE2, B02, DH4 ; NT	Faible	Faibles	R1, R3, R4, R5, R7 A2, A3, A4	Très faibles
	Murin de Daubenton *(Myotis daubentonii)*	Milieux ouverts ou semi-ouverts, lisières, canal : alim./dépla.	Avérée	Avérée	PN, BE2, B02, DH4 ; LC	Faible	Faibles	R1, R3, R4, R5, R7 A2, A3, A4	Très faibles

Groupe considéré	Espèce	Interaction habitats/espèces	Présence		Statut de protection, liste rouge	Enjeu zone d'étude	Impacts bruts	Mesure d'atténuation	Impacts résiduels
			Zone d'étude	Zone d'emprise					
Mammifères	**Oreillard gris*** *(Plecotus austroiacus)*	Milieux ouverts ou semi-ouverts, canal : alim./dépla.	Avérée	Avérée	PN, BE2, B02, DH4 ; LC	Faible	Faibles	R1, R3, R4, R5, R6, R7 A2, A4	Très faibles
	Pipistrelle commune* *(Pipistrellus pipistrellus)*	Tous les milieux : alim./dépla.	Avérée	Avérée	PN, BE2, B02, DH4 ; NT	Faible	Faibles	R1, R3, R4, R5, R7 A2, A3, A4	Très faibles
	Pipistrelle de Kuhl* *(Pipistrellus kuhlii)*	Tous les milieux : alim./dépla.	Avérée	Avérée	PN, BE2, B02, DH4 ; LC	Faible	Faibles	R1, R3, R4, R5, R7 A2, A3, A4	Très faibles
	Vespère de Savi* *(Hypsugo savi)*	Tous les milieux : alim./dépla.	Avérée	Avérée	PN, BE2, B02, DH4 ; LC	Faible	Faibles	R1, R4, R5, R6, R7 A2, A4	Très faibles
	Loir gris *(Glis glis)*	Milieux ouverts ou semi-ouverts, lisières : habitat d'espèce	Avérée	Avérée	BE3 ; LC	Faible	Très faibles	R3, R5, R6, R7 A4	Négligeables
	Hérisson d'Europe* *(Erinaceus europaeus)*	Milieux ouverts ou semi-ouverts, lisières : habitat d'espèce	Avérée	Avérée	PN, BE3 ; LC	Faible	Faibles	R1, R5, R6, R7 A2, A4	Très faibles
	Ecureuil roux* *(Sciurus vulgaris)*	Milieux semi-ouverts ou forestiers, lisières : alim./dépla. Gite arboricole	Potentielle	Potentielle	PN, BE3 ; LC	Faible	Très faibles	R1, R4, R5, R6, R7 A2, A4	Négligeables
	Belette *(Mustela nivalis)*	Milieux ouverts ou semi-ouverts, lisières : habitat d'espèce	Potentielle	Potentielle	BE3 ; LC	Faible	Très faibles	R3, R5, R6, R7 A4	Négligeables
	Blaireau européen *(Meles meles)*	Tous les milieux : habitat d'espèce	Potentielle	Potentielle	BE3 ; LC	Faible	Très faibles	R1, R4, R5, R6, R7 A2, A4	Négligeables

* Espèce protégée

Espèce avérée **Espèce potentielle**

Sigles

AE : Autorité Environnementale

AFB : Agence Française de la Biodiversité

APPB : Arrêté Préfectoral de Protection de Biotope

CBN : Conservatoire Botanique National

CDNPS : Commission Départementale de la Nature, des Paysages et des Sites

CdL : Conservatoire du Littoral

CEN : Conservatoire des Espaces Naturels

CNPN : Conseil National de la Protection de la Nature

COPIL : COmité de PILotage Natura 2000

CRBPO : Centre de Recherches sur la Biologique des Populations d'Oiseaux

CSRPN : Conseil Scientifique Régional du Patrimoine Naturel

DDEP : Dossier de Dérogation Espèces Protégées

DDT : Direction Départementale des Territoires

DDTM : Direction Départementale des Territoires et de la Mer

DFCI : Défense de la Forêt Contre les Incendies

DOCOB : Document d'Objectifs

DREAL : Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement

DTA : Directive Territoriale d'Aménagement

EBC : Espace Boisé Classé

EIE : Etude d'Impact sur l'Environnement

ENS : Espace Naturel Sensible

ERC : Eviter/Réduire/Compenser

FSD : Formulaire Standard de Données

GCP : Groupe Chiroptères de Provence

ICPE : Installation Classée pour la Protection de l'Environnement

INFLOVAR : Association loi 1901, dont le but est de mener l'inventaire et la cartographie de la flore du Var

INPN : Inventaire National du Patrimoine Naturel

LPO : Ligue pour la Protection des Oiseaux

MAB : Man And Biosphere

MISE : Mission Inter-Services de l'Eau

MNHN : Muséum National d'Histoire Naturelle

MRAe : Mission Régionale d'Autorité environnementale

OLD : Obligation Légale de Débroussaillement

ONCFS : Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage

ONEM : Observatoire Naturaliste des Ecosystèmes Méditerranéens

ONEMA : Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques

ONF : Office National des Forêts

OPIE : Office Pour les Insectes et leur Environnement

PLU : Plan Local d'Urbanisme

PN : Parc National

PNA : Plan National d'Actions

PNR : Parc Naturel Régional

POS : Plan d'Occupation des Sols

PPR : Plan de Prévention des Risques

PPRI : Plan de Prévention du Risque Inondation

pSIC : proposition de Site d'Importance Communautaire

RNN : Réserve Naturelle Nationale

RNR : Réserve Naturelle Régionale

SAGE : Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux

SCAP : Stratégie de Création d'Aires Protégées

SCOT : Schéma de Cohérence Territoriale

SDAGE : Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux

SIC : Site d'Importance Communautaire

SIG : Système d'Information Géographique

SFEPM : Société Française pour l'Etude et la Protection des Mammifères

SOPTOM : Station d'Observation et de Protection des Tortues et de leurs Milieux

UICN : Union Internationale pour la Conservation de la Nature

ZICO : Zone Importante pour la Conservation des Oiseaux

ZNIEFF : Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique, Faunistique et Floristique

ZPS : Zone de Protection Spéciale

ZSC : Zone Spéciale de Conservation

Bibliographie

■ **Générale**

ANDRE P., DELISLE C. E. & REVERET J.-P., 2003 – L'évaluation des impacts sur l'environnement, processus, acteurs et pratique pour un développement durable, Deuxième édition, Presses internationales Polytechnique, 519 p.

■ **Habitats naturels/Flore**

AGENCE MEDITERRANENNE DE L'ENVIRONNEMENT, CONSERVATOIRE BOTANIQUE NATIONAL MEDITERRANEEN DE PORQUEROLLES, 2003 - Plantes envahissantes de la région méditerranéenne. Agence Méditerranéenne de l'Environnement. Agence Régionale pour l'Environnement PACA. 48p.

BENSETTITI F., BOULLET V., CHAVAUDRET-LABORIE C. & DENIAUD J. (coord.), 2005 - « Cahiers d'habitats » Natura 2000. Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire. Tome 4 - Habitats agropastoraux. MEDD/MAAPAR/MNHN. Éd. La Documentation française, Paris, 2 volumes : 445 p. et 487 p.

BISSARDON M., GUIBAL L. & RAMEAU J.-C., 1997 – CORINE Biotopes - Version originale - Types d'habitats français ; Ecole nationale du génie rural et des eaux et forêts, Laboratoire de recherches en sciences forestières, Nancy (France), 339 p.

BOURNERIAS M., PRAT D. et al., (collectif de la Société Française d'Orchidophilie), 2005 - Les Orchidées de France, Belgique et Luxembourg, 2e édition. Ed. Biotope, Mèze (collection Parthénope), 504 p.

COMMISSION EUROPEENNE, 2013 – Interpretation manual of european union habitats, version EUR28, 146 p.

DANTON P. & BAFFRAY M. (dir. sc. Reduron J.-P.), 1995 – Inventaire des plantes protégées en France. Ed. Nathan, Paris / A.F.C.E.V., Mulhouse, 296 p.

DELFORGE P., 2012 - Guide des orchidées de France, de Suisse et du Benelux. Nouvelle édition revue et augmentée. Delachaux et Niestlé, Paris, 304 p.

DUSAK F., PRAT D., 2010 – Atlas des orchidées de France. Collection Parthénope (Biotope), Mèze, 400 p.

JAUZEIN P., 1995 – Flore des champs cultivés. INRA édit., Paris, 898 p.

LOUVEL J., GAUDILLAT V. & PONCET L., 2013 - EUNIS, European Nature Information System, Système d'information européen sur la nature. Classification des habitats. Traduction française. Habitats terrestres et d'eau douce. MNHN-DIREV-SPN, MEDDE, Paris, 289 p.

LOUVEL J., GAUDILLAT V. & PONCET L., 2013 - EUNIS, Correspondances entre les classifications EUNIS et CORINE Biotopes. Habitats terrestres et d'eau douce. Version 1. MNHN-DIREVSPN, MEDDE, Paris, 43 p.

MULLER S. (coord.), 2004 – Plantes invasives en France. Collection Patrimoines Naturels, 62. Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris, 168 p.

NOBLE V., VAN ES J., MICHAUD H., GARRAUD L. (coordination), 2015. Liste Rouge de la flore vasculaire de Provence-Alpes-Côte d'Azur – Version mise en ligne. Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement & Région Provence-Alpes-Côte d'Azur, 14 pp.

OLIVIER L., GALLAND J.-P., MAURIN H., & ROUX J.-P., 1995 – Livre rouge de la flore menacée de France. Tome I : Espèces prioritaires. Muséum National d'Histoire Naturelle / Conservatoire Botanique National de Porquerolles / Ministère de l'Environnement éds, 621 p.

PAVON D., 2014 – Mémento pour l'aide à la détermination de la flore vasculaire du département des Bouches-du-Rhône. Bulletin de la Société linnéenne de Provence, numéro spécial 18, 248 p.

PAVON D., PIRES M., 2020 – FLORE DES BOUCHES-DU-RHÔNE, Naturalia Publications, 351p.

PIRES M. & PAVON D. (coord.), 2018. La Flore remarquable des Bouches du Rhône. Plantes, milieux naturels et paysages. Biotope éditions, Mèze, 468 p.

PRELLI R., 2001 – Les Fougères et plantes alliées de France et d'Europe occidentale. Belin, Paris, 431 p.

TERRIN E., DIADEMA K., FORT N., 2014 – Stratégie régionale relative aux espèces végétales exotiques envahissantes en Provence-Alpes-Côte d'Azur et son plan d'actions. Conservatoire botanique national alpin (Gap) et Conservatoire botanique national méditerranéen de Porquerolles, 454 p.

TISON J.M., JAUZEIN P., MICHAUD H., 2014 - Flore de la France méditerranéenne continentales. Ed. Naturalia/ Conservatoire botanique national méditerranéen de Porquerolles publications, Turriers, 2879p.

TISON J.-M., DE FOUCAULT B. (coords), 2014 - FLORA GALLICA - FLORE DE FRANCE, Ed. Biotope (Mèze), 1196 p.

UICN France, FCBN, AFB & MNHN (2018). La Liste rouge des espèces menacées en France – Chapitre Flore vasculaire de France métropolitaine. Paris, France.

UICN France, FCBN & MNHN (2012). La Liste rouge des espèces menacées en France - Chapitre Flore vasculaire de France métropolitaine : premiers résultats pour 1 000 espèces, sous-espèces et variétés. Dossier électronique.

UICN France, MNHN, FCBN & SFO (2010). La Liste rouge des espèces menacées en France - Chapitre Orchidées de France métropolitaine. Paris, France.

■ **Zones humides**

AGENCE DE BASSIN RHONE MEDITERRANEE ET CORSE, 2001. Guide technique SDAGE n°5, Fonctionnement des Zones Humides.

■ **Insectes**

BELLMANN H. & LUQUET G., 2009 - Guide des sauterelles, grillons et criquets d'Europe occidentale. Delachaux et Niestlé, 383 p.

■ **Amphibiens/Reptiles**

ACEMAV coll., DUGUET R. & MELKI F. ed., 2003 – les Amphibiens de France, Belgique et Luxembourg. Collection Parthénope, éditions Biotope, Mèze (France). 480 p.

DE MASSARY J.-C., BOUR R., CHEYLAN M., CROCHET P.-A., DEWYNTER M., GENIEZ P., INEICH I., OHLER A., VIDAL N. & LESCURE J., 2019 – Nouvelle liste taxinomique de l'herpétofaune de la France métropolitaine. *Bull. Soc. Herp. Fr.,* 104 : 37-56.

MIAUD C. & MURATET J., 2004 – Identifier les œufs et les larves des amphibiens de France. Coll. Techniques et pratiques, INRA Editions, Paris ; 200 p.

MURATET J., 2007 – Identifier les Amphibiens de France métropolitaine, Guide de terrain. Ecodiv, France ; 291 p.

NOLLERT A. & NOLLERT C., 2003 – Guide des amphibiens d'Europe, biologie, identification, répartition. Coll. Les guides du naturaliste, éd Delachaux & Niestlé, Paris ; 383 p.

UICN France, MNHN & SHF 2015 – Liste rouge des espèces menacées en France – Chapitre Reptiles et Amphibiens de France métropolitaine. Paris, France.

VACHER J.P & GENIEZ M., (coords) 2010 – Les Reptiles de France, Belgique, Luxembourg et Suisse. Biotope, Mèze (Collection Parthénope) ; Muséum national d'Histoire naturelle, Paris, 544 p.

■ **Oiseaux**

UICN, 2008 – La liste rouge des espèces menacées en France. Oiseaux nicheurs de France métropolitaine, 14 p.

■ **Mammifères**

ARTHUR L. & LEMAIRE M., 2005 – Les chauves-souris maîtresses de la nuit. Delachaux et Niestlé, Paris, 272p.

Annexe 1 Critères d'évaluation

Un certain nombre d'outils réglementaires ou scientifiques permet de hiérarchiser l'intérêt patrimonial des milieux et des espèces observés sur un secteur donné. Il devient alors possible, en utilisant des critères exclusivement biologiques, d'évaluer l'enjeu de conservation des espèces et des habitats, à une échelle donnée. Dans le présent rapport, les statuts réglementaires sont mentionnés explicitement dans les descriptions d'espèces et les tableaux récapitulatifs.

❖ Habitats naturels

Les habitats, en tant qu'entités définies par la directive Habitats bénéficient du statut réglementaire suivant :

■ Directive Habitats

Il s'agit de la directive européenne n°92/43/CEE du 21 mai 1992 concernant la conservation des habitats naturels ainsi que de la faune et de la flore sauvages, elle est entrée en vigueur le 5 juin 1994 :

- Annexe 1 : mentionne les habitats d'intérêt communautaire (désignés « DH1 ») et prioritaire (désignés « DH1* »), habitats dont la conservation nécessite la désignation de Zones Spéciales de Conservation (ZSC).

■ Liste rouge des écosystèmes en France

Le comité français de l'UICN et le Muséum national d'histoire naturelle ont décidé de s'associer pour la mise en œuvre de « La Liste rouge des écosystèmes en France, selon les catégories et critères de l'UICN » Cette liste a été publiée en 2018. Six niveaux de menaces sont ainsi attribués aux habitats évalués : « LC » Préoccupation Mineure ; « NT » Quasi Menacée ; « VU » Vulnérable ; « EN » En Danger ; « CR » En Danger Critique d'Extinction ; « DD » Données Insuffisantes (UICN France, 2018).

■ Zones humides

Selon l'article L. 211-1-1 du code de l'environnement :

« La préservation et la gestion durable des zones humides définies à l'article L.211-1 du code de l'environnement sont d'intérêt général. ». Ce dernier vise en particulier la préservation des zones humides dont l'intérêt patrimonial se retranscrit à travers plus de 230 pages d'enveloppes réglementaires. A noter que :

- leur caractérisation et leur critères de délimitation sont régis selon l'arrêté du 1er octobre 2009 en application des articles L.214-7-1 et R.211-108 du code de l'environnement selon des critères pédologiques, botaniques ainsi que d'habitats et désignés « ZH » ;
- le décret du 17 juillet 2006 précise la nomenclature des opérations soumises à autorisation ou à déclaration conformément à l'application de la Loi sur l'Eau et les Milieux Aquatiques de 2006, en intégrant les Zones humides.

Les zones humides peuvent donc prétendre au titre de la Loi sur l'Eau et les Milieux Aquatiques de 2006 à des mesures correctives ou compensatoires, relatives et résultantes aux aménagements portant atteinte à leur intégrité et/ou à leur fonctionnalité.

■ Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique Faunistique et Floristique (ZNIEFF)

Les ZNIEFF constituent le socle de l'inventaire du patrimoine naturel. Une liste des espèces et des habitats déterminants (Dét ZNIEFF) ou remarquables (Rq ZNIEFF) ayant servi à la désignation de ces ZNIEFF a été établie pour chaque région et est disponible sur les sites de leurs DREAL respectives.

- PACA : http://www.paca.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/ZNIEFF-2eGEN-ANNEXE1-listes_cle2df19d.pdf

■ Stratégie de Création d'Aires Protégées

La Stratégie nationale de Création d'Aires Protégées terrestres métropolitaines (SCAP) vise, tout d'abord, à évaluer l'ensemble du réseau d'aires protégées existant, en tenant compte des connaissances actuellement disponibles, afin de pouvoir, ensuite, proposer la planification d'une stratégie d'actions. Le Muséum National d'Histoire

Naturelle a notamment participé à l'élaboration d'une liste d'espèces et d'habitats (liste SCAP) qui constitue le fondement du diagnostic patrimonial du réseau actuel des espaces naturels français.

- Pr1 SCAP : espèce ou habitat de priorité 1 pour la SCAP.

❖ Flore

■ **Espèces végétales protégées par la loi française**

Pour la flore vasculaire (ce qui exclut donc les mousses, algues, champignons et lichens), deux arrêtés fixent en région PACA la liste des espèces intégralement protégées par la loi française. Il s'agit de :

- La liste nationale des espèces protégées sur l'ensemble du territoire métropolitain (désignées « PN »), de l'arrêté du 20 janvier 1982 paru au J.O. du 13 mai 1982, modifié par l'arrêté du 31 août 1995 paru au J.O. du 17 octobre 1995, modifié par l'arrêté du 14 décembre 2006 paru au J.O. du 24 février 2007, et par celui du 23 mai 2013 paru au J.O. du 7 juin 2013. Cette liste reprend notamment toutes les espèces françaises protégées en Europe par la Convention de Berne (1979).
- La liste régionale des espèces protégées en Provence-Alpes-Côte d'Azur (désignées « PR »), de l'arrêté du 9 mai 1994 paru au J.O. du 26 juillet 1994. Cette liste complète la liste nationale précitée.

■ **Livre rouge de la flore menacée de France**

- Le tome 1 (désigné « LR1 »), paru en 1995 recense 485 espèces ou sous-espèces dites « prioritaires », c'est-à-dire éteintes, en danger, vulnérables ou simplement rares sur le territoire national métropolitain.
- Le tome 2 (désigné « LR2 »), à paraître, recensera les espèces dites « à surveiller », dont une liste provisoire de près de 600 espèces figure à titre indicatif en annexe dans le tome 1.

Une actualisation scientifique de ce dernier tome est effectuée régulièrement par le Conservatoire Botanique National Méditerranéen de Porquerolles (C.B.N.M.P.). Elle ne possède pour l'instant aucune valeur officielle mais peut déjà servir de document de travail.

Ainsi, seules les espèces figurant sur la liste du tome 1 sont réellement menacées. Elles doivent être prises en compte de façon systématique, même si elles ne bénéficient pas de statut de protection. Celles du tome 2 sont le plus souvent des espèces assez rares en France mais non menacées à l'échelle mondiale ou bien des espèces endémiques de France (voire d'un pays limitrophe) mais relativement abondantes sur notre territoire, bien qu'à surveiller à l'échelle mondiale.

■ **Liste rouge de la flore vasculaire de France métropolitaine**

Le comité français de l'UICN appuyé du Muséum National d'Histoire Naturelle et de la Fédération des Conservatoires botaniques nationaux a publié en 2018 la Liste rouge des espèces menacées en France « Flore vasculaire de France métropolitaine ». Neuf niveaux de menaces sont ainsi attribués aux espèces évaluées : « LC » Préoccupation Mineure ; « NT » Quasi Menacée ; « VU » Vulnérable ; « EN » En Danger ; « CR » En Danger Critique d'Extinction ; « RE » Disparue de France métropolitaine ; « EW » Eteinte à l'état sauvage ; « EX » Eteinte au niveau mondial ; « DD » Données Insuffisantes (UICN France, FCBN, AFB & MNHN, 2018). Une autre catégorie a été définie : « NE » Non évaluée.

(http://uicn.fr/liste-rouge-france/)

■ **Liste rouge de la flore de PACA**

La Liste rouge de l'UICN est reconnue comme l'outil le plus fiable au niveau mondial pour évaluer le risque d'extinction des espèces. Fondée sur une solide base scientifique, elle met en lumière le déclin marqué et continu de la biodiversité dans le monde grâce à différents critères précis. En 2015, l'évaluation des espèces de la flore de PACA a été publiée. Des mises à jour de cette liste sont régulièrement réalisées en ligne. Sept niveaux de menaces sont ainsi attribués aux espèces : « DD » Données Insuffisantes ; « LC » Préoccupation Mineure ; « NT » Quasi Menacée ; « VU » Vulnérable ; « EN » En Danger ; « CR » En Danger Critique d'Extinction et « RE » Disparue de France métropolitaine. Une autre catégorie a été définie : « NA » Non applicable.

(http://bdd.flore.silene.eu/catalogue_reg/paca/index.php)

- **Directive Habitats**

Différentes annexes de cette directive concernent les espèces, notamment la flore :

- Annexe 2 : Espèces d'intérêt communautaire (désignées « DH2 ») dont la conservation nécessite la désignation de Zones Spéciales de Conservation (ZSC).
- Annexe 4 : Espèces (désignées « DH4 ») qui nécessitent une protection stricte, sur l'ensemble du territoire de l'Union Européenne.
- Annexe 5 : Espèces (désignées « DH5 ») dont le prélèvement dans la nature et l'exploitation sont susceptibles de faire l'objet de mesures de gestion.

- **Plan National d'Action (PNA)**

Les plans nationaux d'actions visent à définir les actions nécessaires à la conservation et à la restauration des espèces les plus menacées. Cet outil de protection de la biodiversité est mis en œuvre par la France depuis une quinzaine d'année. Ces plans ont été renforcés suite au Grenelle Environnement. La Direction générale de l'aménagement du logement et de la nature a notamment produit une brochure offrant un aperçu de cet instrument de protection des espèces menacées à tous les partenaires potentiellement impliqués dans leur réalisation (élus, gestionnaires d'espaces naturels, socioprofessionnels, protecteurs de la nature, etc.). http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/PNA-Objectifs_exemples_brochure.pdf

- espèce PNA : espèce concernée par un PNA

Certains de ces plans ont également été déclinés aux échelles régionales :

- espèce PRA : espèce incluse dans la déclinaison régionale du PNA.

- **Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique Faunistique et Floristique (ZNIEFF)**

Cf. ci-dessus.

- **Stratégie de Création d'Aires Protégées**

Cf. ci-dessus.

❖ Mollusques

- **Directive Habitats (annexe 2)**

Directive dont l'annexe 2 concerne trois espèces de gastéropodes terrestres (DH2).

- **Liste nationale des mollusques protégés sur l'ensemble du territoire métropolitain**

Cette liste est issue de l'arrêté du 7 octobre 1992 ; elle concerne 57 espèces (désignées « PN »).

- **Plan National d'Action (PNA)**

Cf. ci-dessus.

- **Travaux concernant les espèces menacées**

Deux outils non réglementaires mais à forte valeur scientifique permettent de juger de la valeur patrimoniale des mollusques continentaux rencontrés. Il s'agit de :

- l'inventaire des mollusques d'intérêt patrimonial de la région PACA (espèces clés pour la désignation des ZNIEFF en région PACA) dressée par GARGOMINY & RIPKEN (1999) ;
- la liste rouge mondiale des espèces menacées (IUCN, 2006).

Les connaissances personnelles d'experts locaux permettent aussi de porter un jugement quant à la rareté et/ou au statut local de menace d'une espèce.

- **Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique Faunistique et Floristique (ZNIEFF)**

Cf. ci-dessus.

❖ Insectes

- **Convention de Berne**

Convention relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel de l'Europe (19/09/1979) listant en annexe 2 la faune strictement protégée et en annexe 3 la faune protégée dont l'exploitation est réglementée (espèces désignées « BE2 » et « BE3 »).

- **Directive Habitats (annexes 2, 4 et 5)**

Cf. ci-dessus.

- **Liste nationale des insectes protégés sur l'ensemble du territoire métropolitain**

Cette liste est issue de l'arrêté du 23 avril 2007. Elle élargit la protection de l'espèce à son « milieu particulier », c'est-à-dire l'habitat d'espèce. Les espèces protégées seront désignées par « PN ». Cette liste concerne 64 espèces.

- **Listes rouges**

Elles présentent les espèces constituant un enjeu de conservation indépendamment de leur statut de protection. Il existe des listes rouges départementales, régionales, nationales ou européennes d'espèces menacées. Au niveau européen, il s'agit de la liste rouge des Lépidoptères diurnes (VAN SWAAY *et al*., 2010). Au niveau national, il s'agit des listes rouges des Lépidoptères diurnes (UICN, 2012), des Orthoptères (SARDET & DEFAUT, 2004), des Éphémères (UCIN France, MNHN & OPIE, 2018), des Libellules (UICN France, MNHN, OPIE & SFO, 2016) et des Crustacés d'eau douce (ICN France & MNHN 2014).

Au niveau régional, il s'agit des listes rouges des Rhopalocères et Zygènes de Provence-Alpes-Côte d'Azur (BENCE *et al.,* 2014), des papillons de jour de Provence-Alpes-Côte d'Azur (BENCE et al., 2016), des papillons de jour de Provence-Alpes-Côte d'Azur (BENCE et al., 2016), des Odonates de Provence-Alpes-Côte d'Azur (UCIN France, MNHN, OPIE & SFO, 2016, revisité par LAMBRET P., RONNE C., BENCE S., BLANCHON Y., BLETTERY J., DURAND E., LECCIA MF. & PAPAZIAN M., 2017) et de Rhône-Alpes (DELIRY & Groupe SYMPETRUM, 2013) et des Orthoptères de Provence-Alpes-Côte d'Azur (BENCE et al., 2018).

Tous les groupes ne disposant pas de telles listes au niveau régional ou même national, l'identification des espèces dites « patrimoniales » peut s'appuyer uniquement sur dires d'experts.

- **Plan National d'Action (PNA)**

Cf. ci-dessus.

- **Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique Faunistique et Floristique (ZNIEFF)**

Cf. ci-dessus.

- **Stratégie de Création d'Aires Protégées**

Cf. ci-dessus.

❖ Poissons

- **Directive Habitats (annexes 2, 4 et 5)**

Cf. ci-dessus.

- **Classement des cours d'eau et continuité écologique**

La continuité écologique est une notion que les lois « Grenelle » de 2009 et 2010 ont mise en avant en créant la trame verte et bleue. Toutefois, la notion de continuité écologique des cours d'eau (circulation des poissons et transport des sédiments) existait déjà dans sa dimension « circulation des poissons » avec, depuis 1984, l'obligation d'aménagement de « passes à poissons » dans un délai de cinq ans pour de nombreux ouvrages existants. Du point

de vue réglementaire (article R214-109 du code de l'environnement), un obstacle à la continuité d'un cours d'eau est un ouvrage qui répond à au moins un critère parmi les suivants :

- Il ne permet pas la libre circulation des espèces biologiques et l'accès aux zones indispensables à leur reproduction, leur croissance, leur alimentation ou leur abri ;
- Il empêche le bon déroulement du transport naturel des sédiments ;
- Il interrompt les connexions latérales avec les réservoirs biologiques ;
- Il affecte substantiellement l'hydrologie des réservoirs biologiques.

L'article L214-17 du Code de l'environnement, introduit par la Loi sur l'eau et les milieux aquatiques (LEMA) de décembre 2006, réforme les classements des cours d'eau en les adossant aux objectifs de la directive cadre sur l'eau déclinés dans les SDAGE. Ainsi les anciens classements (nommés L432-6 et loi de 1919) sont remplacés par un nouveau classement établissant deux listes distinctes :

- 1° Une liste de cours d'eau, parties de cours d'eau ou canaux parmi ceux qui sont en très bon état écologique ou identifiés par les schémas directeurs d'aménagement et de gestion des eaux comme jouant le rôle de réservoir biologique nécessaire au maintien ou à l'atteinte du bon état écologique des cours d'eau d'un bassin versant ou dans lesquels une protection complète des poissons migrateurs vivant alternativement en eau douce et en eau salée est nécessaire, sur lesquels aucune autorisation ou concession ne peut être accordée pour la construction de nouveaux ouvrages s'ils constituent un obstacle à la continuité écologique.

  Le renouvellement de la concession ou de l'autorisation des ouvrages existants, régulièrement installés sur ces cours d'eau, parties de cours d'eau ou canaux, est subordonné à des prescriptions permettant de maintenir le très bon état écologique des eaux, de maintenir ou d'atteindre le bon état écologique des cours d'eau d'un bassin versant ou d'assurer la protection des poissons migrateurs vivant alternativement en eau douce et en eau salée ;

- 2° Une liste de cours d'eau, parties de cours d'eau ou canaux dans lesquels il est nécessaire d'assurer le transport suffisant des sédiments et la circulation des poissons migrateurs [amphihalins ou non]. Tout ouvrage doit y être géré, entretenu et équipé selon des règles définies par l'autorité administrative, en concertation avec le propriétaire ou, à défaut, l'exploitant.

- **Liste nationale des poissons protégés sur l'ensemble du territoire métropolitain**

L'arrêté du 08 décembre 1988 fixe la liste des espèces de poissons protégées sur l'ensemble du territoire national. Sont interdits en tout temps, sur tout le territoire national, la destruction ou l'enlèvement des œufs ainsi que la destruction, l'altération ou la dégradation des milieux particuliers, et notamment des lieux de reproduction, désignés par arrêté préfectoral (cf. Arrêtés frayères ci-dessous), des poissons des espèces désignées « PN ».

- **Arrêtés frayères**

Les espèces de la faune piscicole dont les frayères et les zones d'alimentation et de croissance doivent être particulièrement protégées de la destruction par l'article L.432-3 sont réparties, par arrêté du ministre chargé de l'environnement, entre les deux listes suivantes :

1° Sont inscrites sur la première liste les espèces de poissons dont la reproduction est fortement dépendante de la granulométrie du fond du lit mineur d'un cours d'eau. L'arrêté précise les caractéristiques de la granulométrie du substrat minéral correspondant aux frayères de chacune des espèces ;

2° Sont inscrites sur la seconde liste les espèces de poissons dont la reproduction est fonction d'une pluralité de facteurs, ainsi que les espèces de crustacés.

L'arrêté ministériel du 23 avril 2008 a fixé la liste des espèces à protéger (poissons de la première et de la seconde liste, crustacés de la seconde liste) et la circulaire du 21 janvier 2009 relative aux frayères et aux zones de croissance ou d'alimentation de la faune piscicole a apporté les éléments de cadrage pour l'établissement de l'inventaire des frayères qui a été réalisé avant 2012 dans chaque département. Les critères retenus pour la détermination des deux listes d'espèces de l'arrêté ministériel du 23 avril 2008 sont les suivants :

- Inscription dans les listes au titre de la réglementation sur les espèces protégées (arrêté du 8 décembre 1988 fixant la liste des espèces de poissons protégées sur l'ensemble du territoire national et l'annexe II de la directive habitat) ;
- Espèces inféodées aux eaux courantes dans la mesure où les espèces lacustres sont moins menacées par les activités et les travaux sur leurs habitats que par la dégradation de la qualité des eaux.

■ **Liste rouge des espèces de poissons d'eau douce menacées**

L'UICN a réalisé des listes rouges à l'échelle internationale (2008) et nationale (2002, 2010 et 2019) présentant les espèces constituant un enjeu de conservation.

Onze niveaux de menaces sont ainsi attribués aux espèces évaluées : « EX » éteint ; « EW » éteint à l'état sauvage ; « CR » gravement menacé d'extinction ; « EN » menacé d'extinction ; « VU » vulnérable ; « NE » non évalué ; « LR » faible risque ; « DE » dépendant de mesures de conservation ; « NT » quasi menacé ; « LE » préoccupation mineure ; « DD » insuffisamment documenté.

■ **Plan de gestion des poissons migrateurs Rhône-Méditerranée (PLAGEPOMI)**

L'objectif du plan de gestion des poissons migrateurs Rhône-Méditerranée (PLAGEPOMI 2016-2021) est la préservation et la reconquête durable des populations de poissons migrateurs amphihalins (Anguille, Alose du Rhône et Lamproie marine). Il intègre le plan de gestion de l'Anguille mis en place en réponse au règlement européen n°1100/2007 qui vise à reconstituer le stock de cette espèce.

Le PLAGEPOMI distingue des zones d'actions prioritaires (ZAP) et des zones d'actions à long terme (ZALT). Une zone d'action prioritaire est un ensemble de cours d'eau ou tronçons de cours d'eau sur lequel il existe un enjeu pour une espèce ou une population de poissons migrateurs amphihalins, par la présence d'habitats, de zones de grossissement ou de reproduction essentiels pour son maintien. La délimitation d'une ZAP confère à cette zone des objectifs de préservation et de restauration de la colonisation de ces habitats ou la possibilité de retour à la mer avec un faible risque de mortalité.

Une zone d'action à long terme est un ensemble de cours d'eau ou tronçons de cours d'eau sur lequel la présence de grands migrateurs est relictuelle ou historique et sur lequel des connaissances sont à acquérir ou à renforcer.

■ **Plan National d'Actions (PNA)**

Cf. ci-dessus.

■ **Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique Faunistique et Floristique (ZNIEFF)**

Cf. ci-dessus.

■ **Stratégie de Création d'Aires Protégées**

Cf. ci-dessus.

❖ Amphibiens et reptiles

Afin de cerner les enjeux concernant les amphibiens et les reptiles, les principaux textes réglementaires ou scientifiques les concernant, sont rappelés ci-dessous.

■ **Convention de Berne (annexes 2 et 3)**

Cf. ci-dessus.

■ **Directive Habitats (annexes 2, 4 et 5)**

Cf. ci-dessus.

■ **Liste nationale des reptiles et amphibiens protégés sur l'ensemble du territoire métropolitain**

Correspondant à l'arrêté du 19 novembre 2007 (publié au J.O. du 18 décembre 2007), établissant des listes d'espèces, auxquelles sont associés différents niveaux de protections. Ainsi, les espèces dont l'habitat est

également protégé sont désignées « PN2 », les espèces protégées dont l'habitat n'est pas protégé sont désignées « PN3 », les espèces partiellement protégées sont désignées « PN4 » et « PN5 ».

- **Inventaire de la faune menacée de France**

Cet ouvrage de référence, élaboré par la communauté scientifique (FIERS et al., 1997) (livre rouge), permet de faire un état des lieux des espèces menacées. Il liste 117 espèces de vertébrés strictement menacées sur notre territoire, voire disparues, dont notamment : 27 mammifères, 7 reptiles, 11 amphibiens. Pour chaque espèce, le niveau de menace est évalué par différents critères de vulnérabilité.

- **Liste rouge des amphibiens et reptiles de France métropolitaine**

La Liste rouge de l'UICN est reconnue comme l'outil le plus fiable au niveau mondial pour évaluer le risque d'extinction des espèces. Fondée sur une solide base scientifique, elle met en lumière le déclin marqué et continu de la biodiversité dans le monde grâce à différents critères précis. Le comité français de l'UICN a procédé début 2008 à l'évaluation des espèces d'amphibiens et de reptiles de France métropolitaine. Une mise à jour a été réalisée en 2015 (UCIN France, MNHN & SHF, 2015). Six niveaux de menaces sont ainsi attribués aux espèces évaluées : « LC » Préoccupation Mineure ; « NT » Quasi Menacée ; « VU » Vulnérable ; « EN » En Danger ; « CR » En Danger Critique d'Extinction ; « DD » Données Insuffisantes. (https://uicn.fr/liste-rouge-france/)

- **Liste rouge des amphibiens et reptiles de PACA**

La Liste rouge de l'UICN est reconnue comme l'outil le plus fiable au niveau mondial pour évaluer le risque d'extinction des espèces. Fondée sur une solide base scientifique, elle met en lumière le déclin marqué et continu de la biodiversité dans le monde grâce à différents critères précis. En 2017, l'évaluation des espèces des amphibiens et reptiles de PACA a été publiée. Huit niveaux de menaces sont ainsi attribués aux espèces : « NA » Non applicable ; « DD » Données Insuffisantes ; « LC » Préoccupation Mineure ; « NT » Quasi Menacée ; « VU » Vulnérable ; « EN » En Danger ; « CR » En Danger Critique ; « RE » Disparue au niveau régional.

- **Plan National d'Action (PNA)**

Cf. ci-dessus.

- **Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique Faunistique et Floristique (ZNIEFF)**

Cf. ci-dessus.

- **Stratégie de Création d'Aires Protégées**

Cf. ci-dessus.

❖ Oiseaux

- **Convention de Berne (annexes 2 et 3)**

Cf. ci-dessus.

- **Convention de Bonn**

Convention relative à la conservation des espèces migratrices appartenant à la faune sauvage du 23 juin 1979 (JORF du 30 octobre 1990). L'annexe I regroupe la liste des espèces menacées en danger d'extinction (désignées « BO1 ») c'est-à-dire les espèces dont l'aire de répartition pourrait disparaître ou toute espèce en danger. L'annexe II établit la liste des espèces dont l'état de conservation est défavorable (désignées « BO2 »).

- **Directive Oiseaux**

Directive européenne n°79/409/CEE concernant la conservation des oiseaux sauvages, elle est entrée en vigueur le 6 avril 1981.

- Annexe 1 : Espèces d'intérêt communautaire et Natura 2000 (désignées ci-après « DO1 ») nécessitant des mesures spéciales de conservation en particulier en ce qui concerne leurs habitats, afin d'assurer leur survie et leur reproduction dans l'aire de distribution.

- **Protection nationale**

Arrêté du 29 octobre 2009 fixant la liste des oiseaux protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection (J.O. du 5 décembre 2009). Les espèces protégées avec leurs habitats sont désignées « PN3 » (article 3 du présent arrêté) ; les espèces protégées sans leurs habitats sont désignées « PN4 » (article 4 du présent arrêté).

- **Liste rouge des oiseaux nicheurs, hivernants et de passage de France métropolitaine**

La Liste rouge de l'UICN est reconnue comme l'outil le plus fiable au niveau mondial pour évaluer le risque d'extinction des espèces. Fondée sur une solide base scientifique, elle met en lumière le déclin marqué et continu de la biodiversité dans le monde grâce à différents critères précis. Le comité français de l'UICN appuyé du Muséum National d'Histoire Naturelle a publié en 2016 la liste rouge des oiseaux nicheurs, hivernants et de passage de France métropolitaine. Sept niveaux de menaces sont ainsi attribués aux espèces évaluées : « LC » Préoccupation Mineure ; « NT » Quasi Menacée ; « VU » Vulnérable ; « EN » En Danger ; « CR » En Danger Critique d'Extinction ; « RE » Disparue de France métropolitaine ; « DD » Données Insuffisantes (UICN France *et al.*, 2016). Deux autres catégories ont été définies : « NA » Non applicable ; « NE » Non Evaluée.

- **Autres listes rouges**

Les scientifiques élaborent régulièrement des bilans sur l'état de conservation des espèces sauvages. Ces documents d'alerte, prenant la forme de « listes rouges », visent à évaluer le niveau de vulnérabilité des espèces, en vue de fournir une aide à la décision et de mieux orienter les politiques de conservation de la nature. Concernant les oiseaux, hormis la liste rouge de France métropolitaine, deux listes rouges sont classiquement utilisées comme référence :

- la liste rouge européenne des oiseaux (BIRDLIFE INTERNATIONAL, 2015) ;
- les listes rouges régionales, comme en Provence-Alpes-Côte d'Azur (LPO PACA & CEN PACA, 2016).

- **Plan National d'Actions (PNA)**

Cf. ci-dessus.

- **Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique, Faunistique et Floristique (ZNIEFF)**

Cf. ci-dessus.

- **Stratégie de Création d'Aires Protégées**

Cf. ci-dessus.

❖ Mammifères

Les mammifères peuvent être protégés à divers titres.

- **Convention de Berne (annexes 2 et 3)**

- **Convention de Bonn (annexe 2)**

- **Directive Habitats (annexes 2, 4 et 5)**

- **Liste nationale des mammifères terrestres protégés sur l'ensemble du territoire métropolitain**

Cette liste est issue de l'arrêté du 23 avril 2007, modifiant l'arrêté du 17 avril 1981. La protection s'applique aux éléments physiques ou biologiques réputés nécessaires à la reproduction ou au repos de l'espèce considérée.

- **Plan National d'Action (PNA)**

Cf. ci-dessus.

- **Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique Faunistique et Floristique (ZNIEFF)**

Cf. ci-dessus.

- **Stratégie de Création d'Aires Protégées**

Cf. ci-dessus.

- **Liste rouge des mammifères de France métropolitaine**

La Liste rouge de l'UICN est reconnue comme l'outil le plus fiable au niveau mondial pour évaluer le risque d'extinction des espèces. Fondée sur une solide base scientifique, elle met en lumière le déclin marqué et continu de la biodiversité dans le monde grâce à différents critères précis. Le comité français de l'UICN a publié en 2009 l'évaluation des espèces de mammifères de France métropolitaine qui a ensuite été mise à jour en 2017. Huit niveaux de menaces sont ainsi attribués aux espèces évaluées : « DD » Données Insuffisantes » ; « LC » Préoccupation Mineure ; « NT » Quasi Menacée ; « VU » Vulnérable ; « EN » En Danger ; « CR » En Danger Critique d'Extinction ; « RE » Disparue de métropole. Une autre catégorie a été définie : « NA » Non applicable.

Annexe 2 Présentation de l'équipe technique d'ECO-MED

Nom et fonction	**Jérôme VOLANT, Chargé d'études confirmé botaniste**
Diplômes	- **Master 2 professionnel (2009)** Sciences de l'Environnement Terrestre, spécialité professionnelle Biosciences de l'Environnement, parcours Expertise écologique et gestion de la biodiversité, Université Paul Cézanne / Aix-Marseille III. - Maîtrise Sciences de l'Environnement Terrestre (2007), spécialité Biodiversité et Ecologie Continentale, Université Paul Cézanne / Aix-Marseille III.
Spécialités	Botanique, Habitats naturels, Flore méditerranéenne, Cartographie.
Compétences	Ecologie végétale : - Inventaires floristiques et des habitats naturels, - Détermination et hiérarchisation des enjeux floristiques (espèces patrimoniales, envahissantes…), - Caractérisation (typologie CORINE Biotopes, EUR28 et EUNIS) et cartographie des habitats naturels (Logiciel SIG), - Mise en place de protocoles spécifiques (populations d'espèces végétales). Détermination des continuités écologiques (TVB) à différentes échelles (PLU),
Expérience	**Expert naturaliste depuis 2009 pour ECO-MED** Rédaction d'études réglementaires : - Volet naturel d'étude d'impact (VNEI), - Evaluation des incidences Natura 2000 (EAI/ESI), - Dossier de Dérogation « Espèces Protégées » (DDEP). - PLU : Volet naturel de l'état initial et de l'évaluation environnementale (VNEE). Elaboration et réalisation de : - Pré-cadrage écologique/Œil de l'expert/Pré-diagnostic écologique, - Suivis et veilles écologiques, - Plans de gestion, - TVB. Gestion d'équipes, de plannings et de ressources de projets.
Missions réalisées	Réalisation d'inventaires et rédaction.

Nom et fonction	**Léo NERY, Technicien botaniste**
Diplôme	- Diplôme Universitaire de Botanique de Terrain, Université de Picardie Jules Verne. Titre homologué : Jardinier-Botaniste CFPPA de Chateaufarine à Besançon.
Spécialité	Botanique, Habitats naturels, flore méditerranéenne.
Compétences	- Inventaires de la flore et des habitats naturels, - Détermination et hiérarchisation des enjeux floristiques (espèces patrimoniales, envahissantes…), - Caractérisation (typologie CORINE Biotopes, EUR28 et EUNIS) et cartographie des habitats naturels (Logiciel SIG), Suivis floristiques.
Expérience	Expert naturaliste depuis 2019 pour ECO-MED - Inventaires flore et végétation. Cartographie des habitats naturels et semi-naturels.
Missions réalisées	Réalisation d'inventaires et rédaction.

Nom et fonction	**Antoine VEIRMAN, Technicien zones humides**
Diplôme	Licence Professionnelle Métiers de la protection et de la gestion de l'environnement – Parcours Métiers du diagnostic, de la gestion et de la protection des milieux naturels – UFR Sciences et Techniques Besançon – Université de Franche-Comté
Spécialités	Botanique, Zones humides, Habitats naturels.
Compétences	Caractérisation et délimitation des zones humides : - Définition et délimitation des zones humides en application des articles L.214-7-1 et R.211-108 du code de l'environnement, - Evaluation des fonctions des zones humides conformément à la méthode nationale de 2016. Inventaires floristiques et des habitats naturels : - Détermination et hiérarchisation des enjeux floristiques (espèces patrimoniales, envahissantes…), - Caractérisation (typologie CORINE Biotopes, EUR28 et EUNIS) et cartographie des habitats naturels (Logiciel SIG).
Expérience	Expert depuis 2019 pour ECO-MED : Rédaction d'études réglementaires : - Volet naturel d'étude d'impact, - Evaluation des incidences Natura 2000.
Missions réalisées	Réalisation d'inventaires de zones humides et rédaction.

Nom et fonction	**Solène LODOVICHETTI, Chargée d'études zones humides**
Diplôme	Diplôme d'ingénieur de l'ENSAIA (Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie et des Industries Alimentaires, Université de Lorraine) Master de Biologie et Ecologie marine « Biology and ecology of the marine environment and sustainable use of the marine resources »
Spécialité	Zones humides, Agronomie, Ecologie marine
Compétences	Connaissances en pédologie et en botanique pour la caractérisation et la délimitation des zones humides Evaluation de paramètres relatifs aux habitats (EUNIS), aux prairies et à la gestion de l'eau, prélèvements de sol Rédaction de rapports
Expérience	Enquêtrice terrain chez Coba Group - 4 mois en 2022 Recueil de données d'occupation et d'utilisation des sols pour le Projet Européen LUCAS 2022
Missions réalisées	Réalisation d'inventaires de zones humides et rédaction.

Nom et fonction	**Emma VALADAS, Technicienne entomologiste**
Diplômes	- Master 2 Expertise Ecologique et Gestion de la Biodiversité, Aix-Marseille Université (AMU) - Master 1 Biodiversité Ecologie Evolution, AMU - Licence Professionnelle Gestion écologique du paysage végétal urbain, Université Paris Sud & Museum National d'Histoire Naturelle (MNHN) - Baccalauréat technologique Sciences et Techniques de l'Agronomie et du Vivant
Spécialité	Entomologie, Biologie de la Conservation
Compétences	- Expertises entomologiques : inventaire et suivis lépidoptères rhopalocères, odonates, orthoptères, coléoptères - Elaboration et application de protocoles scientifiques

	- Traitement de données - Rédaction de rapports d'études - Ecologie de la conservation des écosystèmes terrestres - Gestion et restauration de milieux naturels - Pack Office, SIG (QGIS, ArcGIS), R, Maxent
Expérience	Entomologiste depuis 2020 pour ECO-MED - Rédaction d'études réglementaires : - Volet naturel d'étude d'impact, - Evaluation des incidences Natura 2000, - Dossier CNPN
Missions réalisées	Réalisation d'inventaires et rédaction.

Nom et fonction	**Marine PEZIN, Technicienne batrachologue, herpétologue**
Diplôme	Master 2 « Biodiversité et Développement Durable », Université de Perpignan Via Domitia.
Spécialité	Herpétofaune et batrachofaune.
Compétences	Reptiles : - Site occupancy, - Protocoles spécifiques (Lézard ocellé, Tortue d'Hermann), - Protocoles de CMR (Emyde lépreuse, Cistude d'Europe), - Reconnaissance visuelle et auditive des amphibiens. Amphibiens : identification par le chant, les têtards, les pontes et les adultes. Définition d'objectifs de gestion et mise en place d'actions de gestion. Protocole de prélèvement d'ADN environnemental.
Expérience	Experte depuis 2018 pour ECO-MED Rédaction d'études réglementaires : - Volet naturel d'étude d'impact, - Dossier CNPN. Réalisation : - D'inventaires, - De suivis et veilles écologiques.
Missions réalisées	Réalisation d'inventaires et rédaction.

Nom et fonction	**Julien FLEUREAU, Technicien ornithologue**
Diplômes	Master Génie Ecologique Gestion des espaces naturels, Université de Poitiers (86) ; BTS Gestion et Protection de la Nature, La Roche sur Yon (85)
Spécialité	Ornithologie
Compétences	Inventaires diurnes et nocturnes des oiseaux : - Méthodes de comptages, de dénombrements et de suivis d'espèces, - Gestion conservatoire des espèces et de leurs habitats, - Mise en place de protocoles spécifiques (Outarde canepetière, Pie grièche, Aigle de Bonelli)
Expérience	Chargé d'étude depuis avril 2019 pour ECO-MED - Réalisation d'inventaires ornithologiques diurnes et nocturnes ; - Rédaction d'études réglementaires (Volet naturel d'étude d'impact, Evaluation des incidences Natura 2000).
Missions réalisées	Réalisation d'inventaires et rédaction.

Nom et fonction	**Erwann THEPAUT, Technicien mammalogue**
Diplôme	Maîtrise « Ecologie environnement », Université d'Angers.
Spécialité	Mammalogie
Compétences	Inventaires diurnes et nocturnes des mammifères : - Méthodes de suivi sur les mammifères terrestres (Carnivores, Ongulés, Lagomorphes) et aquatiques (Castor, Loutre), - Expertise de terrain Chiroptères : recherche de gîtes anthropiques, cavernicoles et d'arbres-gîtes estivaux et hivernaux, détection ultrasonore passive et active, analyse bioacoustique.
Expérience	**Expert depuis 2013 pour ECO-MED et référent mammalogue dans l'entreprise** Rédaction d'études réglementaires : - Volet naturel d'étude d'impact, - Evaluation des incidences Natura 2000, - Dossier CNPN. Elaboration et réalisation de suivis et veilles écologiques.
Missions réalisées	Réalisation d'inventaires et rédaction.

Nom et fonction	**Edouard RIBATTO, Technicien**
Diplôme	BTSA Gestion et Protection de la Nature, Lyon (69)
Spécialité	Mammalogie, ornithologie, herpétologie
Compétences	Inventaires diurnes et nocturnes des mammifères : - Méthodes de suivi sur les mammifères terrestres (Carnivores, Ongulés, Lagomorphes) et aquatiques (Castor, Loutre), - Expertise de terrain Chiroptères : recherche de gîtes anthropiques, cavernicoles et d'arbres-gîtes estivaux et hivernaux, détection ultrasonore passive et active, analyse bioacoustique. Inventaires diurnes et nocturnes des oiseaux
Expérience	Expert en 2019 pour ECO-MED 11 ans d'expérience professionnelle dans l'expertise faunistique (salarié associatif et indépendant). Expérience comme conservateur de RNR et animateur de site Natura 2000. Rédaction d'études réglementaires : - Volet naturel d'étude d'impact, - Evaluation des incidences Natura 2000, - Dossier CNPN. Elaboration et réalisation de suivis et veilles écologiques.
Missions réalisées	Réalisation d'inventaires et rédaction.

Nom et fonction	**Lucile BLACHE, Géomaticienne**
Diplôme	Diplôme d'ingénieur en agronomie, spécialisation technologies pour l'information et la communication appliquées à l'agriculture et l'environnement – Bordeaux Sciences Agro (33)
Spécialité	SIG
Compétences	Application de logiciels SIG : ArcGIS et QGIS, Application de logiciels de PAO/DAO comme Autocad, Photoshop et Illustrator, Participation à l'élaboration et à la mise à jour de bases de données géo référencées.
Expérience	Géomaticienne depuis 2019 pour ECO-MED
Missions réalisées	Elaboration et réalisation des cartes et la création de base de données

Nom et fonction	**Olivier CAGAN, Chef de projet**
Diplôme	Master II Recherche « Ecosystèmes et anthropisation », Université Toulouse III Paul Sabatier (2006).
Spécialité	Ecosystèmes aquatiques continentaux
Compétences	Ecologie aquatique : - Inventaires de tous les compartiments intégrés à l'évaluation du bon état écologique selon la DCE - Détermination du bon état selon les règles d'agrégation en vigueur - Définition de plan de gestion - Mise en place de protocoles de suivi. Détermination des continuités écologiques à différentes échelles (ICE, TVB, SRCE, SCOT) Animation de réunions
Expérience	En poste à ECO-MED depuis 2019, 12 années d'expérience en bureau d'études Rédaction d'études réglementaires : - Volet naturel d'étude d'impact, - Evaluation des incidences Natura 2000, - Dossier CNPN, - PLU : Volet naturel de l'état initial et de l'évaluation environnementale Elaboration et réalisation de : - Inventaires piscicoles, - Caractérisations géomorphologiques (CARHYCE, IAM…), - Plans de gestion, - Continuités écologiques
Missions réalisées	Inventaires, rédaction et coordination Participation aux réunions

Annexe 3 Relevé relatif à la flore

Relevé effectué par Antoine VEIRMAN le 25/03/2020, par Léo NERY le 17/04/2020 et Jérôme VOLANT le 23/06/2020.

La nomenclature est conforme au référentiel taxonomique TAXREF v9.0 (Inventaire National du Patrimoine Naturel, 2015).

Famille	Nom latin	Nom vernaculaire
Sapindaceae	*Acer negundo L., 1753*	Érable negundo, Érable frêne, Érable Négondo
Rosaceae	*Agrimonia eupatoria L., 1753*	Aigremoine, Francormier
Poaceae	*Anisantha diandra (Roth) Tutin ex Tzvelev, 1963*	Brome à deux étamines
Poaceae	*Anisantha madritensis (L.) Nevski, 1934*	Brome de Madrid
Poaceae	*Anisantha sterilis (L.) Nevski, 1934*	Brome stérile
Aristolochiaceae	*Aristolochia rotunda L., 1753*	Aristoloche à feuilles rondes, Aristoloche arrondie
Poaceae	*Arrhenatherum elatius (L.) P.Beauv. ex J.Presl & C.Presl, 1819*	Fromental élevé, Ray-grass français
Poaceae	*Arundo donax L., 1753*	Canne de Provence, Grand roseau
Poaceae	*Avena barbata Pott ex Link, 1799*	Avoine barbue
Lamiaceae	*Ballota nigra L., 1753*	Ballote noire
Poaceae	*Brachypodium phoenicoides (L.) Roem. & Schult., 1817*	Brachypode de Phénicie
Poaceae	*Brachypodium sylvaticum (Huds.) P.Beauv., 1812*	Brachypode des bois, Brome des bois
Poaceae	*Bromus catharticus Vahl, 1791*	Brome faux Uniola, Brome purgatif
Poaceae	*Bromus hordeaceus L., 1753*	Brome mou
Brassicaceae	*Capsella bursa-pastoris (L.) Medik., 1792*	Capselle bourse-à-pasteur, Bourse-de-capucin
Asteraceae	*Carduus pycnocephalus L., 1763*	Chardon à tête dense, Chardon à capitules denses
Asteraceae	*Centaurea aspera L., 1753*	Centaurée rude
Amaranthaceae	*Chenopodium album L., 1753*	Chénopode blanc, Senousse
Asteraceae	*Cichorium intybus L., 1753*	Chicorée sauvage
Lamiaceae	*Clinopodium nepeta (L.) Kuntze, 1891*	Calament glanduleux
Convolvulaceae	*Convolvulus arvensis L., 1753*	Liseron des haies, Vrillée
Cornaceae	*Cornus sanguinea L., 1753*	Cornouiller sanguin, Sanguine
Fabaceae	*Coronilla varia L., 1753*	Coronille changeante
Asteraceae	*Cota tinctoria (L.) J.Gay ex Guss., 1844*	Anthémis des teinturiers, Cota des teinturiers
Rosaceae	*Crataegus monogyna Jacq., 1775*	Aubépine à un style, Épine noire, Bois de mai
Asteraceae	*Crepis sancta (L.) Bornm., 1913*	Crépide de Nîmes
Cupressaceae	*Cupressus sempervirens L., 1753*	Cyprès d'Italie, Cyprès de Montpellier
Rosaceae	*Cydonia oblonga Mill., 1768*	Cognassier commun
Poaceae	*Dactylis glomerata L., 1753*	Dactyle aggloméré, Pied-de-poule
Brassicaceae	*Diplotaxis tenuifolia (L.) DC., 1821*	Diplotaxe vulgaire, Roquette jaune
Caprifoliaceae	*Dipsacus fullonum L., 1753*	Cabaret des oiseaux, Cardère à foulon, Cardère sauvage
Fabaceae	*Dorycnium rectum (L.) Ser., 1825*	Dorycnium dréssé, Dorycnie dressée
Boraginaceae	*Echium vulgare L., 1753*	Vipérine commune, Vipérine vulgaire
Poaceae	*Elytrigia campestris (Godr. & Gren.) Kerguélen ex Carreras, 1986*	Chiendent des champs
Equisetaceae	*Equisetum ramosissimum Desf., 1799*	Prêle très rameuse, Prêle rameuse
Euphorbiaceae	*Euphorbia helioscopia L., 1753*	Euphorbe réveil matin, Herbe aux verrues

Famille	Nom latin	Nom vernaculaire
Euphorbiaceae	*Euphorbia peplus L., 1753*	Euphorbe omblette, Essule ronde
Moraceae	*Ficus carica L., 1753*	Figuier d'Europe
Oleaceae	*Forsythia x intermedia Zabel, 1885*	Forsythia de Paris
Rubiaceae	*Galium aparine L., 1753*	Gaillet gratteron, Herbe collante
Geraniaceae	*Geranium rotundifolium L., 1753*	Géranium à feuilles rondes, Mauvette
Araliaceae	*Hedera helix L., 1753*	Lierre grimpant, Herbe de saint Jean
Asteraceae	*Helminthotheca echioides (L.) Holub, 1973*	Picride fausse Vipérine
Poaceae	*Hordeum murinum L., 1753*	Orge sauvage, Orge Queue-de-rat
Iridaceae	*Iris germanica L., 1753*	Iris d'Allemagne
Juglandaceae	*Juglans regia L., 1753*	Noyer royal
Asteraceae	*Lactuca serriola L., 1756*	Laitue scariole, Escarole
Lamiaceae	*Lamium amplexicaule L., 1753*	Lamier embrassant
Brassicaceae	*Lepidium draba L., 1753*	Passerage drave , Pain-blanc
Oleaceae	*Ligustrum lucidum W.T.Aiton, 1810*	Troène luisant
Poaceae	*Lolium perenne L., 1753*	Ivraie vivace
Fabaceae	*Lotus corniculatus L., 1753*	Lotier corniculé, Pied de poule, Sabot-de-la-mariée
Primulaceae	*Lysimachia arvensis (L.) U.Manns & Anderb., 2009*	Mouron rouge, Fausse Morgeline
Malvaceae	*Malva sylvestris L., 1753*	Mauve sauvage, Mauve sylvestre, Grande mauve
Fabaceae	*Medicago sativa L. subsp. sativa*	Luzerne cultivée
Fabaceae	*Medicago sativa L., 1753*	Luzerne cultivée
Poaceae	*Melica ciliata L., 1753*	Mélique ciliée
Oleaceae	*Olea europaea L., 1753*	Olivier d'Europe
Poaceae	*Oloptum miliaceum (L.) Röser & Hamasha, 2012*	Piptathère faux Millet
Oxalidaceae	*Oxalis articulata Savigny, 1798*	Oxalis articulé
Papaveraceae	*Papaver dubium L., 1753*	Pavot douteux
Urticaceae	*Parietaria judaica L., 1756*	Pariétaire des murs, Pariétaire de Judée, Pariétaire diffuse
Poaceae	*Phalaris arundinacea L., 1753*	Baldingère faux-roseau, Fromenteau
Poaceae	*Phragmites australis (Cav.) Trin. ex Steud., 1840*	Roseau
Plantaginaceae	*Plantago lanceolata L., 1753*	Plantain lancéolé, Herbe aux cinq coutures
Platanaceae	*Platanus x hispanica Mill. ex Münchh., 1770*	Platane à feuilles d'érable
Poaceae	*Poa trivialis L., 1753*	Pâturin commun, Gazon d'Angleterre
Polygonaceae	*Polygonum aviculare L., 1753*	Renouée des oiseaux, Renouée Traînasse
Salicaceae	*Populus alba L., 1753*	Peuplier blanc
Salicaceae	*Populus nigra var. italica Münchh., 1770*	Peuplier noir d'Italie
Portulacaceae	*Portulaca oleracea L., 1753*	Pourpier potager
Rosaceae	*Potentilla reptans L., 1753*	Potentille rampante, Quintefeuille
Rosaceae	*Poterium sanguisorba L., 1753*	Pimprenelle à fruits réticulés
Rosaceae	*Prunus avium (L.) L., 1755*	Prunier merisier
Rosaceae	*Prunus laurocerasus L., 1753*	Laurier-cerise, Laurier-palme
Rosaceae	*Pyracantha coccinea M.Roem., 1847*	Buisson ardent
Fagaceae	*Quercus ilex L., 1753*	Chêne vert
Fagaceae	*Quercus pubescens Willd., 1805*	Chêne pubescent
Ranunculaceae	*Ranunculus acris L., 1753*	Bouton d'or, Pied-de-coq
Rubiaceae	*Rubia peregrina L., 1753*	Garance voyageuse, Petite garance

Famille	Nom latin	Nom vernaculaire
Rosaceae	*Rubus ulmifolius Schott, 1818*	Rosier à feuilles d'orme, Ronce à feuilles d'Orme
Caprifoliaceae	*Scabiosa atropurpurea L., 1753*	Scabieuse pourpre foncé, Scabieuse des jardins
Caprifoliaceae	*Scabiosa atropurpurea var. maritima (L.) Fiori, 1903*	Scabieuse maritime
Poaceae	*Schedonorus arundinaceus (Schreb.) Dumort., 1824*	Fétuque Roseau
Cyperaceae	*Scirpoides holoschoenus (L.) Soják, 1972*	Scirpe-jonc
Asteraceae	*Sonchus asper (L.) Hill, 1769*	Laiteron épineux
Asteraceae	*Sonchus oleraceus L., 1753*	Laiteron potager, Laiteron lisse
Poaceae	*Sorghum halepense (L.) Pers., 1805*	Sorgho d'Alep, Herbe de Cuba
Fabaceae	*Spartium junceum L., 1753*	Genêt d'Espagne, Spartier à tiges de jonc
Apiaceae	*Torilis nodosa (L.) Gaertn., 1788*	Torilis à fleurs glomérulées, Torilis noueuse
Asteraceae	*Tragopogon pratensis L., 1753*	Salsifis des prés
Fabaceae	*Trifolium pratense L., 1753*	Trèfle des prés, Trèfle violet
Fabaceae	*Trifolium repens L., 1753*	Trèfle rampant, Trèfle blanc, Trèfle de Hollande
Ulmaceae	*Ulmus minor Mill., 1768*	Petit orme, Orme cilié
Scrophulariaceae	*Verbascum sinuatum L., 1753*	Molène sinuée
Verbenaceae	*Verbena officinalis L., 1753*	Verveine officinale
Fabaceae	*Vicia cracca L., 1753*	Vesce cracca, Jarosse

Annexe 4 Relevé relatif aux invertébrés

Relevé effectué par Marine PEZIN, Julien FLEUREAU et Emma VALADAS les 2, 4 avril et 20 juillet 2020.

Ordre	Famille	Espèce	02/04/2020	06/04/2020	20/07/2020	Statuts de protection	Enjeu Zone d'Étude	Liste rouge mondiale	Liste rouge européenne	Liste rouge nationale	Liste rouge PACA
Coleoptera	Lampyridae	*Lamprohiza mulsantii (Kiesenwetter, 1850)*		✓			Très faible				
Hemiptera	Cicadidae	**Cigale grise (la)** *Cicada orni Linnaeus, 1758*			✓		Très faible				
Lepidoptera	Hesperiidae	**Tacheté austral (Le)** *Pyrgus malvoides (Elwes & Edwards, 1897)*			✓		Très faible	LC	LC	LC	LC
	Lycaenidae	**Azuré de la Bugrane (L')** *Polyommatus icarus (Rottemburg, 1775)*			✓		Très faible		LC	LC	LC
		Azuré des Nerpruns (L') *Celastrina argiolus (Linnaeus, 1758)*			✓		Très faible		LC	LC	LC
	Papilionidae	**Diane (La)** *Zerynthia polyxena (Denis & Schiffermüller, 1775)*	✓			CDH4 IBE2 NI2	Modéré		LC	LC	LC
	Pieridae	**Souci (Le)** *Colias crocea (Geoffroy in Fourcroy, 1785)*			✓		Très faible		LC	LC	LC
Mantodea	Mantidae	**Mante religieuse** *Mantis religiosa (Linnaeus, 1758)*			✓		Très faible	LC			
Odonata	Lestidae	**Leste brun** *Sympecma fusca (Vander Linden, 1820)*	✓				Très faible	LC	LC	LC	LC
Orthoptera	Acrididae	**Caloptène italien** *Calliptamus italicus (Linnaeus, 1758)*			✓		Très faible		LC		LC
		Criquet des mouillères *Euchorthippus declivus (Brisout de Barneville, 1848)*			✓		Très faible	LC	LC		LC
		Criquet duettiste *Chorthippus brunneus (Thunberg, 1815)*			✓		Très faible	LC	LC		LC
		Criquet pansu *Pezotettix giornae (Rossi, 1794)*			✓		Très faible		LC		LC
	Tettigoniidae	**Conocéphale bigarré** *Conocephalus fuscus (Fabricius, 1793)*			✓		Très faible	LC	LC		LC
		Decticelle carroyée *Tessellana tessellata (Charpentier, 1825)*			✓		Très faible		LC		LC
		Decticelle des sables *Platycleis sabulosa Azam, 1901*			✓		Faible		LC		LC
Araneae	Araneidae	**Épeire frelon** *Argiope bruennichi (Scopoli, 1772)*			✓		Très faible				

Annexe 5 Relevé relatif aux amphibiens

Relevé effectué par Marine PEZIN le 02/04/2020 et complété par Julien FLEUREAU le 15/06/2020.

Nom vernaculaire	Espèce	Statut protection français 19 novembre 2007	Convention de Berne	Directive Habitats 92/43/CE	Liste rouge France	Liste rouge PACA
Triton palmé	*Lissotriton helveticus helveticus*	PN3	BE3	-	LC	NT
Rainette méridionale	*Hyla meridionalis*	PN2	BE2	DH4	LC	LC

Protection Nationale	19 novembre 2007
PN2	Article 2 : Protection stricte : espèce + habitat
PN3	Article 3 : Protection de l'espèce

Convention de Berne	
BE2	Espèces strictement protégées sur l'ensemble du territoire des pays signataires
BE3	Espèces protégées sur l'ensemble du territoire des pays signataires

Directive Habitats	
DH2	Espèces d'intérêt communautaire strictement protégées sur l'ensemble du territoire européen dont la conservation nécessite la désignation de Zones Spéciales de Conservation (habitats d'espèces)
DH4	Espèces d'intérêt communautaire strictement protégées sur l'ensemble du territoire européen
DH5	Espèces d'intérêt communautaire dont le prélèvement dans la nature et l'exploitation sont susceptibles de faire l'objet de mesures de gestion

Liste rouge France	**(IUCN)**
CR	En danger critique d'extinction
EN	En danger
VU	Vulnérable
NT	Quasi menacée (espèces proches du seuil des espèces menacées ou qui pourraient être menacées si des mesures de conservation spécifiques n'étaient pas prises)
LC	Préoccupation mineure (espèce pour laquelle le risque de disparition de France est faible)
DD	Données insuffisantes (espèce pour laquelle l'évaluation n'a pu être réalisée faute de données suffisantes)
NA	Non applicable (espèce non soumise car : (a) introduite dans la période récente ou (b) présente en France uniquement de manière occasionnelle)

Annexe 6 Relevé relatif aux reptiles

Relevé effectué par Marine PEZIN le 02/04/2020 et par Bérénice GIVORD-COUPEAU le 23/06/2020.

Nom vernaculaire	Espèce	Statut protection français 19 novembre 2007	Convention de Berne	Directive Habitats 92/43/CE	Liste rouge France	Liste rouge PACA
Tarente de Maurétanie	*Tarentola mauritanica mauritanica*	PN3	BE3	-	LC	LC
Orvet fragile	*Anguis fragilis*	PN3	BE3	-	LC	DD
Lézard des murailles	*Podarcis muralis*	PN2	BE2	DH4	LC	LC
Couleuvre d'Esculape	*Zamenis longissimus*	PN2	BE2	DH4	LC	LC

Protection Nationale	19 novembre 2007
PN2	Article 2 : Protection stricte de l'espèce et de son habitat
PN3	Article 3 : Protection stricte de l'espèce
PN4	Article 4 : Protection partielle de l'espèce
Convention de Berne	
BE2	Espèces strictement protégées sur l'ensemble du territoire des pays signataires
BE3	Espèces protégées sur l'ensemble du territoire des pays signataires
Directive Habitats	
DH2	Espèces d'intérêt communautaire dont la conservation nécessite la désignation de Zones Spéciales de Conservation (habitats d'espèces)
DH4	Espèces d'intérêt communautaire strictement protégées sur l'ensemble du territoire européen

Liste rouge France	**(IUCN)**	
CR	En danger critique d'extinction	Espèces menacées
EN	En danger	
VU	Vulnérable	
NT	Quasi menacée (espèces proches du seuil des espèces menacées ou qui pourraient être menacées si des mesures de conservation spécifiques n'étaient pas prises)	
LC	Préoccupation mineure (espèce pour laquelle le risque de disparition de France est faible)	
DD	Données insuffisantes (espèce pour laquelle l'évaluation n'a pu être réalisée faute de données suffisantes)	
NA	Non applicable (espèce non soumise car : (a) introduite dans la période récente ou (b) présente en France uniquement de manière occasionnelle)	

Annexe 7 Relevé relatif aux oiseaux

Relevé effectué par Julien FLEUREAU les 06/04/2020 et 15/06/2020.

Espèce	02/04/2020	06/04/2020	19/05/2020	20/05/2020	15/06/2020	Statuts de protection	Statut biologique au sein de la zone d' étude	Enjeu Zone d'Étude	Liste rouge mondiale	Liste rouge européenne	Liste rouge nationale nicheur	Liste rouge PACA nicheur
Faucon crécerellette *Falco naumanni Fleischer, 1818*					✓	IBE2 NO3 IBO2 CCA CDO1 NM IBO1	Alim	Modéré	LC	LC	VU	VU
Hibou petit-duc *Otus scops (Linnaeus, 1758)*	✓	✓	✓		✓	IBE2 NO3 CCA	Nalim	Modéré	LC	LC	LC	LC
Rollier d'Europe *Coracias garrulus Linnaeus, 1758*					✓	IBE2 NO3 IBO2 CDO1	Nalim	Modéré	NT	LC	NT	NT
Chouette chevêche *Athene noctua (Scopoli, 1769)*			✓			IBE2 NO3 CCA	Nalim	Faible	LC	LC	LC	NT
Épervier d'Europe *Accipiter nisus (Linnaeus, 1758)*		✓				NO3 IBE3 IBO2 CCA NO6	Nalim	Faible	LC	LC	LC	LC
Hibou moyen-duc *Asio otus (Linnaeus, 1758)*	✓	✓				IBE2 NO3 CCA	Nalim	Faible	LC	LC	LC	LC
Hirondelle rustique *Hirundo rustica Linnaeus, 1758*		✓			✓	IBE2 NO3	Nc	Faible	LC	LC	NT	NT
Huppe fasciée *Upupa epops Linnaeus, 1758*				✓		NO3 IBE3	Nalim	Faible	LC	LC	LC	LC
Milan noir *Milvus migrans (Boddaert, 1783)*		✓				NO3 IBE3 IBO2 CCA CDO1	Nalim	Faible	LC	LC	LC	LC
Moineau friquet *Passer montanus (Linnaeus, 1758)*					✓	NO3 IBE3	Nalim	Faible	LC	LC	EN	EN
Vautour percnoptère *Neophron percnopterus (Linnaeus, 1758)*					✓	NO3 IBE3 IBO2 CCA CDO1 IBO1	Tra	Faible	EN	EN	EN	CR
Bruant jaune *Emberiza citrinella Linnaeus, 1758*		✓				IBE2 NO3	Migr	Très faible	LC	LC	VU	VU
Bruant zizi *Emberiza cirlus Linnaeus, 1758*					✓	IBE2 NO3	Npo	Très faible	LC	LC	LC	LC
Chardonneret élégant *Carduelis carduelis (Linnaeus, 1758)*		✓			✓	IBE2 NO3	Npr	Très faible	LC	LC	VU	LC
Choucas des tours *Corvus monedula Linnaeus, 1758*		✓				NO3 CDO22	Nalim/Tra	Très faible	LC	LC	LC	LC
Corneille noire *Corvus corone Linnaeus, 1758*		✓				IBE3 CDO22	Nalim/Tra	Très faible	LC	LC	LC	VU
Étourneau sansonnet *Sturnus vulgaris Linnaeus, 1758*		✓				CDO22	Npo	Très faible	LC	LC	LC	LC
Fauvette à tête noire *Sylvia atricapilla (Linnaeus, 1758)*		✓			✓	IBE2 NO3	Npr	Très faible	LC	LC	LC	LC
Fauvette mélanocéphale *Sylvia melanocephala (Gmelin, 1789)*					✓	IBE2 NO3	Npo	Très faible	LC	LC	NT	LC

Espèce	02/04/2020	06/04/2020	19/05/2020	20/05/2020	15/06/2020	Statuts de protection	Statut biologique au sein de la zone d' étude	Enjeu Zone d'Étude	Liste rouge mondiale	Liste rouge européenne	Liste rouge nationale nicheur	Liste rouge PACA nicheur
Goéland leucophée *Larus michahellis Naumann, 1840*					✓	NO3 IBE3	Tra	Très faible	LC	LC	LC	LC
Grimpereau des jardins *Certhia brachydactyla C.L. Brehm, 1820*		✓				NO3 IBE3	Npo	Très faible	LC	LC	LC	LC
Héron cendré *Ardea cinerea Linnaeus, 1758*					✓	NO3 IBE3 IBOAE	Tra/Nalim	Très faible	LC	LC	LC	LC
Hirondelle de fenêtre *Delichon urbicum (Linnaeus, 1758)*		✓			✓	IBE2 NO3	Nalim	Très faible	LC	LC	NT	LC
Martinet noir *Apus apus (Linnaeus, 1758)*					✓	NO3 IBE3	Nalim	Très faible	LC	LC	NT	NT
Merle noir *Turdus merula Linnaeus, 1758*		✓				IBE3 OC3 CDO22	Npr	Très faible	LC	LC	LC	LC
Mésange bleue *Cyanistes caeruleus (Linnaeus, 1758)*					✓	IBE2 NO3	Npr	Très faible	LC	LC	LC	LC
Mésange charbonnière *Parus major Linnaeus, 1758*		✓				IBE2 NO3	Npr	Très faible	LC	LC	LC	LC
Moineau domestique *Passer domesticus (Linnaeus, 1758)*		✓			✓	NO3	Npr	Très faible	LC	LC	LC	LC
Pic vert *Picus viridis Linnaeus, 1758*		✓				IBE2 NO3	Npo	Très faible	LC	LC	LC	LC
Pie bavarde *Pica pica (Linnaeus, 1758)*		✓			✓	CDO22	Npr	Très faible	LC	LC	LC	LC
Pipit des arbres *Anthus trivialis (Linnaeus, 1758)*		✓				IBE2 NO3	Migr	Très faible	LC	LC	LC	LC
Rossignol philomèle *Luscinia megarhynchos C. L. Brehm, 1831*					✓	IBE2 NO3 IBO2	Npr	Très faible	LC	LC	LC	NT
Rougegorge familier *Erithacus rubecula (Linnaeus, 1758)*		✓				IBE2 NO3 IBO2	Npr	Très faible	LC	LC	LC	LC
Rougequeue noir *Phoenicurus ochruros (S. G. Gmelin, 1774)*		✓			✓	IBE2 NO3 IBO2	Nc	Très faible	LC	LC	LC	LC
Tourterelle turque *Streptopelia decaocto (Frivaldszky, 1838)*		✓				IBE3 OC3 CDO22	Npo	Très faible	LC	LC	LC	LC
Verdier d'Europe *Chloris chloris (Linnaeus, 1758)*		✓				IBE2 NO3	Npo	Très faible	LC	LC	VU	VU

Légende

Observation

Effectifs : **X** = quelques (inférieur à 10 individus ou 5 couples), **XX** = nombreux (supérieurs à 10 individus ou 5 couples), **Cple** = couple(s), **M** = male(s), **F** = femelle(s), **Juv** = Juvénile(s), **Fam** = famille(s), **Cht** = chant, **Ind** = individu(s)

Statut de protection

CCA : Application de la Convention CITES (Convention de Washington) au sein de l'Union européenne - Annexe A

CDO1 : Directive 79/409/CEE (Directive européenne dite Directive Oiseaux) - Annexe I

CDO22 : Directive 79/409/CEE (Directive européenne dite Directive Oiseaux) - Annexe II/2

IBE2 : Convention relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel de l'Europe (Convention de Berne) - Annexe II

IBE3 : Convention relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel de l'Europe (Convention de Berne) - Annexe III
I**BOAE** : Convention sur la conservation des espèces migratrices appartenant à la faune sauvage (CMS - Convention de Bonn) - Accord AEWA [1999]

IBO1 : Convention sur la conservation des espèces migratrices appartenant à la faune sauvage (CMS - Convention de Bonn) - Annexe I

IBO2 : Convention sur la conservation des espèces migratrices appartenant à la faune sauvage (CMS - Convention de Bonn) - Annexe II
NM : Liste des espèces de vertébrés protégées menacées d'extinction en France et dont l'aire de répartition excède le territoire d'un département - Article 1er

NO3 : Liste des oiseaux protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection - Article 3

NO6 : Liste des oiseaux protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection - Article 6

OC3 : Protection et commercialisation de certaines espèces d'oiseaux sur le territoire français national - Article 3

Statut biologique

Npo : Nicheur possible
Npr : Nicheur probable
Nc : Nicheur certain
Nalim : Nicheur hors de la zone d'étude exploitée pour l'alimentation
Migr : Migrateur (total ou partiel)
Hiv : Hivernant
Est : Estivant
Tra : En transit
Err : Erratique
Sed : Sédentaire

Nicheur possible

1. Espèce observée durant la saison de reproduction dans un habitat favorable à la nidification.
2. Mâle chanteur (ou cris de nidification) en période de reproduction.

Nicheur probable

3. Couple observé dans un habitat favorable durant la saison de reproduction.
4. Territoire permanent présumé en fonction de l'observation de comportements territoriaux ou de l'observation à huit jours d'intervalle au moins d'un individu au même endroit.
5. Parades nuptiales.
6. Fréquentation d'un site de nid potentiel.
7. Signes ou cris d'inquiétude d'un individu adulte.
8. Plaque incubatrice sur un oiseau tenu en main.
9. Construction d'un nid ou creusement d'une cavité.

Nicheur certain

10. Adulte feignant une blessure ou cherchant à détourner l'attention.
11. Nid utilisé récemment ou coquille vide (œuf pondu pendant l'enquête).
12. Jeunes fraîchement envolés (nidicoles) ou poussins (nidifuges).
13. Adultes entrant ou quittant un site de nid laissant supposer un nid occupé (incluant les nids situés trop haut ou les cavités et nichoirs dont le contenu n'a pas pu être examiné) ou adulte en train de couver.
14. Adulte transportant des sacs fécaux ou de la nourriture pour les jeunes.
15. Nid avec œuf(s).
16. Nid avec jeune(s) (vu ou entendu).

Codes comportementaux et statuts de reproduction définis d'après l'EOAC (European Ornithological Atlas Committee).

Statut de conservation

Listes rouges Europe, UE 27, France, PACA	
RE	Disparue au niveau national, régional ou départemental
CR	En danger critique
EN	En danger
VU	Vulnérable
NT	Quasi menacée
LC	Préoccupation mineure
DD	Données insuffisantes
NA	Non applicable
NA[a]	Introduite
NA[b]	Occasionnelle ou marginale
NA[c]	Présente non significativement en hivernage ou de passage
NA[d]	Présente non significativement en hivernage ou de passage (données insuffisantes)
NE	Non évaluée

*w : évaluations basées sur les données hivernales

Sources : UICN France, MNHN, LPO, SEOF & ONCFS, 2016 ; BirdLife International, 2015 ; LPO PACA & CEN PACA, 2016

Annexe 8 Relevé relatif aux mammifères

Relevé effectué par Edouard RIBATTO les 19 mai 2020 et 13 juillet 2020.

Ordre	Famille	Nom français	Nom latin	Liste rouge France 2009	ELC
Erinaceomorpha	**Erinaceidae**	**Hérisson d'Europe**	*Erinaceus europaeus*	LC	Faible
Chiroptera	**Molosidae**	**Molosse de Cestoni**	*Tadarida teniotis*	LC	Faible
	Vespertilionidae	**Murin de Bechstein**	*Myotis bechsteinii*	VU	Très fort
		Grand murin	*Myotis myotis*	LC	Fort
		Petit murin	*Myotis blythii*	NT	Fort
		Pipistrelle pygmée	*Pipistrellus pygmaeus*	LC	Modéré
		Pipistrelle de Nathusius	*Pipistrellus nathusi*	NT	Modéré
		Noctule de Leisler	*Nyctalus leisleri*	NT	Modéré
		Murin cryptique	*Myotis crypticus*	DD	Modéré
		Sérotine commune	*Eptesicus serotinus*	LC	Modéré
		Murin de Daubenton	*Myotis daubentonii*	LC	Faible
		Pipistrelle de Kuhl	*Pipistrellus kuhlii*	LC	Faible
		Pipistrelle commune	*Pipistrellus pipistrellus*	LC	Faible
		Vespère de Savi	*Hypsugo savi*	LC	Faible
		Oreillard gris	*Plecotus austriacus*	LC	Faible
Rodentia	**Myoxidae**	**Loir gris**	*Glis glis*	LC	Faible

Protection Nationale	**PN** Arrêté du 23 avril 2007 (mod. Du 7 octobre 2012) fixant la liste des mammifères terrestres protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection
Directive Habitats	
DH2	Espèces d'intérêt communautaire dont la conservation nécessite la désignation de Zones Spéciales de Conservation (habitats d'espèces)
DH4	Espèces d'intérêt communautaire strictement protégées sur l'ensemble du territoire européen
DH5	Espèces d'intérêt communautaire dont le prélèvement dans la nature et l'exploitation sont susceptibles de faire l'objet de mesures de gestion

Liste rouge France	**(IUCN)**
CR	En danger critique d'extinction
EN	En danger
VU	Vulnérable
NT	Quasi menacée (espèces proches du seuil des espèces menacées ou qui pourraient être menacées si des mesures de conservation spécifiques n'étaient pas prises)
LC	Préoccupation mineure (espèce pour laquelle le risque de disparition de France est faible)
DD	Données insuffisantes (espèce pour laquelle l'évaluation n'a pu être réalisée faute de données suffisantes)
NA	Non applicable (espèce non soumise car : (a) introduite dans la période récente ou (b) présente en France uniquement de manière occasionnelle)

Espèces menacées

Annexe 9 Limites techniques et scientifiques liées à l'étude de la biodiversité

Etant donnée la grande diversité des milieux et l'importante richesse spécifique des groupes taxonomiques étudiés, il est très difficile, voire impossible, de réaliser un inventaire exhaustif de la zone d'étude à moins d'un effort considérable et encore. Il s'agit davantage d'une vision globale mais imprécise de la zone d'étude.

Le problème majeur de tous les protocoles d'inventaires ou de suivis d'espèces est la **détection**. En effet, la difficulté rencontrée lorsque l'on étudie la biodiversité sur le terrain est que les individus ou les espèces ne sont pas tous détectables avec la même facilité et ne sont donc pas nécessairement toutes détectés. Un grand nombre de facteurs vont influencer cette détection des espèces, par exemple :

-leur biologie, éthologie et écologie (rythme d'activité saisonnier (=phénologie) ou journalier (diurne/nocturne), localisation des zones plus ou moins denses en végétation, comportement cryptique, discrétion, taille, etc.),

-l'effet observateur potentiellement très fort (expérience relative, a priori sur les espèces et familiarité plus ou moins forte avec certaines, fatigue, temps de prospection réalisé, etc.),

-les conditions météorologiques (précipitations, température, vent, lune, etc.).

Nous noterons la présence de propriétés privés et clôturées ayant quelque peu limiter l'accès à certaines parties de la zone d'étude.

Concernant les zones humides, lors des prospections de terrain, les habitats cotés « p » au nord-est de la zone d'étude n'ont pas pu être sujet à l'expertise pédologique étant donné qu'un chantier de démolition avait lieu dans ce secteur. De plus, l'habitat « terre labouré nue » n'a également pas pu faire l'objet de cette expertise étant donné que le propriétaire n'a pas pu être contacté durant les prospections. Cependant, au regard des sondages pédologiques effectués dans la zone d'étude, la probabilité d'observer des sols hydromorphes dans ces secteurs non visités est jugée nulle.

Annexe 10Liste des espèces végétales exotiques envahissantes en PACA et Languedoc-Roussillon – Source INVMED

Famille	Nom du taxon	Nom(s) vernaculaire(s)	Statut	Statut	Statut	Statut
			PACA	LR	MED.	ALP.
Malvaceae	Abutilon theophrasti Medik., 1787	Abutilon d'Avicenne, Abutilon à pétales jaunes, Abutilon de Théophraste	Alerte	Alerte	Alerte	Absente
Fabaceae	Acacia baileyana F.Muell., 1888	Mimosa de Bailey	Alerte		Alerte	Absente
Fabaceae	Acacia dealbata Link, 1822	Mimosa argenté, Mimosa des fleuristes, Mimosa de Bormes	Majeure	Majeure	Majeure	Absente
Fabaceae	Acacia longifolia (Andrews) Willd., 1806	Acacia doré de Sydney, Mimosa chenille	Alerte		Alerte	Absente
Fabaceae	Acacia melanoxylon R.Br., 1813	Acacia à bois dur, Acacia à bois noir	Alerte		Alerte	Absente
Fabaceae	Acacia paradoxa DC.		Alerte		Alerte	Absente
Fabaceae	Acacia pycnantha Benth., 1842		Alerte		Alerte	Absente
Fabaceae	Acacia retinodes Schltdl., 1847	Mimosa résineux, Mimosa des quatre saisons	Alerte		Alerte	Absente
Fabaceae	Acacia saligna (Labill.) H.L.Wendl., 1820	Mimosa à feuilles de Saule	Alerte	Prévention	Alerte	Absente
Sapindaceae	Acer negundo L., 1753	Érable negundo, Érable frêne, Érable Négondo	Majeure	Majeure	Modérée	Alerte
Asteraceae	Achillea crithmifolia Waldst. & Kit., 1802	Achillée à feuilles de Crithme, Achillée à feuilles de Criste marine	Emergente		Emergente	Absente
Asteraceae	Achillea filipendulina Lam., 1783	Achillée à feuilles de Fougère	Alerte		Alerte	Alerte
Crassulaceae	Aeonium arboreum (L.) Webb & Berthel., 1840		Alerte	Prévention	Alerte	Absente
Crassulaceae	Aeonium haworthii Webb & Berthel., 1840	Aeonium de Haworth	Alerte		Alerte	Absente
Asparagaceae	Agave americana L., 1753	Agave d'Amérique	Modérée	Majeure	Modérée	Absente
Asparagaceae	Agave salmiana Otto, 1842		Alerte		Alerte	Absente
Simaroubaceae	Ailanthus altissima (Mill.) Swingle, 1916	Faux vernis du Japon, Ailante glanduleux, Ailante, Ailanthe	Majeure	Majeure	Majeure	Majeure
Lardizabalaceae	Akebia quinata Decne., 1839		Prévention	Emergente		
Betulaceae	Alnus cordata (Loisel.) Duby, 1828	Aulne cordé, Aulne à feuilles en cœur, Aulne de Corse, Aune cordiforme	Alerte		Alerte	Alerte
Asphodelaceae	Aloe arborescens Mill., 1768	Aloé arborescente, Aloé de Krantz, Aloé candélabre, Aloès Candélabre	Alerte		Alerte	Absente

Famille	Nom du taxon	Nom(s) vernaculaire(s)	Statut	Statut	Statut	Statut
			PACA	LR	MED.	ALP.
Asphodelaceae	Aloe maculata All., 1773		Alerte	Alerte	Alerte	Absente
Amaranthaceae	Alternanthera philoxeroides (Mart.) Griseb., 1879	Alligatorweed	Emergente	Absente	Emergente	Absente
Amaranthaceae	Amaranthus albus L., 1759	Amarante albus, Amarante blanche	Modérée		Modérée	Modérée
Amaranthaceae	Amaranthus hybridus L., 1753	Amarante hybride	Modérée		Modérée	Modérée
Amaranthaceae	Amaranthus retroflexus L., 1753	Amarante réfléchie, Amaranthe à racine rouge, Blé rouge	Modérée		Modérée	Modérée
Asteraceae	Ambrosia artemisiifolia L., 1753	Ambroise élevée, Ambroise à feuilles d'Armoise, Ambroisie annuelle	Majeure	Majeure	Majeure	Majeure
Asteraceae	Ambrosia psilostachya DC., 1836	Ambroisie à épis lisses	Emergente	Emergente	Emergente	Prévention
Asteraceae	Ambrosia tenuifolia Spreng., 1826	Ambroise à petites feuilles, Ambroisie à petites feuilles	Alerte	Emergente	Alerte	Absente
Asteraceae	Ambrosia trifida L., 1753	Ambroisie trifide	Alerte	Absente	Alerte	Prévention
Lythraceae	Ammannia coccinea Rottb., 1773	Ammannia écarlate	Alerte	Alerte	Alerte	Absente
Lythraceae	Ammannia robusta Heer & Regel, 1842		Alerte	Alerte	Alerte	Absente
Fabaceae	Amorpha fruticosa L., 1753	Indigo du Bush, Amorphe buissonnante	Majeure	Majeure	Majeure	Absente
Poaceae	Andropogon virginicus L., 1753		Prévention		Prévention	Prévention
Aizoaceae	Aptenia cordifolia (L.f.) Schwantes, 1928	Ficoide glaciale, Baby sun rose, Ficoïde à feuilles en coeur	Alerte	Alerte	Alerte	Absente
Apocynaceae	Araujia sericifera Brot., 1818	Araujia	Alerte	Emergente	Alerte	Absente
Asteraceae	Arctotheca calendula (L.) Levyns, 1942	Arctothèque souci	Emergente		Emergente	Absente
Aristolochiaceae	Aristolochia altissima Desf., 1799		Alerte		Alerte	Absente
Asteraceae	Artemisia annua L., 1753	Armoise annuelle	Modérée		Modérée	Prévention
Asteraceae	Artemisia verlotiorum Lamotte, 1876	Armoise des Frères Verlot, Armoise de Chine	Majeure	Majeure	Majeure	Majeure
Apocynaceae	Asclepias syriaca L., 1753	Herbe à la ouate, Herbe aux perruches	Alerte		Alerte	Alerte
Amaranthaceae	Atriplex halimus L., 1753	Halime, Arroche halime	Modérée		Modérée	Absente
Amaranthaceae	Atriplex hortensis L., 1753	Arroche des jardins, Bonne-Dame	Alerte		Alerte	Alerte
Salviniaceae	Azolla filiculoides Lam., 1783	Azolla fausse-fougère, Fougère d'eau	Modérée	Emergente	Modérée	Absente
Asteraceae	Baccharis halimifolia L., 1753	Séneçon en arbre, Baccharis à feuilles d'Halimione	Majeure	Emergente	Majeure	Absente

Famille	Nom du taxon	Nom(s) vernaculaire(s)	Statut	Statut	Statut	Statut
			PACA	LR	MED.	ALP.
Brassicaceae	Berteroa incana (L.) DC., 1821	Alysson blanc, Alysse blanche	Modérée		Pas envahissante	Modérée
Asteraceae	Bidens connata Muhlenb. ex Willd., 1803	Bident à feuilles connées, Bident soudé	Alerte	Prévention	Alerte	Absente
Asteraceae	Bidens frondosa L., 1753	Bident feuillé, Bident à fruits noirs, Bident feuillu	Majeure	Modérée	Majeure	Absente
Asteraceae	Bidens subalternans DC., 1836	Bident à folioles subalternes	Emergente	Modérée	Emergente	Absente
Poaceae	Bothriochloa barbinodis (Lag.) Herter, 1940	Barbon Andropogon	Alerte	Majeure	Emergente	Absente
Poaceae	Bromus catharticus Vahl, 1791	Brome faux Uniola, Brome purgatif	Modérée		Modérée	Modérée
Poaceae	Bromus inermis Leyss., 1761	Brome sans arêtes	Emergente		Emergente	Majeure
Moraceae	Broussonetia papyrifera (L.) Vent., 1799	Mûrier à papier, Broussonétia à papier	Alerte	Alerte	Alerte	Absente
Scrophulariaceae	Buddleja davidii Franch., 1887	Buddleja du père David, Arbre à papillon, Arbre aux papillons	Majeure	Majeure	Majeure	Majeure
Brassicaceae	Bunias orientalis L., 1753	Bunias d'Orient, Roquette d'Orient	Modérée	Alerte	Alerte	Modérée
Cabombaceae	Cabomba caroliniana A.Gray, 1848		Prévention	Prévention	Prévention	Prévention
Aizoaceae	Carpobrotus acinaciformis (L.) L.Bolus, 1927	Ficoïde à feuilles en sabre, Griffe de sorcière	Majeure	Emergente	Majeure	Absente
Aizoaceae	Carpobrotus acinaciformis x Carpobrotus edulis		Majeure	Majeure	Majeure	Absente
Aizoaceae	Carpobrotus edulis (L.) N.E.Br., 1926	Ficoide doux, Griffe de sorcière, Figuier des Hottentots	Majeure	Emergente	Majeure	Absente
Pinaceae	Cedrus atlantica (Manetti ex Endl.) Carrière, 1855	Cèdre de l'Atlas	Modérée		Modérée	Alerte
Poaceae	Cenchrus longispinus (Hack.) Fernald, 1943	Cenchrus	Alerte		Alerte	Absente
Poaceae	Cenchrus setaceus (Forssk.) Morrone, 2010		Alerte	Emergente	Alerte	Prévention
Poaceae	Cenchrus spinifex Cav., 1799	Cenchrus	Prévention		Prévention	Absente
Asteraceae	Centaurea diffusa Lam., 1785	Centaurée diffuse	Alerte		Alerte	Absente
Iridaceae	Chasmanthe aethiopica (L.) N.E.Br., 1932		Alerte		Alerte	Absente
Iridaceae	Chasmanthe bicolor (Gasp. ex Ten.) N.E.Br., 1932		Alerte		Alerte	Absente
Iridaceae	Chasmanthe floribunda (Salisb.) N.E.Br., 1932		Alerte		Alerte	Absente

Famille	Nom du taxon	Nom(s) vernaculaire(s)	Statut	Statut	Statut	Statut
			PACA	LR	MED.	ALP.
Amaranthaceae	Chenopodium ambrosioides L., 1753	Chénopode fausse Ambroisie	Modérée	Modérée	Modérée	Absente
Asteraceae	Chrysanthemoides monilifera (L.) Norl., 1943	Faux Chrysanthème	Alerte	Prévention	Alerte	Absente
Commelinaceae	Commelina communis L., 1753	Misère asiatique, Comméline commune	Alerte		Alerte	Absente
Convolvulaceae	Convolvulus sabatius Viv.		Alerte		Alerte	Absente
Asteraceae	Conyza bonariensis (L.) Cronquist, 1943	Érigéron crépu	Modérée		Modérée	Modérée
Asteraceae	Conyza canadensis (L.) Cronquist, 1943	Conyze du Canada	Modérée		Modérée	Modérée
Poaceae	Cortaderia selloana (Schult. & Schult.f.) Asch. & Graebn., 1900	Herbe de la Pampa, Roseau à plumes	Majeure	Majeure	Majeure	Absente
Rosaceae	Cotoneaster franchetii Bois, 1902	Cotonéaster de Franchet	Alerte		Alerte	Prévention
Rosaceae	Cotoneaster frigidus Wall. ex Lindl., 1829	Cotonéaster	Alerte		Alerte	Absente
Rosaceae	Cotoneaster horizontalis Decne., 1879	Cotonéaster horizontal	Alerte	Alerte	Alerte	Prévention
Rosaceae	Cotoneaster lacteus W.W.Sm., 1917	Cotonéaster	Alerte		Alerte	Absente
Rosaceae	Cotoneaster simonsii Baker, 1869	Cotonéaster de Simons	Alerte		Alerte	Absente
Asteraceae	Cotula coronopifolia L., 1753	Cotule Pied-de-corbeau, Corne de cerf	Prévention		Prévention	Prévention
Crassulaceae	Cotyledon orbiculata L., 1753	Nombril de venus, Oreille-de-cochon	Alerte		Alerte	Absente
Crassulaceae	Crassula helmsii (Kirk) Cockayne, 1907	Orpin de Helms, Crassule	Prévention		Prévention	Prévention
Asteraceae	Crepis bursifolia L., 1753	Crépide à feuilles de capselle	Modérée		Modérée	Prévention
Convolvulaceae	Cuscuta scandens Brot., 1804	Cuscute volubile, Cuscute du Bident	Prévention		Prévention	Prévention
Cyperaceae	Cyperus difformis L., 1756	Souchet difforme	Alerte	Alerte	Alerte	Absente
Cyperaceae	Cyperus eragrostis Lam., 1791	Souchet vigoureux, Souchet robuste	Majeure	Modérée	Majeure	Absente
Cyperaceae	Cyperus glomeratus L., 1756	Souchet aggloméré	Alerte	Alerte	Alerte	Absente
Cyperaceae	Cyperus reflexus Vahl, 1805	Souchet réfléchi	Alerte		Alerte	Absente
Dryopteridaceae	Cyrtomium falcatum (L.f.) C.Presl, 1836	Fougère-houx	Alerte		Alerte	Absente
Fabaceae	Cytisus striatus (Hill) Rothm., 1944	Genêt strié, Cytise strié	Alerte		Alerte	Alerte
Poaceae	Dasypyrum villosum (L.) P.Candargy, 1901	Mosquitograss	Emergente		Alerte	Absente
Solanaceae	Datura inoxia Mill., 1768	Stramoine à grandes fleurs	Alerte		Alerte	Alerte

Famille	Nom du taxon	Nom(s) vernaculaire(s)	Statut	Statut	Statut	Statut
			PACA	LR	MED.	ALP.
Solanaceae	Datura stramonium L., 1753	Stramoine, Herbe à la taupe, Datura officinale	Modérée	Modérée	Modérée	Modérée
Solanaceae	Datura wrightii Regel, 1859		Alerte		Alerte	Absente
Asteraceae	Delairea odorata Lem., 1844	Lierre d'Allemagne	Emergente	Alerte	Emergente	Absente
Ebenaceae	Diospyros lotus L., 1753	Plaqueminier d'Europe, Plaqueminier d'Italie	Alerte		Alerte	Absente
Rosaceae	Duchesnea indica (Andrews) Focke, 1888	Fraisier de Duchesne, Fraisier d'Inde	Emergente		Alerte	Absente
Amaranthaceae	Dysphania pumilio (R.Br.) Mosyakin & Clemants, 2002	Chénopode couché	Alerte		Alerte	Absente
Asteraceae	Eclipta prostrata (L.) L., 1771	Éclipte blanche	Alerte		Alerte	Absente
Hydrocharitaceae	Egeria densa Planch., 1849	Égéria, Élodée dense	Emergente	Emergente	Emergente	Prévention
Poaceae	Ehrharta erecta Lam.		Alerte		Alerte	Absente
Pontederiaceae	Eichhornia crassipes (Mart.) Solms, 1883	Jacinthe d'eau	Alerte	Alerte	Alerte	Absente
Elaeagnaceae	Elaeagnus angustifolia L., 1753	Olivier de bohème, Arbre d'argent, Arbre de paradis	Emergente	Majeure	Emergente	Absente
Poaceae	Eleusine indica (L.) Gaertn., 1788	Éleusine des Indes	Alerte		Alerte	Absente
Asparagaceae	Elide asparagoides (L.) Kerguélen, 1993	Florists'-smilax	Emergente	Prévention	Emergente	Absente
Hydrocharitaceae	Elodea canadensis Michx., 1803	Élodée du Canada	Emergente	Emergente	Emergente	Emergente
Hydrocharitaceae	Elodea nuttalii (Planch.) H.St.John, 1920	Élodée à feuilles étroites, Élodée de Nuttall	Emergente	Emergente	Emergente	Prévention
Poaceae	Eragrostis pectinacea (Michx.) Nees, 1841	Éragrostis en peigne, Éragrostide en peigne	Alerte		Alerte	Absente
Poaceae	Eragrostis virescens C.Presl, 1830	Éragrostide verdissante	Alerte		Alerte	Absente
Asteraceae	Erigeron annuus (L.) Desf., 1804	Vergerette annuelle, Érigéron annuel	Modérée		Modérée	Modérée
Asteraceae	Erigeron floribundus (Kunth) Sch.Bip., 1865	Vergerette à fleurs nombreuses	Alerte		Alerte	Absente
Asteraceae	Erigeron karvinskianus DC., 1836	Vergerette de Karvinski	Emergente	Emergente	Emergente	Prévention
Asteraceae	Erigeron sumatrensis Retz., 1810	Vergerette de Barcelone	Modérée		Modérée	Modérée
Myrtaceae	Eucalyptus camaldulensis Dehnh., 1832	Gommier des rivières	Alerte	Alerte	Alerte	Absente
Myrtaceae	Eucalyptus globulus Labill., 1800	Eucalyptus, Gommier bleu	Alerte		Alerte	Absente
Celastraceae	Euonymus japonicus L.f., 1780	Fusain du Japon	Alerte	Alerte	Alerte	Absente
Euphorbiaceae	Euphorbia davidii R.Subils, 1984		Modérée		Modérée	Prévention

Famille	Nom du taxon	Nom(s) vernaculaire(s)	Statut	Statut	Statut	Statut
			PACA	LR	MED.	ALP.
Euphorbiaceae	Euphorbia glyptosperma Engelm., 1859	Euphorbe à graines entaillées	Modérée		Modérée	Modérée
Euphorbiaceae	Euphorbia humifusa Willd. ex Schltdl., 1813	Euphorbe couchée	Modérée		Modérée	Modérée
Euphorbiaceae	Euphorbia maculata L., 1753	Euphorbe de Jovet, Euphorbe maculée	Modérée		Modérée	Modérée
Euphorbiaceae	Euphorbia prostrata Aiton, 1789	Euphorbe prostrée	Modérée		Modérée	Modérée
Euphorbiaceae	Euphorbia serpens Kunth, 1817	Euphorbe rampante	Modérée		Modérée	Modérée
Polygonaceae	Fallopia aubertii (L.Henry) Holub, 1971	Renouée de Chine, Renouée de Boukhara	Emergente		Emergente	Prévention
Polygonaceae	Fallopia baldschuanica (Regel) Holub, 1971	Vrillée de Bal'dzhuan, Renouée	Emergente	Emergente	Emergente	Emergente
Iridaceae	Freesia alba (G.L.Mey.) Grumbleton		Emergente		Emergente	Absente
Fabaceae	Galega officinalis L., 1753	Lilas d'Espagne, Sainfoin d'Espagne, Rue de chèvre	Alerte	Alerte	Alerte	Absente
Asteraceae	Galinsoga parviflora Cav., 1795	Galinsoga à petites fleurs	Alerte		Alerte	Alerte
Asteraceae	Galinsoga quadriradiata Ruiz & Pav., 1798	Galinsoga cilié	Alerte		Alerte	Alerte
Onagraceae	Gaura lindheimeri Engelm. & A.Gray		Alerte		Alerte	Absente
Asteraceae	Gazania rigens (L.) Gaertn., 1791	Gazania, Gazanie	Alerte	Alerte	Alerte	Absente
Fabaceae	Gleditsia triacanthos L., 1753	Févier d'Amérique	Alerte	Majeure	Alerte	Absente
Fabaceae	Glycyrrhiza glabra L., 1753	Réglisse sauvage, Réglisse glabre	Alerte	Alerte	Alerte	Absente
Apocynaceae	Gomphocarpus fruticosus (L.) R.Br., 1810	Gonphocarpe	Alerte		Alerte	Absente
Gunneraceae	Gunnera tinctoria (Molina) Mirb., 1805	Gunnéra du Chili	Prévention	Prévention	Prévention	Prévention
Proteaceae	Hakea salicifolia (Vent.) B.L.Burtt, 1941		Emergente		Emergente	Absente
Proteaceae	Hakea sericea Schrad. & J.C.Wendl., 1798	Silky Hakea	Emergente	Prévention	Emergente	Absente
Asteraceae	Helianthus tuberosus L., 1753	Topinambour, Patate de Virginie	Majeure	Emergente	Modérée	Modérée
Asteraceae	Helianthus x laetiflorus Pers., 1807	Hélianthe vivace	Majeure		Modérée	Modérée
Boraginaceae	Heliotropium curassavicum L., 1753	Héliotrope de Curaçao	Alerte		Alerte	Absente
Asphodelaceae	Hemerocallis fulva (L.) L., 1762	Hémérocalle fauve	Alerte		Alerte	Alerte
Apiaceae	Heracleum mantegazzianum Sommier & Levier, 1895	Berce du Caucase, Berce de Mantegazzi	Emergente	Emergente	Emergente	Alerte

Famille	Nom du taxon	Nom(s) vernaculaire(s)	Statut	Statut	Statut	Statut
			PACA	LR	MED.	ALP.
Apiaceae	Heracleum persicum Desf. ex Fisch., 1841	Berce de Perse	Prévention	Prévention	Prévention	Prévention
	Heracleum sosnowskyi Manden., 1944		Prévention	Prévention	Prévention	Prévention
Pontederiaceae	Heteranthera limosa (Sw.) Willd., 1801	Hétéranthère des marais	Emergente	Alerte	Emergente	Absente
Pontederiaceae	Heteranthera reniformis Ruiz & Pav., 1798	Hétéranthère réniforme	Emergente	Alerte	Emergente	Absente
Cannabaceae	Humulus japonicus Siebold & Zucc., 1846		Alerte	Emergente	Alerte	Absente
Araliaceae	Hydrocotyle ranunculoides L.f., 1782	Hydrocotyle fausse renoncule, Hydrocotyle à feuilles de Renoncule	Prévention		Prévention	Prévention
Brassicaceae	Iberis semperflorens L., 1753	Ibéris toujours fleuri	Alerte		Alerte	Absente
Balsaminaceae	Impatiens balfouri Hook.f., 1903	Impatience de Balfour, Impatiente des jardins	Emergente	Modérée	Emergente	Emergente
Balsaminaceae	Impatiens capensis Meerb., 1775	Balsamine du Cap	Alerte	Prévention	Prévention	Alerte
Balsaminaceae	Impatiens glandulifera Royle, 1833	Balsamine de l'Himalaya, Balsamine géante, Balsamine rouge	Alerte	Emergente	Alerte	Emergente
Balsaminaceae	Impatiens parviflora DC., 1824	Balsamine à petites fleurs, Impatiente à petites fleurs	Alerte	Alerte	Alerte	Prévention
Convolvulaceae	Ipomoea indica (Burm.) Merr., 1917	Ipomée des Indes, Ipomée d'Inde	Alerte		Alerte	Absente
Juncaceae	Juncus tenuis Willd., 1799	Jonc grêle, Jonc fin	Alerte		Alerte	Alerte
Hydrocharitaceae	Lagarosiphon major (Ridl.) Moss, 1928	Grand lagarosiphon, Lagarosiphon élevé, Elodée crépue	Emergente	Emergente	Emergente	Prévention
Verbenaceae	Lantana camara L., 1753		Alerte		Alerte	Absente
Asteraceae	Lapsana communis subsp. intermedia (M.Bieb.) Hayek, 1931	Lapsane intermédiaire	Majeure		Alerte	Majeure
Fabaceae	Lathyrus incurvus (Roth) Willd., 1802		Alerte		Alerte	Absente
Lamiaceae	Lavandula dentata L.		Alerte		Alerte	Absente
Araceae	Lemna minuta Kunth, 1816	Lentille d'eau minuscule	Emergente	Emergente	Emergente	Prévention
Brassicaceae	Lepidium virginicum L., 1753	Passerage de Virginie	Alerte		Alerte	Absente
Oleaceae	Ligustrum lucidum W.T.Aiton, 1810	Troène luisant	Modérée	Alerte	Modérée	Prévention
Linderniaceae	Lindernia dubia (L.) Pennell, 1935	Lindernie fausse-gratiole, Fausse Gratiole	Alerte	Alerte	Alerte	Absente
Caprifoliaceae	Lonicera japonica Thunb., 1784	Chèvrefeuille du Japon	Majeure	Emergente	Majeure	Prévention
Onagraceae	Ludwigia grandiflora (Michx.) Greuter & Burdet, 1987	Ludwigie à grandes fleurs, Jussie à grandes fleurs	Emergente	Emergente	Emergente	Prévention

Famille	Nom du taxon	Nom(s) vernaculaire(s)	Statut	Statut	Statut	Statut
			PACA	LR	MED.	ALP.
Onagraceae	Ludwigia peploides (Kunth) P.H.Raven, 1963	Jussie rampante, Jussie	Majeure	Majeure	Majeure	Prévention
Fabaceae	Lupinus polyphyllus Lindl., 1827	Lupin à folioles nombreuses	Prévention	Absente	Prévention	Prévention
Araceae	Lysichiton americanus Hultén & H.St.John		Prévention		Prévention	Prévention
Berberidaceae	Mahonia aquifolium (Pursh) Nutt., 1818	Faux Houx	Alerte		Alerte	Alerte
Marsileaceae	Marsilea drummondii A.Braun, 1852		Alerte		Alerte	Absente
Asteraceae	Matricaria discoidea DC., 1838	Matricaire fausse-camomille, Matricaire discoïde	Modérée		Alerte	Modérée
Fabaceae	Medicago arborea L., 1753	Luzerne en arbre	Majeure	Alerte	Majeure	Absente
	Microstegium vimineum (Trin.) A. Camus		Prévention	Prévention	Prévention	Prévention
Scrophulariaceae	Mimulus guttatus Fisch. ex DC., 1813	Mimule tacheté	Emergente		Prévention	Emergente
Haloragaceae	Myriophyllum aquaticum (Vell.) Verdc., 1973	Myriophylle aquatique, Myriophylle du Brésil, Millefeuille aquatique	Emergente	Emergente	Emergente	Prévention
Haloragaceae	Myriophyllum heterophyllum Michx		Prévention		Prévention	Prévention
Hydrocharitaceae	Najas gracillima (A.Braun ex Engelm.) Magnus, 1870	Naïade	Alerte		Alerte	Absente
Hydrocharitaceae	Najas indica (Willd.) Cham.		Alerte		Alerte	Absente
Poaceae	Nassella neesiana (Trin. & Rupr.) Barkworth, 1990	Stipe de Nees	Alerte	Alerte	Alerte	Absente
Poaceae	Nassella tenuissima (Trin.) Barkworth		Alerte		Alerte	Absente
Solanaceae	Nicotiana glauca Graham, 1828	Tabac glauque	Alerte	Emergente	Alerte	Absente
Amaryllidaceae	Nothoscordum borbonicum Kunth, 1843	Ail inodore, Ail odorant	Modérée		Modérée	Absente
Onagraceae	Oenothera biennis L., 1753		Modérée		Modérée	Modérée
Onagraceae	Oenothera glazioviana Micheli, 1875	Onagre à sépales rouges, Onagre de Glaziou	Modérée	Alerte	Modérée	Modérée
Onagraceae	Oenothera parviflora L., 1759	Onagre à petites fleurs, Onagre muriquée	Modérée	Alerte	Modérée	Modérée
Onagraceae	Oenothera rosea L'Hér. ex Aiton, 1789	Onagre rosée	Alerte		Alerte	Absente
Onagraceae	Oenothera villosa Thunb., 1794	Onagre à feuilles de saule	Modérée	Alerte	Modérée	Modérée
Cactaceae	Opuntia engelmannii Salm-Dyck ex Engelm., 1850		Alerte	Alerte	Alerte	Absente

Famille	Nom du taxon	Nom(s) vernaculaire(s)	Statut	Statut	Statut	Statut
			PACA	LR	MED.	ALP.
Cactaceae	Opuntia ficus-indica (L.) Mill., 1768	Figuier de Barbarie, Figuier d'Inde	Majeure	Alerte	Majeure	Absente
Cactaceae	Opuntia imbricata (Haw.) DC., 1828		Alerte	Alerte	Alerte	Absente
Cactaceae	Opuntia monacantha (Willd. ex Schltdl.) Haw., 1819	Common Pricklypear	Alerte		Alerte	Absente
Cactaceae	Opuntia rosea DC.		Alerte	Emergente	Alerte	Absente
Cactaceae	Opuntia stricta (Haw.) Haw., 1812	Oponce	Majeure	Emergente	Majeure	Absente
Oxalidaceae	Oxalis articulata Savigny, 1798	Oxalis articulé	Modérée		Modérée	Absente
Oxalidaceae	Oxalis pes-caprae L., 1753	Oxalis pied-de-chèvre	Majeure	Alerte	Majeure	Absente
Poaceae	Panicum capillare L., 1753	Panic capillaire	Modérée		Modérée	Alerte
Poaceae	Panicum dichotomiflorum Michx., 1803	Panic à fleurs dichotomes, Panic dichotome	Alerte		Alerte	Absente
Poaceae	Panicum hillmannii Chase, 1934	Panic de Hillman	Alerte		Alerte	Absente
Poaceae	Panicum miliaceum L., 1753	Panic faux-millet	Alerte		Alerte	Absente
Fabaceae	Paraserianthes lophantha (Willd.) I.C.Nielsen, 1983	Cape Wattle	Emergente		Emergente	Absente
Asteraceae	Parthenium hysterophorus L., 1753	Parthénium matricaire, Absinthe marron	Prévention	Prévention	Prévention	Absente
Vitaceae	Parthenocissus inserta (A.Kern.) Fritsch, 1922	Vigne-vierge commune	Modérée	Modérée	Modérée	Alerte
Poaceae	Paspalum dilatatum Poir., 1804	Paspale dilaté	Modérée	Majeure	Modérée	Prévention
Poaceae	Paspalum distichum L., 1759	Paspale à deux épis	Majeure	Majeure	Majeure	Absente
Passifloraceae	Passiflora caerulea L., 1753	Passiflore, Fruit de la passion, Grenadille	Alerte	Alerte	Alerte	Absente
Poaceae	Pennisetum clandestinum C.F. Hochstetter ex E. Chiovenda		Alerte		Alerte	Absente
Poaceae	Pennisetum villosum R.Br. ex Fresen., 1837	Pennisetum hérissé	Alerte	Prévention	Alerte	Absente
Apocynaceae	Periploca graeca L., 1753	Bourreau-des-arbres	Emergente	Emergente	Emergente	Absente
Polygonaceae	Persicaria polystachya (C.F.W.Meissn.) H.Gross, 1913	Renouée à épis nombreux	Prévention	Prévention	Prévention	Prévention
Asteraceae	Petasites pyrenaicus (L.) G.López, 1986	Pétasite odorant, Héliotrope d'hiver	Emergente		Emergente	Absente
Arecaceae	Phoenix canariensis hort. ex Chabaud, 1882	Dattier, Palmier des Canaries	Alerte		Alerte	Absente
Verbenaceae	Phyla filiformis (Schrad.) Meikle, 1985	Erba-Luigia americana	Alerte	Emergente	Alerte	Absente

Famille	Nom du taxon	Nom(s) vernaculaire(s)	Statut	Statut	Statut	Statut
			PACA	LR	MED.	ALP.
Poaceae	Phyllostachys aurea Carrière ex Rivière & C. Rivière		Alerte		Alerte	Absente
Poaceae	Phyllostachys bambusoides Siebold & Zucc., 1843		Alerte		Alerte	Absente
Poaceae	Phyllostachys flexuosa Rivière & C. Rivière		Prévention	Alerte	Prévention	Absente
Poaceae	Phyllostachys mitis Rivière & C.Rivière, 1878		Alerte		Alerte	Absente
Poaceae	Phyllostachys nigra (Lodd. ex Lindl.) Munro, 1868		Alerte		Alerte	Absente
Poaceae	Phyllostachys viridi-glaucescens Rivière & C.Rivière, 1878		Alerte		Alerte	Absente
Phytolaccaceae	Phytolacca americana L., 1753	Raisin d'Amérique, Phytolaque américaine	Modérée	Modérée	Modérée	Prévention
Lentibulariaceae	Pinguicula hirtiflora Ten.		Emergente		Emergente	Prévention
Pinaceae	Pinus nigra Arnold subsp. nigra	Pin noir d'Autriche	Modérée		Modérée	Modérée
Araceae	Pistia stratiotes L., 1753		Alerte	Emergente	Alerte	Absente
Pittosporaceae	Pittosporum tobira (Thunb.) W.T.Aiton, 1811	Arbre des Hottentots	Modérée	Alerte	Modérée	Absente
Platanaceae	Platanus x hispanica Mill. ex Münchh., 1770	Platane d'Espagne	Modérée		Modérée	Modérée
Cupressaceae	Platycladus orientalis (L.) Franco, 1949	Thuya d'Orient	Alerte		Alerte	Alerte
Polygalaceae	Polygala myrtifolia L., 1753	Polygale à feuilles de Myrte, Polygala à feuilles de Myrte	Alerte		Alerte	Absente
	Polygonum perfoliatum (L.) H. Gross, 1919		Prévention	Prévention	Prévention	Prévention
Rosaceae	Prunus laurocerasus L., 1753	Laurier-cerise, Laurier-palme	Alerte		Alerte	Absente
Rosaceae	Prunus serotina Ehrh., 1788	Cerisier tardif, Cerisier noir, Cerisier d'automne	Alerte	Prévention	Alerte	Prévention
Pteridaceae	Pteris nipponica W.C.Shieh, 1966		Emergente		Alerte	Absente
Pteridaceae	Pteris vittata L., 1753	Ptéris rubané, Fougère à feuilles longues	Alerte		Alerte	Absente
Asteraceae	Ptilostemon gnaphaloides (Cirillo) Soják, 1962		Alerte		Alerte	Absente
Fabaceae	Pueraria montana var. lobata (Willd.) Maesen & S.M.Almeida ex Sanjappa & Predeep, 1992	Nepalem, Vigne japonaise, Kudzu	Prévention	Prévention	Prévention	Prévention
Rosaceae	Pyracantha coccinea M.Roem., 1847	Buisson ardent	Modérée	Modérée	Modérée	Alerte

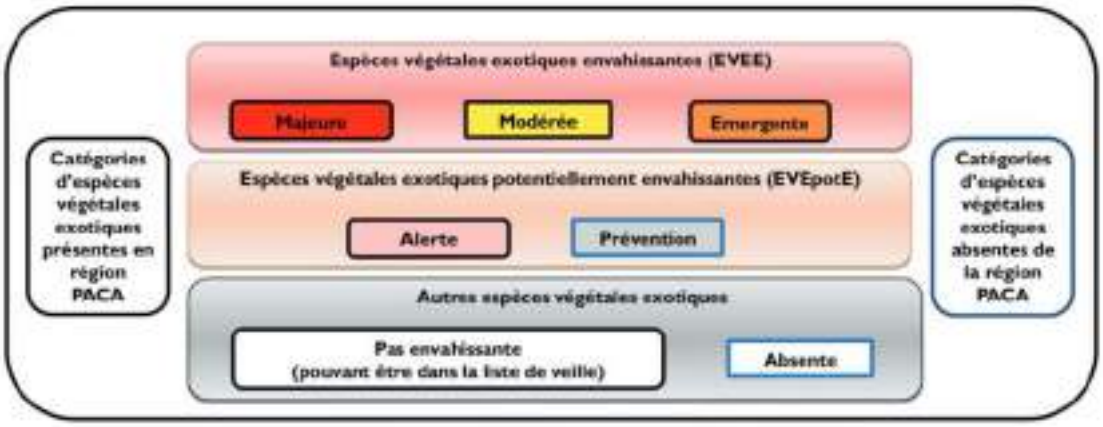
Famille	Nom du taxon	Nom(s) vernaculaire(s)	Statut	Statut	Statut	Statut
			PACA	LR	MED.	ALP.
Polygonaceae	Reynoutria japonica Houtt., 1777	Renouée du Japon	Emergente	Majeure	Emergente	Majeure
Polygonaceae	Reynoutria sachalinensis (F.Schmidt) Nakai, 1922	Renouée de Sakhaline	Emergente	Emergente	Emergente	Majeure
Polygonaceae	Reynoutria x bohemica Chrtek & Chrtkova, 1983	Renouée de Bohême	Emergente	Emergente	Emergente	Majeure
Ericaceae	Rhododendron ponticum L., 1762	Rhododendron des parcs, Rhododendron pontique, Rhododendron de la mer Noire	Prévention	Alerte	Prévention	Prévention
Anacardiaceae	Rhus typhina L., 1756	Sumac hérissé, Sumac Amarante	Alerte		Alerte	Alerte
Fabaceae	Robinia pseudoacacia L., 1753	Robinier faux-acacia, Carouge	Majeure	Majeure	Majeure	Majeure
Rosaceae	Rosa rugosa Thunb., 1784	Rosier rugueux	Alerte	Prévention	Alerte	Pas envahissante
Rosaceae	Rubus armeniacus Focke, 1874		Alerte	Prévention	Alerte	Prévention
Asteraceae	Rudbeckia laciniata L., 1753	Rudbeckie lacinié, Rudbeckie découpée	Prévention		Prévention	Prévention
Polygonaceae	Rumex cristatus DC., 1813	Patience à crêtes, Rumex à crêtes	Alerte		Alerte	Absente
Poaceae	Saccharum spontaneum L., 1771	Canne à sucre fourragère	Prévention	Emergente	Prévention	Prévention
Alismataceae	Sagittaria latifolia Willd., 1805	Sagittaire à larges feuilles, Sagittaire obtuse	Alerte	Prévention	Alerte	Absente
Solanaceae	Salpichroa origanifolia (Lam.) Baill., 1888	Muguet des pampas	Emergente	Emergente	Emergente	Absente
Salviniaceae	Salvinia molesta D.S. Mitchell	Salvinie géante	Prévention		Prévention	Prévention
Asteraceae	Senecio angulatus L.f., 1782	Séneçon anguleux	Emergente	Alerte	Emergente	Absente
Asteraceae	Senecio deltoideus Less., 1832		Emergente	Prévention	Emergente	Absente
Asteraceae	Senecio inaequidens DC., 1838	Séneçon sud-africain	Modérée	Majeure	Modérée	Alerte
Fabaceae	Sesbania punicea (Cav.) Benth., 1859	Flamboyant d'Hyères	Alerte		Alerte	Absente
Poaceae	Setaria italica (L.) P.Beauv., 1812		Alerte		Alerte	Absente
Poaceae	Setaria parviflora (Poir.) Kerguélen, 1987	Sétaire à petites fleurs	Alerte		Alerte	Absente
Cucurbitaceae	Sicyos angulata L., 1753	Sicyos anguleux, Concombre anguleux	Emergente	Alerte	Emergente	Absente
Solanaceae	Solanum chenopodioides Lam., 1794	Morelle faux chénopode, Morelle sublobée	Modérée	Alerte	Modérée	Absente
Solanaceae	Solanum elaeagnifolium Cav., 1795	Morelle à feuilles de chalef	Prévention	Emergente	Prévention	Absente

Famille	Nom du taxon	Nom(s) vernaculaire(s)	Statut	Statut	Statut	Statut
			PACA	LR	MED.	ALP.
Asteraceae	Solidago canadensis L., 1753	Solidage du Canada, Gerbe-d'or	Alerte	Alerte	Alerte	Prévention
Asteraceae	Solidago gigantea Aiton, 1789	Solidage géant, Solidage glabre, Solidage tardif, Verge d'or géante	Majeure	Alerte	Majeure	Majeure
Poaceae	Sorghum halepense (L.) Pers., 1805	Sorgho d'Alep, Herbe de Cuba	Modérée	Modérée	Modérée	Modérée
Poaceae	Spartina alterniflora Loisel., 1807	Spartine à feuilles alternes	Prévention		Prévention	Prévention
Poaceae	Spartina anglica C.E.Hubb., 1978		Prévention		Prévention	Prévention
Rosaceae	Spiraea douglasii Hook., 1832	Spirée de Douglas	Prévention		Prévention	Prévention
Poaceae	Sporobolus indicus (L.) R.Br., 1810	Sporobole fertile, Sporobole tenace	Emergente	Modérée	Emergente	Absente
Poaceae	Sporobolus vaginiflorus (Torr. ex A.Gray) Alf.Wood, 1861	Sporobole engainé	Emergente		Prévention	Emergente
Poaceae	Stenotaphrum secundatum (Walter) Kuntze, 1891	Sténotaphrum	Emergente		Emergente	Absente
Caprifoliaceae	Symphoricarpos albus (L.) S.F.Blake, 1914	Symphorine à fruits blancs, Symphorine à grappes	Alerte		Alerte	Absente
Asteraceae	Symphyotrichum lanceolatum (Willd.) G.L.Nesom, 1995	Aster lancéolé	Prévention	Absente	Prévention	Prévention
Asteraceae	Symphyotrichum squamatum (Spreng.) G.L.Nesom, 1995		Modérée	Majeure	Modérée	Absente
Asteraceae	Symphyotrichum x salignum (Willd.) G.L.Nesom, 1995 (=Aster salignus Willd., S. lanceolatum (Willd.) G. L. Nesom × S. novii-belgii (L.) G. L. Nesom)	Aster à feuilles de Saule	Majeure	Emergente	Majeure	Emergente
Asteraceae	Tagetes minuta L., 1753	Tagète des décombres	Alerte		Alerte	Absente
Tamaricaceae	Tamarix parviflora DC., 1828	Tamaris à petites fleurs	Alerte		Alerte	Absente
Tamaricaceae	Tamarix ramosissima Ledeb., 1829	Tamaris très ramifié	Alerte	Emergente	Alerte	Absente
Campanulaceae	Trachelium caeruleum L., 1753	Trachélium bleu	Alerte		Alerte	Absente
Commelinaceae	Tradescantia fluminensis Vell., 1829	Éphémère de Rio	Alerte		Alerte	Absente
Tropaeolaceae	Tropaeolum majus L., 1753	Grande capucine, Capucine à grandes fleurs	Alerte		Alerte	Absente
Plantaginaceae	Veronica persica Poir., 1808	Véronique de Perse	Modérée		Modérée	Modérée
Vitaceae	Vitis labrusca L., 1753	Vigne américaine, Vigne framboisier, Vigne des chats	Alerte		Absente	Prévention
Vitaceae	Vitis rupestris Scheele, 1848	Vigne des rochers	Modérée		Modérée	Absente

Famille	Nom du taxon	Nom(s) vernaculaire(s)	Statut	Statut	Statut	Statut
			PACA	LR	MED.	ALP.
Vitaceae	Vitis vulpina L., 1753	Vigne à feuilles cordées	Emergente	Prévention	Emergente	Absente
Namaceae	Wigandia caracasana Kunth, 1819	Caracus Wigandia	Emergente		Emergente	Absente
Asteraceae	Xanthium orientale L., 1763	Lampourde à gros fruits	Modérée	Majeure	Modérée	Absente
Asteraceae	Xanthium spinosum L., 1753	Lampourde épineuse	Modérée		Modérée	Prévention
Asparagaceae	Yucca filamentosa L., 1753	Yucca	Alerte		Alerte	Absente
Asparagaceae	Yucca gloriosa L., 1753	Yucca	Modérée	Majeure	Modérée	Absente
Araceae	Zantedeschia aethiopica (L.) Spreng., 1826	Richarde	Alerte		Alerte	Absente

Une typologie des catégories et leur définition sont présentées dans les tableaux ci-après.

Les différentes catégories d'espèces végétales exotiques



Typologie et définition des différentes catégories d'EVEE et eEVEpotE

Couleur associée	Catégories	Définitions	Statuts
	Majeure	Espèce végétale exotique assez fréquemment à fréquemment présente sur le territoire considéré et qui a un recouvrement, dans ses aires de présence, régulièrement supérieur à 50%	Espèce végétale exotique envahissante (EVEE)
	Modérée	Espèce végétale exotique assez fréquemment à fréquemment présente sur le territoire considéré et qui a un recouvrement, dans ses aires de présence, régulièrement inférieur à 5% et parfois supérieur à 25%	
	Emergente	Espèce végétale exotique peu fréquente sur le territoire considéré et qui a un recouvrement, dans ses aires de présence, régulièrement supérieur à 50%	
	Alerte	Espèce végétale exotique peu fréquente sur le territoire considéré et qui a un recouvrement dans ses aires de présence soit toujours inférieur à 5% soit régulièrement inférieur à 5% et parfois supérieur à 25%. De plus, cette espèce est citée comme envahissante ailleurs* ou a un risque intermédiaire à élevé de prolifération en région PACA (d'après l'analyse de Weber & Gut modifiée).	Espèce végétale exotique potentiellement envahissante (EVEpotE)
	Prévention	Espèce végétale exotique absente du territoire considéré et citée comme envahissante ailleurs* ou ayant un risque intermédiaire à élevé de prolifération en région PACA (d'après l'analyse de Weber & Gut modifiée).	

** dans territoire géographiquement proche et à climat similaire*

Annexe 2 : Etude sur le potentiel des énergies renouvelables – EVEN CONSEIL

CITADIA

ETUDE DE FAISABILITE SUR LE POTENTIEL DE DEVELOPPEMENT EN ENERGIES RENOUVELABLES

Annexe n°2

PROJET DE LOGEMENTS DU PONT DE L'AUTURE
SENAS

19 JANVIER 2024

CITADIA CONSEIL
EVEN CONSEIL
AIREPUBLIQUE
MERCAT
CITADIA DESIGN

A. Contexte du présent document 3

I. Cadre réglementaire 3

II. Ambitions du Plan Climat Air Energie Territorial (PCAET) 4

B. Contexte du projet 4

I. Contexte climatique 4

II. Programmation du projet : 7

a. Contexte du projet 8

b. Présentation générale du projet 8

C. Potentiel de développement des énergies renouvelables 11

I. L'énergie solaire : 11

a. Solaire thermique 12

b. Climatisation solaire 14

c. Solaire photovoltaïque 17

II. L'énergie éolienne 22

a. Le grand éolien 22

b. L'éolien urbain 24

c. Potentiel éolien local 25

III. L'hydrolien : 28

a. Présentation de la technologie 28

b. Subventions 2017 28

c. Le potentiel hydrolien du secteur 29

IV. La géothermie 29

V. La biomasse 33

a. Le bois énergie : chaufferie bois 33

b. Le bois énergie- Cogénération 36

c. Potentiel local bois énergie 38

VI. Le potentiel de produits méthanisables 41

a. Présentation de la technologie- production du biogaz 41

b. Potentiel biogaz local 42

D. Synthèse 44

A.CONTEXTE DU PRESENT DOCUMENT

La présente « Etude du potentiel de développement des énergies renouvelables » est réalisée conformément à l'art. L300-1 du Code de l'Urbanisme qui prévoit que toute action ou opération d'aménagement faisant l'objet d'une évaluation environnementale doit faire l'objet d'une étude de faisabilité sur le potentiel de développement en énergies renouvelables de la zone. Cette étude doit notamment porter aujourd'hui sur l'opportunité de créer ou de se raccorder à un réseau de chaleur ou de froid.

I.CADRE REGLEMENTAIRE

Depuis le sommet de Rio de 1992, les réglementations visant à diminuer les consommations énergétiques et à développer les énergies renouvelables se sont multipliées, incitant les différents acteurs (publics et privés) et les citoyens à entreprendre et développer des actions concrètes sur leur territoire.

A l'échelle nationale, ces objectifs se sont traduits par la mise en œuvre du Grenelle de l'environnement. Une première loi, dite « loi Grenelle I », adoptée en 2009, a permis de fixer les objectifs, définir le cadre d'action, organiser la gouvernance à long terme et énoncer les instruments de la politique mise en œuvre pour lutter contre le changement climatique.

- Elle vise en priorité le secteur du bâtiment notamment à travers la norme BBC (bâtiment basse consommation), en réduisant les consommations d'énergie dans les bâtiments anciens de 38% d'ici 2020 et en définissant un programme de rénovation thermique des bâtiments avec 400 000 rénovations par an à partie 2013.
- En matière d'énergie, la loi prévoit la division par quatre des émissions de gaz à effet de serre à l'horizon 2050 (facteur 4), et le passage à une part de 23 % d'énergies renouvelables dans la consommation d'énergie. Elle incite également les collectivités à établir des Plans Climat Energie Territoriaux ou encore la généralisation des étiquettes énergétiques des produits.

Une seconde, dite « loi Grenelle II », adoptée en 2010, a permis de préciser les modalités de d'exécution et les financements des dispositifs énoncées dans la loi Grenelle I. Il s'agit notamment de diviser par cinq les consommations d'énergies dans les constructions neuves en 2012, modifier le code de l'urbanisme afin de favoriser les énergies renouvelables, et de réduire de 20% les émissions de gaz à effet de serre en 2020.

Le Grenelle de l'environnement fixait déjà un objectif ambitieux en termes de réduction des consommations d'énergie pour les bâtiments neufs notamment à travers la réglementation thermique 2012 (RT 2012).

En 2015, la loi relative à la Transition Energétique pour la Croissance Verte (TEPCV) qui fait suite aux Accords de Paris du 12 décembre 2015, permet de fixer des objectifs chiffrés et des moyens d'actions dans les domaines spécifiques du logement et de la construction, et à l'échelle du territoire.

Dans la suite de ces loi, la loi Elan permet d'étendre les objectifs en termes de performances énergétiques au domaine tertiaire à travers une réduction de 60% des consommations énergétiques d'ici 2050.

En 2021, la loi Climat et Résilience portant sur la lutte contre le dérèglement climatique et le renforcement de la résilience permet d'introduire la définition de la rénovation énergétique performante et de la rénovation énergétique performante globale dans le

code de la construction et de poursuivre les objectifs sur la performances énergétiques des bâtiments.

La réglementation environnementale 2020 effective le 1er janvier 2022 pour les logements succède à la RT2012. Elle n'est ainsi plus seulement une réglementation thermique mais également énergétique et environnementale en prenant en compte l'analyse du cycle de vie (ACV), les besoins de froid de manière systématique et favorisant la production d'énergies ainsi que les réseaux de chaleur et de froid.

II.AMBITIONS DU PLAN CLIMAT AIR ENERGIE TERRITORIAL (PCAET)

La commune de Sénas appartient à la Métropole d'Aix-Marseille-Provence et s'inscrit ainsi dans les objectifs fixés dans son Plan Climat Air Energie Territorial (PCAET). Ces ambitions, à l'horizon 2050, se traduisent par une réduction de 50% des consommations énergétiques de l'ensemble des secteurs, une neutralité carbone, une diminution de 50% des personnes exposées aux pollutions atmosphériques et sonores, et une couverture totale des besoins de consommation d'énergie par des énergies renouvelables.

B.CONTEXTE DU PROJET

I.CONTEXTE CLIMATIQUE

La commune de Sénas, située entre Marseille et Avignon, au sein du Parc régional des Alpilles et à 40 km au nord de littoral méditerranéen. La commune de Sénas est ainsi soumise à des conditions météorologiques caractéristiques du climat méditerranéen mais influencées par des spécificités du climat de montagne.

Les étés sont chauds et secs et des hivers sont doux, avec un ensoleillement annuel remarquable et des températures moyennes relativement agréables tout l'année. Les saisons intermédiaires connaissent des précipitations fréquentes et parfois violentes. La présence du mistral, vent froid et sec, participe au maintien d'un ciel clair et ensoleillé.

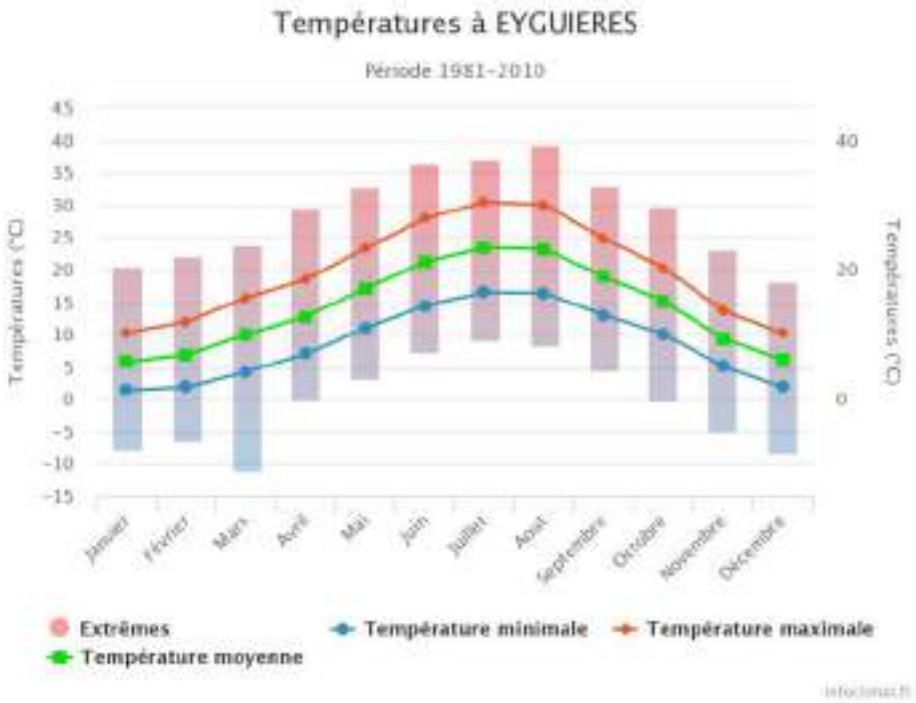
La température ne descend que très rarement en dessous de zéro et dépasse les 30°C en Juillet/Août.

- Les températures

La station météorologique nous donnant accès aux données de températures historiques, la plus proche et correspondant à un climat local similaire, est située à Eyguières (7km au Sud-Ouest de Sénas). Cette station permet de nous communiquer des informations précises sur données climatique du site.

D'après les données relevées à la station d'Eyguières, entre 1981 et 2010 :

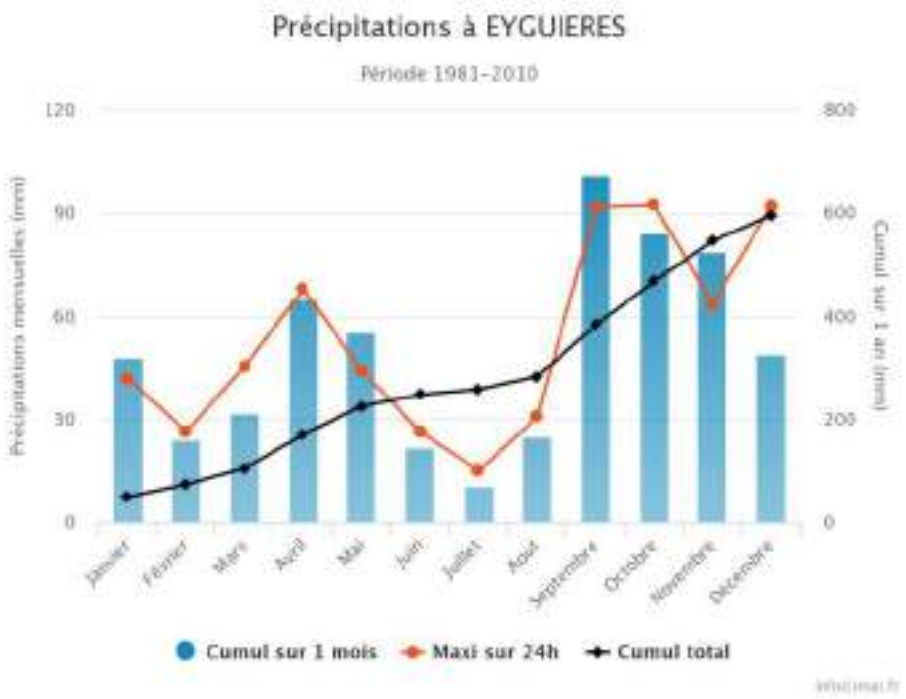
- La température moyenne annuelle maximale est de 23,4°C en août ;
- La température moyenne annuelle minimale est de 5,8°C en janvier ;
- La température moyenne maximale est de 30°C en août avec des extrêmes relevés à 39.2°C ;
- La température moyenne minimale est 1,4°C en janvier avec des extrêmes relevés à -11,3°C en mars.



Données historiques des températures de la station météorologique de Eyguières (infoclimat.fr)

- Les précipitations

La station météorologique nous donnant accès aux données pluviométriques historiques, la plus proche et correspondant à un climat local similaire, est située à Eyguières (7km au Sud-Ouest de Sénas). La pluviométrie (moyenne mensuelle) est marquée par des épisodes pluvieux forts notamment pendant les mois de septembre, octobre et novembre. D'après les données relevées à la station d'Eyguières, entre 1981 et 2010 les précipitations moyennes annuelles s'élèvent à près de 594,7 mm, inférieures à la moyenne nationale (895 mm/an).



Données historiques des précipitations de la station météorologique de Eyguières (infoclimat.fr)

- L'ensoleillement

Le tableau ci-dessous résume les données d'ensoleillement et de températures pour la base météorologique de la commune de Sénas. Elles proviennent du programme européen PVGIS (pour les données d'irradiation: données moyennes sur Sénas) et de la base de données de la station de Salon (températures moyennes calculées à partir des 10 dernières années).

Mois de l'année	Irradiation à l'horizontal (en kWh/m².j)	Irradiation à l'inclinaison optimale (en kWh/m².j)	Température minimum (en °C)	Température moyenne (en °C)	Température maximum (en °C)
Janvier	1.78	3.32	-3.3	7.9	18.2
Février	2.96	4.55	-2.7	9.8	23.1
Mars	4.41	5.85	-0.4	10.4	23.4
Avril	5.48	6.19	0.0	13.8	24.0
Mai	6.81	6.75	7.6	18.8	29.5
Juin	7.42	6.67	10.7	21.2	32.3
Juillet	7.89	6.91	12.6	24.8	36.2
Août	6.81	7.28	12.5	24.4	39.8
Septembre	4.76	5.76	0.1	20.2	32.3
Octobre	3.17	5.02	1.8	13.9	23.7
Novembre	2.1	4.73	-1.5	11.2	21.9
Décembre	1.48	2.71	-4.5	7.3	16.3
Année	**4.59**	**5.47**	**2.75**	**15.3**	**26.7**

Données d'ensoleillement et de température sur la commune de Sénas (PVGIS + Météo France)

Au regard de ces données, on peut constater que l'ensoleillement du territoire est fort et les températures varient de manière assez conséquente entre la période estivale et la période hivernale.

➢ Les vents

La rose des vents de la station de Salon-de-Provence, située à 15km au Sud de Sénas, nous permet de relever les vents dominants et leurs vitesse moyenne à proximité du site concerné. De cette manière, on constate que le territoire est concerné au cours de l'année par des vents dominants du Nord Nord-Ouest et Nord-Ouest, avec une vitesse moyenne de 17 km/h et des rafales moyenne à 52 km/h.

Rose des vent de la station de Salon-de-Provence (windfinder.com)

Statistiques mensuelles sur la vitesse et la direction du vent pour la station de Salon-de-Provence sur des données de 2007 à 2023 (windfinder.com)

II.PROGRAMMATION DU PROJET :

a.Contexte du projet

Bouygues Immobilier envisage la création d'un ensemble immobilier dans la commune de Sénas. Le secteur d'étude et de projet se situe le long de la RD7n, à l'ouest de la commune, au nord des regroupements urbains.

L'emprise foncière du projet ainsi que sur son environnement proche comprend plusieurs parcelles, en section AD et AC :

- *AC 2, 90, 91, 92, 93, 94, 344, 414, 616, 617, 619, 621, 622, 623, 624, 625*
- *AD 20, 25, 26,178*

Figure 2- Localisation du secteur d'étude dans la commune (orange)(QGIS, even)

Figure 1- Extrait du registre parcellaire (architecte Gallo)

b.Présentation générale du projet

Bouygues immobilier prévoit la réalisation d'un ensemble de logement sur le secteur d'étude. Le secteur destiné à recevoir le projet représente une surface de 44 326 m². (PC est et Pc ouest).

Le projet consiste en la réalisation d'un ensemble de 159 logements constitués de villas individuelles accolées et de petits immeubles semi-collectifs.

Le projet global représentera une SDP de 11 897 m². Il est prévue de réaliser 288 places de stationnement dont 35 places visiteurs.

Afin de palier au risque inondation présent sur le secteur d'étude, les rdc des villas seront réhaussées de 30 à 50 cm. Des bassins d'orage seront insérés dans le projet au niveau des espaces vacants et des zones destinées aux structures paysagères.

Le projet expose plusieurs objectifs :

- ⇨ **Réalisation d'un quartier de la ville** de Sénas dans la continuité de l'urbanisation existante, en intégrant les principes de tissus urbain et d'organisation vernaculaire du bâti
- ⇨ **Création d'un nouveau réseau de voiries** permettant une desserte de l'ensemble de l'opération et des secteurs environnants

⇨ **Création de cheminements doux** pour les circulations piétons et 2 roues au cœur du quartier neuf créé, permettant le maillage d'un schéma de voies douces sur l'ensemble de la commune.

A noter que deux scénarios ont été identifiés :

- Le scénario 2 « densification » consiste à préserver le secteur de projet tel qu'il est. Ce projet vise à accueillir 176 logements
- Le scénario 3 « TVB » vise à prendre en compte les enjeux environnementaux et pour cela compte moins de logements que le précédent scénario soit 159.

Figure 3- Scénario 2, "Densification"

Figure 4- Scénario 3 "TVB"

➔ **Dans les calculs de besoins énergétiques, le projet global de 159 logements sera retenu**

Composantes étudiés	**Projet d'ensemble**
Nombre de logements	159 logements
Logements collectifs	7 674 m²
Logements individuels	4 223 m²
SDP total	11 897 m²

LE NIVEAU DE PERFORMANCE ENERGETIQUE RETENU

Etant donné le calendrier prévisionnel de réalisation du projet, le niveau de performance devra respecter la RE2020.

Le calcul des besoins des nouvelles constructions se base sur des ratios de besoins utiles par m² pour des constructions respectant le niveau RE2020. Ces ratios, présentés dans le tableau ci-dessous, ont été estimés :

➔ Sur la base des **données climatiques** du secteur
➔ Selon la **nature des bâtiments**

➔ Pour les **usages de chauffage et de production d'eau chaude sanitaire (ECS).** Il a été pris comme hypothèses que les logements ne seraient pas climatisés.

Les ratios de besoins utiles par usage et type de bâtiments sont les suivants :

	Etat	Chauffage En kWh / m² / an	ECS En kWh / m² / an	Climatisation En kWh / m² / an	Ventilation/ éclairage /auxiliaire En kWh / m² / an
Résidentiels collectifs	Neuf	8	15	0	5
Résidentiels individuels	Neuf	17	8	0	5

Estimation des besoins énergétiques :

Zone	Chauffage En kWh / an	ECS En kWh / an	Climatisation En kWh / an	Ventilation/ éclairage/auxiliaire En kWh / m² / an	Total En kWh / an
Résidentiels collectifs	61 392	115 110	0	38 370	292 814
Résidentiels individuels	71 791	33 784	0	21 115	126 690
Total	133 183	148 894	0	59 485	419 504

Sur la base de ces besoins énergétiques, la consommation énergétique est estimée à 133 MWh/an de chaleur et de 0 kWh/an de froid sur l'ensemble de l'opération.

C.POTENTIEL DE DEVELOPPEMENT DES ENERGIES RENOUVELABLES

Ce paragraphe vise à présenter les sources énergétiques disponibles ou implantables sur le site. L'accent sera mis sur les besoins en chaud et en froid du projet. Par conséquent, nous présenterons des systèmes énergétiques pouvant produire des calories et des frigories et des systèmes producteurs d'énergie électrique permettant d'alimenter des équipements émetteurs de chaud et de froid.

I.L'ENERGIE SOLAIRE :

L'énergie solaire peut être valorisée à travers l'implantation de divers dispositifs :

- Les panneaux solaires thermiques peuvent être utilisés pour la production d'eau

chaude sanitaire, pour le chauffage des constructions ou encore pour la production de froid. Leur fonctionnement consiste à capter la chaleur d'une partie des rayonnements solaires qu'ils reçoivent (l'autre partie étant réfléchie) et à la transférer à un fluide caloporteur.

- Les panneaux photovoltaïques permettent de produire de l'électricité par conversion de lumière en électricité.

a.Solaire thermique

PRESENTATION DE LA TECHNOLOGIE

Le principe de fonctionnement du solaire thermique consiste à utiliser l'énergie provenant du rayonnement solaire pour la convertir en énergie thermique. Il permet de récupérer l'énergie solaire grâce à un fluide caloporteur qui circule dans les capteurs. Par l'intermédiaire d'un échangeur thermique, l'énergie est transférée dans le ballon solaire pour préchauffer l'eau de la ville. Une énergie d'appoint apporte le complément d'énergie si l'ensoleillement n'est pas suffisant. Un thermostat associé à cet appoint permet de garantir le maintien de la température de sortie de l'eau à la consigne désirée.

ECHELLE D'EXPLOITATION

Le solaire thermique est une énergie valorisable à l'échelle du bâtiment. Cette technologie est pertinente dès lors que les besoins d'ECS sont importants et stables. C'est notamment le cas pour un programme de logements, ou pour certains équipements publics (crèches, hôpitaux, etc.). Diverses solutions techniques valorisant cette technologie existent aujourd'hui que ce soit pour les maisons individuelles ou les logements collectifs.

Pour les immeubles collectifs, plusieurs types de solutions sont possibles. Ces solutions couvrent jusqu'à 50% des besoins d'ECS du bâtiment. Le coût de revient est d'environ 1 500 euros par logement. Ces technologies sont éligibles aux fonds chaleur.

Figure 5- Source : GRDF

ATOUTS ET CONTRAINTES DE LA TECHNOLOGIE

Atouts	Faiblesses
Valorisation de l'énergie solaire (ressource gratuite, renouvelable et inépuisable)	Système seulement adapté aux bâtiments ayant des besoins importants en ECS
Système fiable nécessitant peu de maintenance	Oblige la solarisation des toitures
Fonctionnement n'émettant aucune nuisance sonore et aucun polluant	Nécessite un système d'appoint (électricité ou combustible)
Système nécessitant que peu d'énergie grise pour sa fabrication et peu d'électricité pour son exploitation	Contraintes réglementaires : panneaux devant figurer dans le permis de construire et dans les documents d'urbanisme locaux (autorisation)
Bon rapport production/investissement	

COUT GLOBAL DE LA TECHNOLOGIE

Le coût d'investissement d'une installation solaire varie selon la technologie choisie. En considérant le coût des travaux et celui des études d'ingénierie pour la conception et l'installation d'un chauffe-eau solaire collectif, le coût global s'élève (pour des bâtiments neufs) à :

- 1 500€ HT/m² pour une installation d'une taille inférieure à 50m²
- 1 000€ HT/m² pour une installation d'une taille inférieure à 100m²
- 800€ HT/m² pour une installation d'une taille supérieure à 100 m²

Pendant la phase d'exploitation, les coûts d'entretien sont évalués à environ 300€/an pour une installation de taille supérieure à 100 m². Ils sont plutôt forfaitaires et ne dépendent pas réellement de la puissance installée.

SUBVENTIONS 2020

L'ADEME subventionne ce type d'installation par le biais du « fonds de chaleur ». Cette aide est soumise à certaines conditions. En effet, le Fonds Chaleur se focalise prioritairement sur les installations de chauffe-eau solaires collectifs (CESC) pour les secteurs suivants :

- Le logement collectif et, par extension, tout hébergement permanent ou de longue durée avec des besoins similaires en eau chaude sanitaire (secteur hospitalier et sanitaire, structures d'accueil, maisons de retraite…) ;
- Les secteurs Tertiaire, Industrie et Agriculture (TIA) comprenant les établissements ayant des usages ECS durant toute l'année : campings utilisés au-delà des seuils mois de juillet août, les piscines collectives, les restaurants, les cantines d'entreprises ainsi que les activités agricoles et industrielles consommatrices d'eau chaude.

Les aides Fonds Chaleur sont octroyées « aux projets optimisés » qui répondent à un certain nombre de critères, comme notamment la surface de capteurs minimum (25 m2), avoir recours à des capteurs certifiés SolarKeymark ou équivalent, une note de calcul réglementaire faisant apparaître un Cep projet inférieur à Cepmax-15% dans le cadre d'un projet neuf, la productivité minimum par m², ainsi que la mise en place systématique d'une procédure de monitoring de l'installation. En 2020, l'aide maximum en PACA est définie :

Surface de capteurs (en m²)	Zone géographique	Production annuelle solaire utile (MWh/an)	Aide forfaitaire en €/MWh solaire utile (calculée sur 20 ans)	Productivité minimum solaire utile (kWh utile/m².an)
0-500	Med	Jusqu'à 40	35	>450
		40-120	30	
		120-200	20	

Exemple : pour une production solaire utile de 150MWh/an : aide de (40*35+(120-40)*30+(150-120)*20)*20=137 000€

Pour une installation comportant plus de 500m² de capteurs, l'aide minimum est de 118 000€, avec une limite maximale de 800€/m².

D'autres aides existent également : différentes réductions en provenance de l'**Etat** (crédit d'impôt à la transition énergétique CITE-particuliers, taux de TVA réduit à 5,5%, la Prime Autoconsommation), de la banque (éco-prêt à taux zéro), de l'**ANAH (Aide Habiter Mieux Sérénité)**, les CEE ou encore de la **région, département ou commune**…

TABLEAU RECAPITULATIF

Technologie	Productivité annuelle (en kWh/m²)	Prix/m²	Retour sur investissement	Retour sur expérience	Durée de vie	Coût de l'énergie (en €/kWh)
Solaire thermique	450 à 650	800 à 1500€	10 à 15 ans	Très bon	20 ans	0,13

b.Climatisation solaire

PRESENTATION DE LA TECHNOLOGIE

La climatisation solaire est avant tout une expression pour désigner l'ensemble des moyens permettant la climatisation en utilisant comme ressource énergétique primaire l'énergie communiquée par les rayonnements du soleil.

Pour rafraîchir les bureaux et domiciles, un climatiseur solaire doit produire du froid à partir de la chaleur récupérée par des capteurs solaires thermiques. Cette production de froid est possible grâce à quatre types de climatisation solaire :

- La climatisation par absorption ;
- La climatisation par adsorption ;
- La climatisation par dessiccation-évaporation et
- La climatisation par effet thermique-vortex.

La climatisation solaire présente l'intérêt de pouvoir fournir un maximum de froid quand il fait le plus chaud, ce qui correspond généralement aux périodes où le soleil est le plus disponible.

Principe de fonctionnement : Climatisation par ABSORPTION

Capturés par les panneaux solaires thermiques, les rayons du soleil permettent de fournir de la chaleur à un couple de liquide réfrigérant/absorbant. Ici, c'est une solution d'eau et de

bromure de lithium qui est portée à ébullition dans le désorbeur du système d'absorption. Le réfrigérant (eau), qui est plus volatil que l'absorbant (bromure de lithium), s'évapore et est transporté vers le condenseur. Il y cède alors sa chaleur, devient liquide et passe par la suite par le détendeur qui va, une fois de plus, le vaporiser. Ce processus de vaporisation se fait en absorbant la chaleur de l'air ambiant dont la température se rafraîchit.

Principe de fonctionnement : climatisation par ADSORPTION

Ici, le couple réfrigérant/absorbant eau/bromure de lithium est remplacé par le couple réfrigérant/adsorbant eau/silica-gel. L'adsorbant est placé dans deux compartiments. À ce jour, rares sont les fabricants à proposer des climatiseurs solaires utilisant le système par adsorption.

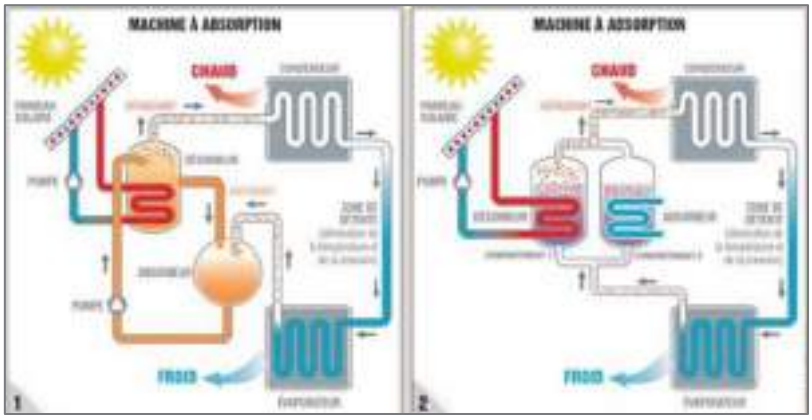


Figure 6- Schémas illustrant le principe par absorption/adsorption

Principe de fonctionnement : Climatisation par DESSICCATION

Contrairement aux climatiseurs solaires par absorption et adsorption, le climatiseur solaire par dessiccation utilise un système ouvert et passif : de l'eau en contact direct avec l'air (fluide caloporteur). Ce dernier, encore humide et chaud, subit une déshumidification après avoir traversé une roue à dessiccation. Refroidi deux fois de suite par un échange thermique et un humidificateur, il finit par être évacué dans la pièce à refroidir, avec la température programmée par l'utilisateur.

Principe de fonctionnement : Climatisation par EFFET THERMIQUE ET VORTEX

Tout comme la climatisation par dessiccation, la climatisation solaire par effet thermique est passive. L'air, qui passe dans un tuyau de poêle noir de 8 m, est chauffé et crée une aspiration à la base du tuyau. Un vortex est alors formé par un système d'ailette et un tuyau récupère l'air plus frais qui se trouve au centre du grand tuyau.

ATOUTS ET CONTRAINTES DE LA TECHNOLOGIE

Atouts	Faiblesses
Valorisation de l'énergie solaire (ressource gratuite, renouvelable et inépuisable)	Oblige la solarisation des toitures
Frais de fonctionnement plutôt faibles, (consommations électriques très faibles comparées à celles dues à un compresseur frigorifique)	Coûts de maintenance élevés

Pas de fluide frigorigène polluant, dégradant la couche d'ozone ou à effet de serre	Nécessité d'avoir une énergie de relève pour produire du froid la nuit et en période de faible ensoleillement.
Synchronisation idéale entre la demande frigorifique et le gisement solaire	Contraintes réglementaires : panneaux devant figurer dans le permis de construire et dans les documents d'urbanisme locaux (autorisation)
Pas de besoins en termes de transports, l'énergie est facilement mobilisable.	Haute technicité du personnel intervenant nécessaire.

COUT GLOBAL DE LA TECHNOLOGIE

Le coût d'investissement d'une installation de climatisation solaire est d'environ 1500€ HT/m² de capteurs solaires (pour des systèmes à absorption avec capteurs sous vide). Pour une installation de climatisation solaire, il faut compter entre 6 000 et 8 000 € du kW installé. Ces coûts élevés sont essentiellement dus à trois facteurs :

- L'absence de production en série de tels systèmes ;
- Le nombre réduit de projets réalisés ;
- Le manque de compétences sur la technologie de la climatisation/refroidissement solaire en France et en Europe.

Les coûts d'exploitation restent, eux aussi, supérieurs à ceux d'une installation à compression classique puisque bien souvent, le système de climatisation/rafraîchissement solaire nécessite un appoint. Cependant, l'utilisation de ces systèmes permet de réaliser de réelles économies d'énergie, mais aujourd'hui, il n'est pas possible de parler de rentabilité de ces systèmes sans aide publique.

SUBVENTIONS 2020

La diffusion des installations de climatisation/rafraîchissement solaire n'est pas encore soutenue en France. Les installations de froid solaire ne sont aujourd'hui pas éligibles au Fonds de Chaleur de l'ADEME. Seuls les systèmes de production de froid renouvelable par géothermie et par récupération de chaleur fatale sont éligibles.

Cependant, en collaboration avec ENERPLAN, l'ADEME a mis en place depuis 2017 le programme Emergence de la filière climatisation chauffage solaire. Celui-ci vise à financer des projets exemplaires pour lesquels une communication des performances techniques et économiques réellement atteintes sera réalisée. Dans le cadre de ce programme, une forte implication de tous les acteurs et des performances minimums à atteindre sont exigées, soient :

- Une productivité minimale de 350 kWh (chaleur utile solaire pour la production de froid et de chaleur) par mètre carré de capteur et COP électrique (énergie thermique produite/énergie électrique consommée) minimal de 5 ;
- Une subvention versée au maître d'ouvrage en trois étapes : 50 % à la notification de l'aide, 30 % à la réception sous réserve de l'installation et 20 % après deux ans de bon fonctionnement et sous réserve de l'atteinte des performances. Le groupement constitué par le bureau d'études du maître d'œuvre, les fournisseurs de la machine et des capteurs solaires, l'installateur et l'exploitant s'engagent à verser au maître d'ouvrage les 20 % restants en cas de non atteinte des performances si sa responsabilité est engagée.

c.Solaire photovoltaïque

PRESENTATION DE LA TECHNOLOGIE

Le solaire photovoltaïque, contrairement au solaire thermique utilise le rayonnement solaire non pas pour produire de la chaleur mais de l'électricité. La production peut être soit utilisée pour couvrir directement les besoins en électricité des bâtiments sur lesquels sont positionnés les capteurs (système autonome) soit réinjectée dans le réseau (lorsque le système y est raccordé) ou encore stockée (système encore peu développé).

Dans le cadre de la réalisation d'un projet d'aménagement en milieu urbain, le choix de la seconde option semble plus pertinent étant donné que les systèmes autonomes sont plus rentables dans le cas d'habitations isolées (rentabilité supérieure lorsque l'électricité est revendue à EDF).

Différents systèmes et modules existent sur le marché pour la production d'électricité par photovoltaïque :

- Les modules solaires monocristallins : ils possèdent un meilleur rendement au m² (18-19%), et sont essentiellement utilisés lorsque les espaces sont restreints. Le coût, plus élevé que celui d'une autre installation de même puissance, limite le développement de cette technique.
- Les modules solaires polycristallins : actuellement, ils présentent le meilleur rapport qualité/prix et sont les plus utilisés. Ils ont un bon rendement (15-16%) et une bonne durée de vie (plus de 35 ans), et ils peuvent également être fabriqués à partir de déchets de l'électronique.
- Les modules solaires amorphes : ces modules ont un avenir prometteur car ils peuvent être souples et ont une meilleure production par faible lumière. Le silicium amorphe possède un rendement divisé par deux par rapport à celui du cristallin (8%), ce qui nécessite plus de surface pour la même puissance installée. Toutefois, le prix au m² installé est plus faible que pour des panneaux solaires composés de cellules.
- Les modules solaires en couche mince : ces modules ont un rendement moyen (12%) mais des coûts de production plus faibles que les panneaux cristallins.

ATOUTS ET CONTRAINTES DE LA TECHNOLOGIE :

Atouts	Faiblesses
Système fiable ne nécessitant que peu de maintenance	Analyse de cycle de vie des modules peu connue actuellement
Fonctionnement n'émettant aucunes nuisances sonores et aucun polluant	Emprise au sol ou en toiture importante (4 à 5 fois plus que pour le solaire thermique)
Possibilité de décentraliser la production et d'autoconsommer	Système nécessitant une grande quantité d'énergie pour sa fabrication
Un panneau photovoltaïque produit quatre fois plus d'énergie au cours de son fonctionnement qu'il n'en a utilisée pour sa fabrication	En cas de revente, oblige une contractualisation avec EDF
Système nécessitant peu de maintenance	

Bilan carbone quasi-nul de la phase d'exploitation (production d'électricité non émettrice de gaz à effet de serre)	Contraintes réglementaires : panneaux devant figurer dans le permis de construire et dans les documents d'urbanisme locaux (autorisation)

COUT GLOBAL DE LA TECHNOLOGIE

Le coût d'investissement diminue en fonction de la puissance totale installée, mais également en fonction du cadre réglementaire. Celui-ci évoluant très vite, il est difficile de connaître avec certitude le coût d'une installation d'ici 1 à 2 ans. Actuellement, le coût d'un module photovoltaïque est d'environ 3€ par Watt crête installé.

Si le choix d'exploitation de l'énergie photovoltaïque se porte sur un raccordement au réseau, le prix est différent. Ce coût n'est pas forcément proportionnel à la puissance que l'on souhaite raccorder car il dépend de la faisabilité et de la facilité du raccordement. En effet, la proximité du poste source joue considérablement sur le coût global ; ainsi une petite installation nécessitant de grands travaux pour le raccordement aura un coût bien supérieur à celui d'une installation plus conséquente mais localisée à une distance plus proche (prix évalué par ERDF lors de l'établissement de la proposition technique et financière pouvant aller de 1 000€ à plusieurs dizaines de milliers d'euros).

Le coût d'exploitation est lié principalement à la maintenance des modules (nettoyage, intervention…). A titre d'exemple, la maintenance d'une installation d'environ 200 kWc (un module photovoltaïque se caractérise par sa puissance crête (exprimée en Watt crête) qui correspond à la puissance que le module peut délivrer dans des conditions optimales de fonctionnement (ensoleillement de 1 000 W/m² et température de 25°C). La puissance moyenne des modules est de 140 Wc/m²) nécessite un coût d'exploitation estimé à 6 000€/an.

Le coût global et les revenus générés d'une installation photovoltaïque dépendent également du coût de rachat de l'électricité par EDF. Un arrêté relatif au tarif d'achat de l'énergie photovoltaïque a été examiné le 1er juillet 2012 par la Commission de Régulation de l'Energie instituant le réajustement (à la baisse) du tarif chaque trimestre en fonction du volume de projets déposés durant le trimestre passé.

TARIF DE RACHAT DE L'ELECTRICITE PAR EDF AU 1ER OCTOBRE 2020

Pour une installation sur toiture :

Puissance totale	Tarif de rachat pour la vente de la totalité (c€/kWh)	Tarif de rachat pour la vente du surplus (c€/kWh)
<3kWc	17,97	10,38
<9kWc	15,27	10,29
<36kWc	11,35	6,17
<100kWc	9,87	6,08
>100kWc	0	0

Pour une installation au sol, le tarif de rachat est nul.

TABLEAU RECAPITULATIF

Technologie	Productivité annuelle (en kWh/m²)	Prix/m²	Retour sur investissement	Retour sur expérience	Durée de vie	Coût de l'énergie (en €/kWh)
Solaire photovoltaïque	150	700 à 1 000 €	15 ans	Très bon	25 à 30 ans	0.23

SUBVENTIONS 2020

Pour les collectivités, l'installation peut être éligible à une subvention de la région de l'ordre de 40% du montant des études de faisabilité et de l'ADEME à hauteur de 25% en cofinancement s'il y a, aide du conseil régional ou de 50% en l'absence du conseil régional. En revanche le système de crédit d'impôts a été supprimé pour les panneaux solaire photovoltaïques depuis le 1er septembre 2014, et les prix de rachat de l'électricité produite par le photovoltaïque a une tendance à la diminution. Néanmoins, depuis Février 2020, la mise en place du plan solaire permet de bénéficier d'une obligation d'achat pour des installations inférieures à 500kWc, permettant ainsi de revendre l'électricité produite à un prix fixe pendant 20ans qui était jusqu'alors permis pour les installations de moins de 100kWc. Depuis 2019, les projets d'autoconsommation individuelle bénéficient d'une exonération de la CSPE et de la TCFE sous les conditions suivantes :

- Autoconsommation totale avec production annuelle inférieure à 240GWh
- Autoconsommation partielle avec une installation photovoltaïque inférieure de 1MWc.

CADRE REGLEMENTAIRE

La prise en compte des nécessités réglementaires pèse aujourd'hui autant que les impératifs techniques. Ce sont plusieurs lois et codes qui devront être appliqués : le code du Travail, le code de l'Energie, le code de l'Urbanisme, la loi Littoral ou la loi Montagne, le code de l'Environnement, le Code de la Construction, les normes électriques ou encore le code des Impôts.

Le porteur de projet devra avant tout s'assurer de la maîtrise foncière du site d'installation, et ensuite obtenir l'autorisation de construire, soit par une DP (sur toiture existante par exemple) soit par un PC (bâtiment à construire ou projet au sol).

Cette demande d'autorisation sera l'occasion de vérifier les compatibilités avec l'urbanisme, les monuments historiques (ABF) et la protection de l'environnement (DREAL).

Il conviendra ensuite de vérifier les conditions d'accès au réseau qui, même autorisées, peuvent être plus ou moins coûteuses selon l'état du réseau local. Enedis fournit, contre rémunération, l'étude des conditions de raccordement à son réseau.

Enfin, la fiscalité appliquée au porteur et au site pourra impacter fortement le bilan économique du projet.

POTENTIEL EN ENERGIE SOLAIRE

La productivité des installations solaires (thermique ou photovoltaïque) est déterminée à partir du gisement solaire local issu des données météorologiques et de l'ensoleillement du territoire.

Données météorologiques

Le tableau ci-dessous résume les données d'ensoleillement et de températures pour la base météorologique de la commune de Sénas. Elles proviennent du programme européen PVGIS (pour les données d'irradiation : données moyennes sur Sénas) et de la base de données de la station de Salon (températures moyennes calculées à partir des 10 dernières années).

Tableau 1 : Données d'ensoleillement et de température sur la commune de Sénas (PVGIS+ Météo France)

Mois de l'année	Irradiation à l'horizontal (en kWh/m².j)	Irradiation à l'inclinaison optimale (en kWh/m².j)	Température moyenne (en °C)
Janvier	1.78	3.32	7.9
Février	2.96	4.55	9.8
Mars	4.41	5.85	10.4
Avril	5.48	6.19	13.8
Mai	6.81	6.75	18.8
Juin	7.42	6.67	21.2
Juillet	7.89	6.91	24.8
Août	6.81	7.28	24.4
Septembre	4.76	5.76	20.2
Octobre	3.17	5.02	13.9
Novembre	2.1	4.73	11.2
Décembre	1.48	2.71	7.3
Année	**4.59**	**5.47**	**15.3**

➔ Au regard de ces données, on peut constater que **l'ensoleillement du territoire est fort et les températures varient de manière assez conséquente** entre la période estivale et la période hivernale.

La commune de Sénas se caractérise par un nombre d'heures d'ensoleillement de 3483.11 h/an (en comparaison le nombre d'heures d'ensoleillement à Paris est de 1 500h/an).

Le gisement solaire annuel de la commune de Sénas est :

- 4,59 kWh/m².j et d'un gisement solaire (irradiation cumulée moyenne annuelle pour un plan horizontal)
- 5,47 kWh/m².jet d'un gisement solaire (irradiation cumulée moyenne annuelle pour un plan orienté à l'inclinaison optimale de 37°C).

En comparaison à la moyenne communément trouvée en région parisienne par exemple (d'environ 1 200 kWh/m²), le gisement solaire de Sénas est particulièrement intéressant pour le développement d'installations solaires dans le territoire. Sur la commune de Marseille, la moyenne de la somme annuelle d'irradiation globale sur plan horizontal est située autour de 1 650 kWh/m² offrant le plus de potentiel de développement.

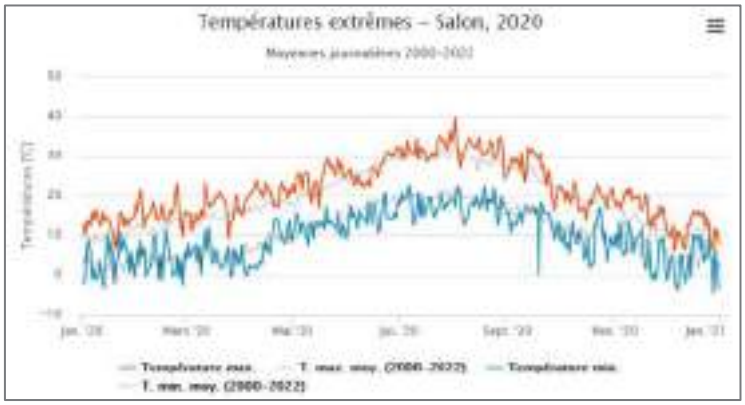


Figure 7- Données climatiques de la station de Salon-de-Provence de l'année 2020 (Prévisions météo)

De plus l'orientation générale de la commune offre des périodes d'ensoleillement maximales. L'atlas solaire permet de cibler la mesure sur le site d'étude et enregistre une irradiation de 1 612 kWh/m² en moyenne.

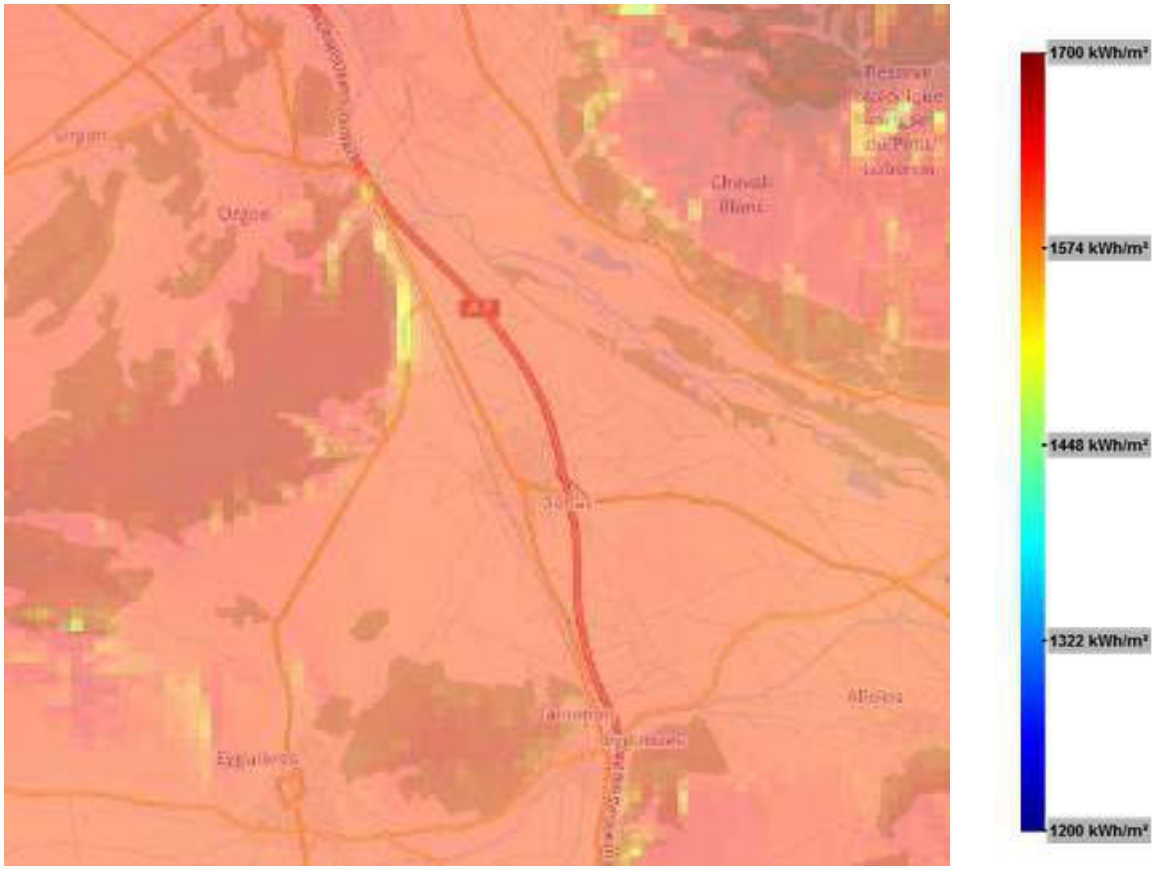


Figure 8- Irradiation solaire moyenne sur la commune de Sénas (Atlas solaire de la région PACA)

➔ **Le solaire photovoltaïque ainsi que la climatisation solaire semblent donc être des technologies à approfondir dans le cadre du programme.**

II.L'ENERGIE EOLIENNE

L'énergie éolienne utilisant le vent peut être utilisée de deux manières :

- Conservation de l'énergie mécanique : le vent est utilisé pour faire avancer un véhicule (Navire ou char à voile), pour pomper de l'eau (moulins de Majorque, éoliennes de pompage pour irriguer ou abreuver le bétail) ou pour faire tourner la meule d'un moulin.
- Production d'énergie électrique : l'éolienne est alors couplée à un générateur électrique pour fabriquer du courant continu ou alternatif. Le générateur est relié à un réseau électrique ou bien fonctionne au sein d'un système « autonome » avec un générateur d'appoint (par exemple un groupe électrogène) et/ou un parc de batteries ou un autre dispositif de stockage d'énergie. Suivant leur taille, les éoliennes ont une gamme de puissance assez étendue, allant de quelques kW pour les éoliennes urbaines à plusieurs MW pour les grandes éoliennes.

a.Le grand éolien

PRESENTATION DE LA TECHNOLOGIE

Le grand éolien désigne les aérogénérateurs dont la puissance est comprise entre 1 500 kW et 2 500 kW. Ils sont destinés à la production d'électricité pour le réseau. Les éoliennes industrielles sont aujourd'hui considérées comme l'un des meilleurs systèmes de production d'énergie renouvelable. Leur vitesse de rotation est faible : 30tours/minute pour une pale d'un diamètre de 20mètres. Deux types de technologies peuvent être utilisés :

- Les grandes éoliennes à axe horizontal : ce sont les plus répandues et elles se caractérisent par une dimension de plus en plus imposante (ne fonctionnent pas dans des conditions particulières de vitesse de vent)
- Les grandes éoliennes à axe vertical : plus petites que les précédentes, elles ont l'avantage de pouvoir fonctionner dans des conditions climatiques plus défavorables.

Eoliennes à axe horizontal et vertical

ATOUTS ET CONTRAINTES DE LA TECHNOLOGIE

Atouts	Faiblesses
Capacité de production importante	Production variable selon le vent
	Potentiel dépendant de l'environnement (vitesse supérieure à 4,5 m/s)
Installation nécessitant peu d'emprise au sol (peut-être mutualisée avec des champs agricoles)	Contrainte d'implantation forte (aucune éolienne à moins de 500 m des habitations)
Faible en énergie grise	Nécessite une étude de vent in-situ

Atouts	Faiblesses
Très bon rapport production/investissement, retour énergétique (fabrication/production) sur leur durée de vie de l'ordre de 80 = temps de retour énergétique de quelques semaines à quelques mois)	Contraintes environnementales, aéronautiques et paysagères élevées (Impact visuel, brouillage des radars, nuisances sonores à proximité directe et impact potentiel sur la faune et la flore…)

COUT GLOBAL DE LA TECHNOLOGIE

Le coût d'investissement moyen d'une grande éolienne est d'environ 1,1 M€ / MW installé répartis comme suit:

- Acquisition de l'éolienne : 68,6 % du coût global,
- Raccordement au réseau électrique : 12,7 % du coût global,
- Génie civil et assemblage de l'éolienne : 7,8 % du coût global,
- Ingénierie : 5,9 % du coût global,
- Autres coûts : 5 % du coût global.

Le coût annuel d'exploitation d'une grande éolienne équivaut à environ 1,5% du prix total de l'investissement soit environ 16 500 €/ MW installé/an.

SUBVENTIONS 2020

Depuis le 1er janvier 2016, la revente de l'électricité éolienne implanté sur terre n'est possible que via le mécanisme du complément de rémunération pour les installations inférieures à 6 aérogénérateurs de 3 MW chacun au maximum. Pour recevoir ce complément de rémunération il faut avoir une distance de 1500m avec toute autre installation de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent et fait la demande à partir du 1er janvier 2017.

Tarifs de référence du complément de rémunération pour l'électricité éolienne en 2020

Diamètre du plus grand rotor de l'installation	Tarif de référence (TDCC) pour les MWh en dessous du plafond P	Tarif de référence (TDCC) pour les MWh au-delà du plafond P
80 mètres et moins	74 € / MWh	40 € / MWh
Entre 80 et 100 mètres	entre 72 et 74 € / MWh (interpolation linéaire)	40 € / MWh
100 mètres et plus	72 € / MWh	40 € / MWh

Le plafond de production P dépend du nombre d'aérogénérateurs et de leur diamètres (cf. Annexe 1 de l'Arrêté du 6 mai 2017)

Ce tarif de référence est ensuite multiplié par le **coefficient d'indexation L** selon la formule suivante :
L = 0,7 + 0,15 x (ICHTrev-TS1 2020 / ICHTrev-TS1 date de prise d'effet du contrat) + 0,15 * (FM0ABE0000 2020 / FM0ABE0000 date de prise d'effet du contrat).

Depuis le 01/01/2016, il n'y a plus de crédit d'impôt. En revanche, si certaines régions subventionnent le grand éolien, la région PACA n'accorde pas d'aides financières pour ce type de projet.

TABLEAU RECAPITULATIF

Technologie	Productivité annuelle (en GWh)	Prix/ MW	Retour sur investissement	Retour sur expérience	Durée de vie	Coût de l'énergie (en €/kWh)
Grand Eolien	1,5 à 5	1,6 à 2 M€	10 ans	Très bon	20 ans	0,075

b.L'éolien urbain

PRESENTATION DE LA TECHNOLOGIE

Le petit éolien, ou éolien domestique, désigne les éoliennes de petites et moyennes puissances (de 100 watts à environ 20 kilowatts) montées sur des mâts de 5 à 20 mètres, elles peuvent être raccordées au réseau ou bien autonomes en site isolé. Certaines éoliennes sont de très petite taille, avec pour objectif de pouvoir les installer sur les toitures terrasses des immeubles d'habitation dans les villes, ou sur les toitures des immeubles industriels et commerciaux, dans des gammes de puissances allant de quelques kW à quelques dizaines de kW.

Leur vitesse de rotation est faible et indépendante de la vitesse du vent. Leur puissance varie linéairement avec la vitesse du vent (entre 5 km/h jusqu'à plus de 200 km/h) sans nécessiter la « mise en drapeau » des éoliennes à pales. Elles peuvent être à axe horizontal ou vertical.

ATOUTS ET CONTRAINTES DE LA TECHNOLOGIE

Atouts	Faiblesses
Aucune variation de fonctionnement selon le vent	Production faible et intermittente
Intégration facile dans le paysage, nuisance sonore peu importante et aucun rejet de gaz à effet de serre	Technologie nouvelle avec peu de retours d'expériences engendrant un coût d'investissement important
Installation sur les espaces bien exposés et souvent non utilisés (proximité des voies de circulation, toit…)	Nécessite une étude de vent in-situ
Large plage de fonctionnement	
Faible en énergie grise	

COUT GLOBAL DE LA TECHNOLOGIE

Le marché peu développé des éoliennes urbaines rend difficile l'estimation du coût global (installation et maintenance). Selon le site urbawind et les premiers retours d'expérience, le coût d'investissement serait pour une petite éolienne à axe horizontal de 7 000 à 10 000 €/kW et pour une petite éolienne à axe vertical de 10 000 à 25 000 €/kW (fabrication et

matériaux). Le coût d'installation serait évalué entre 2 200 et 2 900 €/kW et le raccordement à environ 1 000 €/kW (prix dépendant du modèle de l'éolienne).

Pour la phase d'exploitation, le coût de la maintenance serait de l'ordre de 200 à 850 €/an auxquels s'ajoute le coût de changement de certains matériels tels que l'onduleur (environ 1 000 €).

SUBVENTIONS 2020

Ce type d'installation bénéficie de la TVA à taux réduit de 10% et de l'aide Habiter Mieux de l'ANAH. Il est aussi possible de revendre sa production électrique sur le réseau en appliquant les mêmes tarifs que pour le grand éolien.

TABLEAU RECAPITULATIF

Technologie	Productivité annuelle (en kWh)	Prix/ kW	Retour sur investissement	Retour sur expérience	Durée de vie	Coût de l'énergie (en €/kWh)
Eolien urbain	5 000 à 15 000	10 000 à 30 000€	20 ans	Mauvais	20 à 25 ans	0.08

c.Potentiel éolien local

La productivité d'une éolienne qu'elle soit grande ou petite, verticale ou horizontales, dépend de la vitesse du vent. Pour commencer à fonctionner, sa vitesse ne doit pas être inférieure à 4m/s, une vitesse trop forte en revanche suspendra le fonctionnement de l'éolienne (vitesse maximum dépendant du type d'éoliennes), arrêtant la production d'électricité. Pour être viable économiquement, il est estimé que la vitesse de vent minimum pour que les projets de grands éoliens, doit être de 6 m/s.

LE GRAND EOLIEN

La région PACA dispose d'un gisement de vent remarquable au deuxième rang des potentiels éoliens en France après le Languedoc-Roussillon. La commune de Marseille est protégée des grandes bourrasques de vents grâce à sa localisation et la présence de nombreux massifs au nord. Étant donné la disposition géographique de Marseille, sa conformation spatiale et la composition de son paysage, le potentiel éolien n'apparait pas prédominant sur cette commune, à l'inverse du potentiel photovoltaïque. D'autre part son urbanisation relativement dense n'encourage pas l'implantation de parc éolien dont l'emplacement doit être éloigné des habitations.

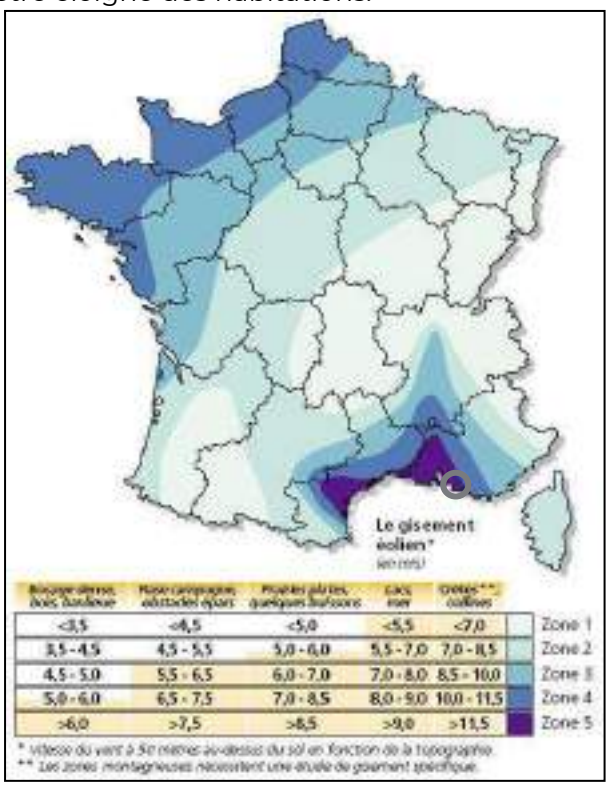


Figure 9- Vitesse du vent moyenne sur la commune de Sénas (www.acteurdurable.org)

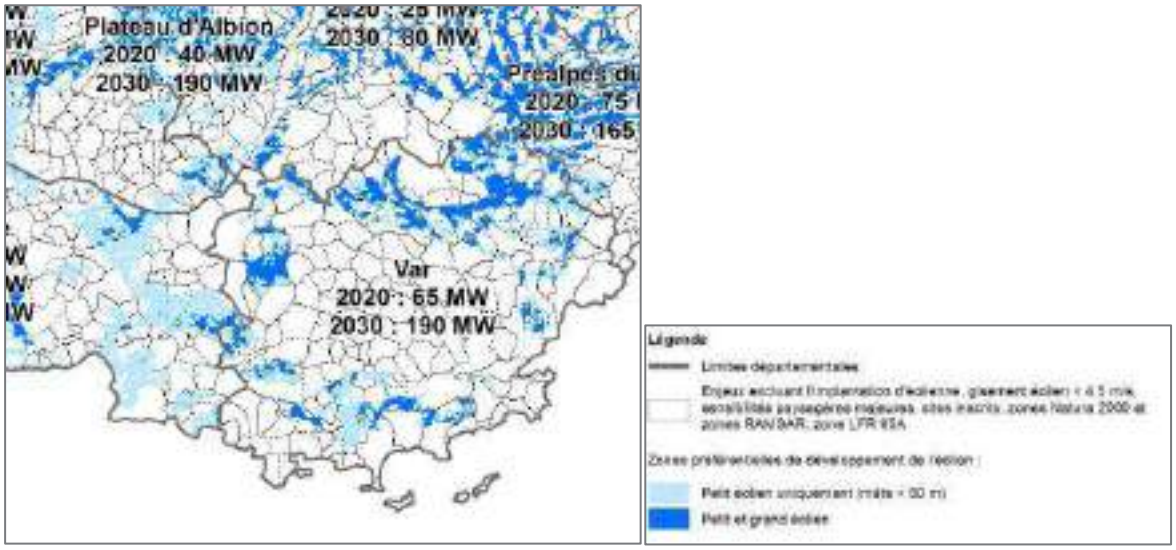


Figure 10-Zones favorables pour l'implantation de petit et grand éolien (extrait du Schéma Régional Éolien de PACA)

Néanmoins le développement de l'éolien reste encore très faible en PACA. Plusieurs raisons à cela, notamment la présence de nombreux sites classés ou inscrits, la biodiversité très riche et la qualité paysagère des espaces participant à l'attractivité touristique de la côte d'azur et l'importance des risques naturels. Selon la carte ci-dessus, **la commune de Sénas dispose tout de même d'un bon potentiel de vent pour implanter des éoliennes**.

En effet, selon les données du SRE, **l'ensemble de la commune apparait favorable pour le petit éolien, c'est à dire pour des éoliennes disposant de mats de moins de 50 m**. Les limites proviennent de l'attraction de la région pour le tourisme et la très forte valeur patrimoniale de l'avifaune dans cette région, d'une part à travers les axes migratoires mais aussi la variété importante des reliefs qui favorise la diversité des espèces. Selon les données récoltées, la région PACA fait partie des régions les moins équipées en cette énergie renouvelable.

Les Bouches-du-Rhône (intégrées dans la Camargue) ont pourtant pour objectif le développement de l'éolien de 65 MW en 2020 et 120 MW pour 2030. Les zones préférentielles sont principalement situées sur les massifs et crêtes du département. Une implantation d'éolienne devra suivre les recommandations établies dans le SRE pour le département des Bouches-du-Rhône :

- Tenir compte de la perception depuis les grands itinéraires de transit (autoroute, RN, voies ferrées et LGV) et les GR, des circuits thématiques du CDT, des terroirs agricoles labellisés, des secteurs inclus dans les Parcs et réserves nationales, et de leurs extensions envisagées (Calanques, Alpilles, Camargue, Crau) et de la proximité des centres urbanisés et fortement peuplés.
- Porter attention aux abords de la Camargue –incidence forte de tout nouveau projet, aux phénomènes géologiques exceptionnels (sommets, falaises…) et aux crêtes d'importance secondaires, mais aussi aux co-visibilités entre les ensembles paysagers majeurs et les projets. Il faut éviter d'accentuer la tendance de l'espace à la fragmentation sous l'effet d'une forte pression urbaine
- Intervenir dans le respect des rythmes du paysage, en envisageant une scénographie qui évite le mitage, tant dans des paysages agricoles souvent bocagers que dans des paysages de collines (entre cultures et micros-reliefs boisés). Les paysages industriels, y compris leurs friches, sont autant de pistes à explorer pour des implantations dans ce département.

LE GRAND EOLIEN

Le milieu urbain a pour effet de réduire la vitesse de vent, les constructions, les plantations sont des éléments qui contraignent en effet le passage du vent. Considérant les mesures de vent prises à 30 m de hauteur, estimant la vitesse à environ 6 m/s et en prenant en compte la rugosité engendrée par le milieu urbain et les grands ensembles qui entourent la zone de projet, on peut estimer la vitesse de vent au sol à **environ 5 m/s.**

⇨ Compte tenu de cette vitesse suffisante, l'éolien urbain **représente l'une des technologies potentiellement mobilisables dans le secteur**. Néanmoins, du fait de la présence d'obstacles pour le passage du vent et les faibles espaces disponibles, ainsi que la proximité des habitations, la mise en œuvre de ce type de technologies semble difficile sur le site d'étude. **Une étude de faisabilité de cette énergie pourra néanmoins être réalisée. Elle permettra de mettre en**

évidence le potentiel éolien urbain réel et ainsi, d'assurer la viabilité du projet dans le cas où la technologie du petit éolien serait retenue.

III.L'HYDROLIEN :

a.Présentation de la technologie

L'hydrolienne doit être dans l'axe des courants afin d'actionner les pales du ou des rotors (courant minimum de 1.5 m/s). L'énergie mécanique, produite par la rotation des pales est transformée en énergie électrique à l'aide d'une turbine. Elle est alors dirigée vers un générateur pour être ensuite acheminée jusqu'au réseau d'électricité terrestre par l'intermédiaire d'un câble relié au rivage. Différents types d'hydroliennes existent sur le marché mais le principe de fonctionnement reste généralement le même.

Energie cinétique des courants marins → Energie mécanique par l'action de l'eau sur les hélices → Energie électrique par la rotation des hélices sur l'alternateur

Figure 11- Exemples d'hydroliennes implantées

COUT GLOBAL DE LA TECHNOLOGIE

Le manque de maturité de la technologie mais surtout l'absence de retour d'expériences sur des parcs d'hydroliennes sur une longue durée rend délicat la prévision des coûts. Le coût d'investissement pour une hydrolienne reste l'un des plus élevés avec un prix compris entre 2,5 et 3,5 M€/MW installés en supposant un développement massif de la filière (2 voire 3 fois plus important que pour une éolienne).

Le coût d'exploitation des hydroliennes est également beaucoup plus conséquent que celui des éoliennes, les difficultés d'accès demandent un personnel qualifié et l'érosion provoquée par l'eau demande également un entretien plus fréquent. L'estimation du coût d'exploitation est d'environ 40% du coût global de l'hydrolienne au cours de son cycle de vie.

b.Subventions 2017

L'ADEME subventionne au moyen du Prêt à Taux Zéro et du Crédit d'Impôts, les installations produisant de l'électricité à partir de l'énergie hydraulique depuis le 1er septembre 2014. Par

ailleurs des programmes d'investissements d'avenir et des appels à projets lancés par le gouvernement et l'ADEME ont vu le jour pour la création de « fermes pilotes » d'hydroliennes en mer ou fluviales. Comme exemples, on peut citer la ferme hydrolienne au large de la Bretagne pilotée et coordonnée par EDF et Engie ou alors une hydrolienne fluviale dans la Garonne permet grâce à un courant de 2 m/s de produire 20 kW en puissance maximale.

Concernant le tarif de rachat de l'électricité produit par l'hydrolien, il a été définit à 15 c€/kWh durant les 20 premières années.

c.Le potentiel hydrolien du secteur

Le site d'étude ne se situe pas à proximité d'un cours d'eau au débit intéressant pour l'utilisation de l'hydrolien**. Elle n'est donc pas à envisager dans le cadre de ce projet.**

IV.LA GEOTHERMIE

Différentes géothermies existent, relatives à différents usages :

- La géothermie superficielle avec capteurs horizontaux : elle est adaptée aux petites puissances, pour les particuliers, par exemple
- La géothermie avec sondes : les sondes permettent de récupérer la chaleur du sol (50 W/m foré) et nécessite une PAC et de l'espace.
- La géothermie superficielle sur aquifère : il existe un aquifère à une profondeur d'environ 100 m et on profite de la chaleur de la nappe pour chauffer les logements. Cette solution nécessite une PAC.
- La géothermie intermédiaire : il existe un aquifère entre 100 et 1000 m et on récupère la chaleur disponible par le biais d'une PAC.
- La géothermie profonde : il existe un aquifère profond (1 000 à 2 000 m) et on profite de la chaleur de la nappe. Système ne nécessitant pas de PAC mais rentable que pour les gros projets (environ 5 000 équivalent logements).
- La géothermie très profonde : elle est exploitée à 5km de profondeur environ et permet de produire de la vapeur et donc de produire de l'électricité grâce à des turbines. Cette technologie relativement récente, représente un gisement global important.

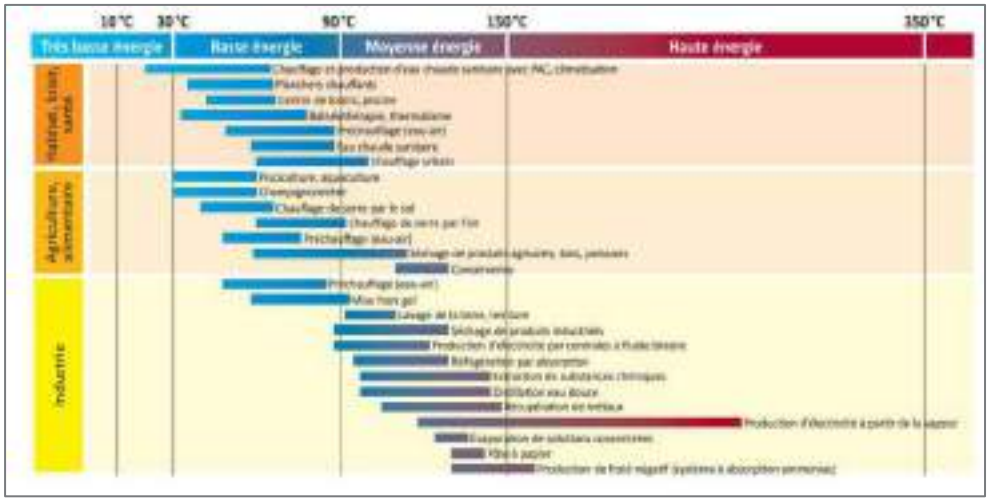


Figure 12- Typologie de géothermie et usages associés, BRGM

PRESENTATION DES DIFFERENTES TECHNOLOGIES PAR TYPOLOGIE DE PROJET

Pour la valorisation de l'énergie géothermique, trois technologies sont recensées en France selon le projet.

Fonctionnement d'une Pompe à chaleur (PAC)

Le principe repose sur l'utilisation d'un fluide frigorigène. Ce fluide passe par plusieurs états thermodynamiques ce qui lui permet de capter la chaleur de la nappe (du sol = géothermie sur sol, de l'air = aérothermie) au niveau de l'évaporateur pour la restituer au fluide du circuit de chauffage (au niveau du condenseur).

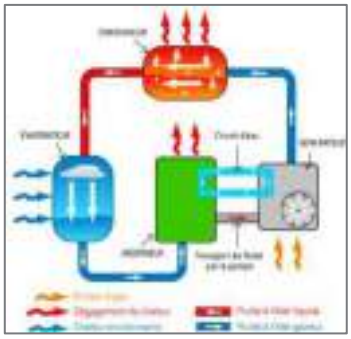


Figure 13- Fonctionnement d'une PAC

Dans le cas d'une pompe à chaleur électrique, le changement d'état du fluide frigorigène est assuré par un compresseur mécanique et un détendeur. Dans le cas d'une pompe à chaleur à absorption gaz, il n'y a pas de compresseur mécanique : le fluide frigorigène évolue grâce à une réaction dite « thermochimique » actionnée par un brûleur gaz naturel. Une partie de la chaleur de la réaction thermochimique est récupérée pour chauffer le circuit de chauffage. Ainsi, une PAC qu'elle soit à compression mécanique ou à absorption fonctionne sur un transfert d'énergie depuis une source froide (énergie du sous-sol) vers une source chaude (installation de chauffage) au moyen d'un circuit fermé dans lequel circule un fluide soumis à un cycle thermodynamique.

- **Pour un immeuble collectif :** à cette échelle d'intervention, c'est également la géothermie très basse énergie qui est sollicitée. La technologie utilisée pour ce type de réalisation peut concerner également l'énergie naturellement présente dans le sous-sol à quelques dizaines voire centaines de mètres (température du sol augmentant d'environ 4°C tous les 100 mètres) mais également dans les aquifères. Cette ressource, présentant également une température inférieure à 30 °C, elle nécessite donc l'utilisation d'une pompe à chaleur pour atteindre un niveau de température correct (PAC présentant également la possibilité de produire du froid dans le cas d'une PAC réversible).

GEOTHERMIE SUR CAPTEURS VERTICAUX

- **Pour plusieurs immeubles, voire un quartier** : A cette échelle globale, deux typologies de géothermie peuvent être utilisées en France, la géothermie très basse énergie et la géothermie basse énergie. Cette seconde technologie consiste à une extraction sur aquifère, bénéficiant d'une température comprise entre 30 et 90°C dans des gisements situés principalement entre 1 500 et 2500 mètres de profondeur (cette technique ne peut pas être envisagée pour produire de l'électricité mais est parfaite pour le chauffage des habitations et certaines applications industrielles). Nécessitant des investissements lourds, la rentabilité d'une telle installation dépendra du nombre de m² raccordé, de la composition du sol pour la faisabilité des forages et de la proximité du projet avec une autre centrale utilisant la même ressource).

RACCORDEMENT D'UNE CENTRALE SUR AQUIFERES

ATOUTS ET CONTRAINTES DE LA TECHNOLOGIE

Atouts	Faiblesses
Production constante toute l'année	Nécessite l'installation d'une PAC (consommation d'énergie primaire, électricité ou gaz)
Energie complètement renouvelable	Investissement très important pour la deuxième et troisième technologie (forages des sondes verticales)
Installation faible en émission de gaz à effet de serre (seulement issue de la PAC)	Phase chantier pour les forages peut engendrer des nuisances sonores pour les riverains
Permet de produire du chaud ou du froid	Nécessite une grande superficie pour les phases construction et exploitation

COUT GLOBAL DE LA TECHNOLOGIE

Le coût d'un forage seul (hors équipements, réseaux, électricité) varie entre 800 et 2 000 € HT/ml. Pour les autres équipements, le coût varie beaucoup en fonction des pompes, des systèmes ou encore des capteurs utilisés. En considérant par exemple un débit compris entre 60 et 100 m3, le coût peut varier de 25 000 à 70 000 € HT. S'ajoute à cette estimation le coût de la PAC d'environ 300 € HT du kW et celui des études de faisabilité, qui s'élève à un montant compris entre 12 000 et 20 000 €.

Le coût de la maintenance pendant la phase d'exploitation semble varier entre 1 500 et 3 000€ HT auquel s'ajoute tous les 10 à 15 ans des examens endoscopiques des forages estimés à 2 500 € HT et un examen des pompes pour 8 000€. En ce qui concerne les pompes à chaleur, le coût de maintenance se situe entre 4 500 € HT/an pour une pompe de 100 à 200 kW et 15 000 € HT/an pour une pompe de 800 à 1 000 kW.

SUBVENTIONS 2020

L'ADEME subventionne les installations géothermiques produisant de la chaleur avec le Fonds de Chaleur dont les aides sont calculées suivant la production annuelle sur 20ans, soit 40€/MWh pour une PAC sur champs de sondes et 20€/MWh pour une PAC sur eau de nappe.

La productivité et la pérennité de l'aquifère n'étant jamais sûre à 100%, les organismes en liaison avec la géothermie ont mis en place un outil financier de garantie. La garantie Aquapac® a été initiée en 1983 sous l'égide de l'ADEME (AFME à l'époque), d'eDF et du BRGM. Elle est destinée à favoriser le développement des opérations de pompes à chaleur sur nappe aquifère. Pour cela, elle offre une double garantie portant sur les ressources en eau de ces nappes aquifères :

La garantie « recherche » couvre le risque d'échec consécutif à la découverte d'une ressource en eau souterraine insuffisante pour fournir le débit d'eau nécessaire. Le taux de cotisation pour cette garantie est désormais de 5 % du montant des ouvrages garantis en recherche.

La garantie « pérennité » couvre le risque de diminution ou de détérioration de la ressource, en cours d'exploitation. La durée de cette garantie est de 10 ans, et le taux de cotisation pour cette garantie est de 4% du montant des ouvrages garantis.

La fourniture et l'installation d'une pompe à chaleur bénéficient d'un taux de TVA réduit à 5,5 %, (depuis le 1er janvier 2014) si l'entreprise qui vend le matériel en assure aussi la pose. Les travaux doivent être réalisés dans des habitations achevées depuis plus de deux ans.

- Aide de l'ANAH (Agence Nationale pour l'Amélioration de l'Habitat) pour une pompe à chaleur géothermique

L'Agence nationale d'amélioration de l'habitat peut accorder une subvention pour l'installation d'une pompe à chaleur géothermique. L'ANAH peut vous faire bénéficier de primes en complément de la subvention :

Une prime de 900 € pour l'installation (fourniture et main d'œuvre) d'une pompe à chaleur air/eau ;

Une prime de 1 800 € pour l'installation d'une pompe à chaleur à capteurs enterrés.

- Le crédit d'impôts

La pompe à chaleur géothermique fait partie des installations éligibles au crédit d'impôt pour la transition énergétique (CITE), qui permet de déduire de l'impôt sur le revenu 30% des dépenses réalisées pour les travaux d'amélioration de la performance énergétique.

- L'éco-prêt à taux 0 % pour une pompe à chaleur géothermique

Pour obtenir l'éco-prêt à taux 0 %, il faut réaliser plusieurs travaux visant à améliorer l'efficacité énergétique d'un logement individuel. La pose d'une pompe à chaleur se combine particulièrement bien avec d'autres types de travaux tels que la pose d'une chaudière à condensation etc…

TABLEAU RECAPITULATIF

Technologie	Productivité annuelle (en kWh/ml)	Prix/ MW	Retour sur investissement	Retour sur expérience	Durée de vie	Coût de l'énergie (en €/kWh)
Géothermie sur aquifère	17,5	/	7 à 10 ans	Très bon	15 à 20 ans	0,052

POTENTIEL GEOTHERMIQUE LOCAL

En Provence Alpes Côte d'Azur, la géothermie basse température doit être couplée à des pompes à chaleur pour relever la température du fluide extrait et le rendre utilisable pour des applications de chauffage, de froid et d'ECS. Ce type de technologie peut couvrir les besoins de bâtiments allant jusqu'à 25 000 m².

La nappe d'eau souterraine présente au niveau du secteur de projet est en bon état chimique et écologique et doit le rester selon les objectifs fixés par le SDAGE 2022-2026. Etant donné son intervention dans l'alimentation en eau potable, l'utilisation de la géothermie n'est pas envisagée.

V.LA BIOMASSE

La biomasse, c'est la fraction biodégradable des produits, déchets et résidus provenant de l'agriculture (substances animales et végétales), de la sylviculture et des industries connexes ainsi que la fraction biodégradable des déchets industriels et municipaux.

Le chauffage par la biomasse est un procédé en pleine expansion, qui permet de subvenir aux besoins en chaleur tout en valorisant des déchets de l'agriculture ou de la sylviculture. Ce procédé permet aussi d'avoir un bilan carbone nul, le carbone rejeté lors de la combustion ayant été absorbé par le végétal durant sa croissance. D'autre part, la valorisation de la biomasse agricole et forestière représente un enjeu économique pour les filières. Pour l'agriculture, c'est une occasion de diversification de l'activité vers les débouchés en biomatériaux et biocarburants. Pour la filière bois, c'est une opportunité de développer la mobilisation du bois en forêt, pour une utilisation énergétique ou dans la filière bois-matériaux. C'est en même temps un enjeu sociétal que de mieux mobiliser les énergies renouvelables.

Aujourd'hui, la biomasse est principalement valorisée sous la forme de bois de feu de cheminée : cette utilisation peu efficace du fait de son rendement de seulement 40% et de la pollution atmosphérique dégagée sont responsables de l'opposition courante de l'utilisation du bois énergie. Néanmoins, elle peut être valorisée de manière plus efficace pour :

- La production de chaleur, grâce à des systèmes de chaudières bois décentralisées, ou centralisées, alimentant un réseau de chaleur
- La production de chaleur et de d'électricité, à partir de systèmes de cogénération biomasse.

a.Le bois énergie : chaufferie bois

LA RESSOURCE BOIS ENERGIE

La filière bois énergie concerne différentes natures de ressources en bois. Son gisement disponible repose sur les produits forestiers, les sous-produits de l'industrie du bois (sciures, copeaux, écorces…) et le broyat de bois de rebut (décliné en différentes catégories selon leur degré de propreté).

La valorisation de ces différents produits peut se faire sous la forme de buches (appareil avec alimentation manuelle, type cheminée…), de plaquettes obtenues par déchiquetages des arbres, des branches ou tout autre sous-produit issu de l'industrie du bois (chaudières

automatiques) et les granulés bois qui sont le produit d'une compression et d'une agglomération de sciure (poêles et les chaudières à alimentation automatique).

PRESENTATION DE LA TECHNOLOGIE

Il existe plusieurs échelles de mise en œuvre d'une chaufferie permettant de valoriser la biomasse issue de la filière bois énergie :

- Le bâtiment, une simple chaudière distribuant la chaleur dans les logements avec son unité de stockage propre. Cette solution offre une certaine indépendance mais implique la multiplicité des stockages et de la maintenance.
- Le quartier, cette solution oblige la mise en place d'un réseau de chaleur. D'un autre côté, la centralisation de la production permet une meilleure rentabilité de l'installation et facilite la question d'approvisionnement et de stockage.

Figure 14- Fonctionnement d'une centrale biomasse

Figure 15- Centrale biomasse à l'échelle d'un quartier

La chaufferie biomasse fonctionne à partir de l'une des ressources identifiées précédemment. Une fois le bois énergie livré, il est convoyé par un système mécanique (transporteur à raclettes, trémies, vis sans fin,…) vers la chambre de combustion. Le combustible y est brûlé afin de chauffer de l'eau pour injecter dans un réseau de chaleur. Les cendres sont extraites mécaniquement vers un cendrier.

ATOUTS ET CONTRAINTES DE LA TECHNOLOGIE

Atouts	Faiblesses
Approvisionnement grâce à la filière locale (installation devant être implantée à proximité de la ressource)	Au-delà de 50 km de distance pour aller chercher le combustible, la solution est peu viable (monopolisation de la ressource, transport…)
Coût du combustible très bas (peu d'augmentation planifiée)	Approvisionnement en milieu urbain engendrant des nuisances supplémentaires (augmentation du nombre de camions). Le transport fluvial est difficilement réalisable du fait des difficultés de déchargement du combustible)
Aspect social et économique local : création d'emplois ou diversification des sources des revenus pour les agriculteurs (autre type d'énergie que le bois énergie)	Impacts sur la morphologie urbaine nombreux : installation classée en tant qu'ICPE, grande surface de foncier nécessaire, hauteur de cheminée contrainte par l'arrêté du 27 juillet 1997 (coût supplémentaire…)
Bilan carbone nul	Investissement de la centrale important + nécessité d'intégrer un filtre (25% du coût en plus) pour les poussières + coût de la cheminée…

Atouts	Faiblesses
Part des énergies renouvelables très haute (plus de 85%)	Rentabilité du réseau et de la construction de la centrale qu'à partir d'une certaine densité énergétique

COUT GLOBAL DE LA TECHNOLOGIE

Le coût d'investissement d'une chaufferie biomasse dépend essentiellement de la taille de la chaufferie, du réseau et des sous stations. Le mètre linéaire de réseau coûte entre 600 et 800€ HT et chaque sous station à un coût d'investissement de 20 000€ HT. En moyenne, le coût de la chaufferie bois individuelle serait compris entre 800 et 600€ HT/kW biocombustibles.

Au coût d'investissement s'ajoute celui des combustibles : plaquettes industrielles entre 25 et 30€/MWh, granulés entre 25 et 36€/MWh et bois de rebut entre 7 et 13€/MWh. Bien que ces prix semblent beaucoup moins importants que ceux pour une chaufferie gaz (55€ HT/MWh), les coûts d'exploitation des chaufferies biomasses sont plus conséquents (personnel d'exploitation plus nombreux, maintenance plus régulière…). Néanmoins, ces coûts sont moins soumis à l'évolution des prix.

SUBVENTIONS 2020

Le fonds de chaleur (engagement majeur du Grenelle de l'environnement) géré par l'Ademe permet de financer la mise en œuvre de systèmes pour la production de chaleur à partir des énergies renouvelables (destiné à habitat collectif, collectivité et entreprises). Cependant pour être éligible à cette aide, l'installation doit respecter certains critères qui sont :

- Être une installation collective ayant une production minimum de 1200 MWh/an d'énergie biomasse sortie chaudière
- Les installations en secteur Entreprise (industriel, agricole et tertiaire) ayant une production de 1200 à 12 000 MWh/an biomasse sortie chaudière
- Installation de production de chaleur à partir de biomasse en substitution à des énergies fossiles dont le rendement thermique à puissance nominale doit être supérieur à 85%

Cette aide est déterminée à partir du tableau suivant :

Aide **forfaitaire** en **fonction de la gamme**:

Gamme (MWh)		aide collectif/tertiaire en € / MWhENR sortie sur 20ans	aide industrie en € / MWhENR sortie sur 20ans
0	600	13	9
601	3 000	7	4
3 001	6 000	5,9	2,5
6 001	12 000	2,4	1,2

Exemples d'applications :

Collectif/Tertiaire :

- Une chaufferie de 1 200 MWh EnR/an alimentant une clinique : aide forfait de 240 000 € : (13*600 + 7*600) *20
- Une chaufferie de 2 000 MWh EnR/an alimentant un réseau de chaleur urbain : aide forfait de 352 000 € : (13*600 + 7*1400) *20

Industrie :

- Une chaufferie de 7 000 MWh EnR/an alimentant une industrie agroalimentaire : aide forfait de 474 000 € : (9*600 + 4*2400+2.5*3000 + 1.2*1000) *20

Les appareils de production de chaleur ou d'eau chaude sanitaire bois ou autre biomasse sont également éligibles au crédit d'impôt pour la transition énergétique et à la TVA à taux réduit mis en place depuis le 1er janvier 2014.

TABLEAU RECAPITULATIF

Technologie	Productivité annuelle (en kWh/T)	Prix/ MW	Retour sur investissement	Retour sur expérience	Durée de vie	Coût de l'énergie (en €/kWh)
Chaufferie biomasse	1.3	1M€	8 à 10 ans	Très bon	50 ans	0.026

b.Le bois énergie- Cogénération

Ce système permet à la fois de produire de la chaleur et de l'électricité. C'est une alternative intéressante à l'énergie solaire et éolienne. La chaleur issue de la combustion est utilisée pour le chauffage mais aussi, dans le cas de la cogénération, pour alimenter une turbine à vapeur qui va produire de l'électricité. Il existe des turbines à vapeur d'une puissance de quelques dizaines de kW à plusieurs centaines de MW, avec des vitesses de rotation allant de 5 000 à 15 000 tr/min et des rendements électriques de 12 à 20% pour les modèles à condensation. La quantité de combustible nécessaire pour les installations de puissance importante, pousse à diversifier les sources d'approvisionnement.

L'utilisation de petite turbine possédant une puissance minime s'apparente à la technologie de la micro-cogénération biomasse. Si actuellement, cette technologie est encore peu mature et présente des coûts d'investissement importants, elle représente une réelle opportunité pour le développement des énergies renouvelables.

Il existe 3 familles de cogénérations, permettant de délivrer des puissances électriques plus ou moins importantes et de s'adapter à une grande variété de projets. On parle de micro-cogénération lorsque la puissance nominale est inférieure à 36 kWe et de mini cogénération lorsque celle-ci est comprise entre 36 et 250 kWe.

Source : GRDF

Il est à noter que les systèmes de mini et micro-cogénérations peuvent être installés à l'échelle de bâtiments.

COUT GLOBAL DE LA TECHNOLOGIE

Les coûts d'investissement sont de l'ordre de 2 millions d'euros par MW électrique installé. Le temps de retour sur investissement couramment observé est de 8 à 10 ans.

Les coûts annuels d'exploitation sont généralement de l'ordre de 1 à 3% des coûts d'investissement pour les installations à contrepression et de l'ordre de 4 à 5% pour les ensembles à condensation.

SUBVENTIONS 2020

Les aides du Fonds de Chaleur (ADEME) apportées aux cogénérations biomasse seront limitées aux installations en autoconsommation d'électricité ou vente d'électricité sur le marché libre, pour ce qui concerne la partie production de chaleur. Les investissements liés aux équipements de production d'électricité ne sont pas éligibles. L'efficacité énergétique du projet de cogénération sera au minimum de 75%. Les montants de l'aide sont calculés suivant la puissance de l'installation.

La production d'électricité issue de la cogénération d'électricité et de chaleur est éligible aux mécanismes d'obligation d'achat et de complément de rémunération selon les puissances installées. C'est l'Arrêté du 15 novembre 2016 qui définit les tarifs de rachats. Ces derniers sont constitués d'une rémunération proportionnelle à la quantité d'électricité produite, d'une rémunération indexée sur le prix du gaz naturel et d'une rémunération fonction de l'économie d'énergie primaire. Le tarif de rachat bénéficiant de l'obligation d'achat est établi selon le principe suivant :

Tarifs de l'obligation d'achat pour l'électricité issue de la cogénération en 2020

Composantes	Tarif de rachat	Détail
Rémunération proportionnelle	54 € / MWh	-
+ Rémunération fonction du prix du gaz naturel	63,2 € / MWh en octobre 2020	= 1,26 x le tarif réglementé B1 Zone 3 TTC du gaz naturel en € / MWh)
+ Rémunération fonction de l'économie primaire	Variable	voir le détail du calcul dans l'Arrêté du 15/11/16

Le tarif de référence afin de fixer le montant du complément de rémunération est établi sur le principe :

Tarifs de référence du complément de rémunération pour l'électricité issue de la cogénération en 2020

Composantes	Tarif de rachat	Détail
Rémunération proportionnelle	47 € / MWh	-
+ Rémunération fonction du prix du gaz naturel	Variable	voir le détail du calcul dans l'Arrêté du 15/11/16
+ Rémunération fonction de l'économie primaire (une prime à la performance)	Variable	voir le détail du calcul dans l'Arrêté du 15/11/16

Les contrats d'obligation d'achat et de complément de rémunération sont **conclus pour une durée de 15 ans**

A partir du 21/01/2021, ces tarifs ne seront plus applicables. L'arrêté du 21 août 2020 met fin au rachat de l'électricité produite par une cogénération.

TABLEAU RECAPITULATIF

Technologie	Productivité annuelle (en kWh/T)	Prix/ MW	Retour sur investissement	Retour sur expérience	Durée de vie	Coût de l'énergie (en €/kWh)
Cogénération	4,5	2M€	8 à 10 ans	Très bon	50 ans	/

c. Potentiel local bois énergie

En région Provence-Alpes-Côte d'Azur, la biomasse, qu'elle soit d'origine forestière (valorisation du bois- énergie), agricole ou issue des déchets verts, représente actuellement plus du $^1/_3$ (36% en 2012) de la production d'énergie renouvelable régionale utilisée, ce qui en fait en définitive l'une des composantes majeures du mix énergétique régional.

LA FORET EN REGION PACA ET DANS LES BOUCHES-DU-RHONE

La forêt en région PACA, couvre plus de 1 517 000 hectares. Elle représente 9,4% de la surface forestière nationale. Avec un taux de boisement avoisinant les 48% (moyenne nationale : 29%), elle est la deuxième région française la plus boisée après la Corse.

Elle est composée à :

- **51,4% de feuillus** : chêne Liège, chêne vert, hêtres, Chêne pubescent et d'autres feuillus.
- **48,6% de résineux :** sapin pectiné, Pin noir d'Autriche, Pin d'Alep, Mélèze d'Europe, Pin Sylvestre et autres conifères

La région Provence-Alpes-Côte d'Azur dispose de 1 544 000 hectares d'espaces forestiers. Avec un taux de boisement de 49%, elle est la deuxième région française la plus boisée. La forêt de production représente 1 340 000 ha (87% de la forêt régionale), où l'exploitation des bois est possible sans que les conditions physiques (pente, accessibilité) et/ou réglementaires (zonage de protection) ne viennent l'empêcher. La répartition des surfaces de peuplements purs de feuillus et de résineux est équilibrée.

Les peuplements mixtes représentent seulement 20% de la surface forestière totale. Le Var, les Alpes-Maritimes et les Alpes de Haute-Provence font partie des 15 départements métropolitains ayant un taux de boisement supérieur à 45% de leur territoire. Cette couverture forestière est très hétérogène selon les communes de la région. 16% des communes ont un taux de boisement inférieur à 25%. Sur les 190 communes ayant les taux les plus élevés, 20 communes dépassent les 90% de couverture forestière.

Sur les campagnes d'inventaire réalisées par l'IGN dans les années 1980 et 2013, la hausse de la surface forestière régionale se porte à 338 000 ha, soit une hausse de 28%. Selon les départements, la situation est contrastée. Les départements Alpins sont ceux dont la surface forestière a le plus évolué : Alpes de Haute-Provence (+95 000 ha), Hautes-Alpes (+73 000 ha), Alpes-Maritimes (+67 000 ha) et Var (+45 000 ha). Les départements du Vaucluse (+23 000 ha) et des Bouches-du-Rhône (+15 000 ha) augmentent plus faiblement.

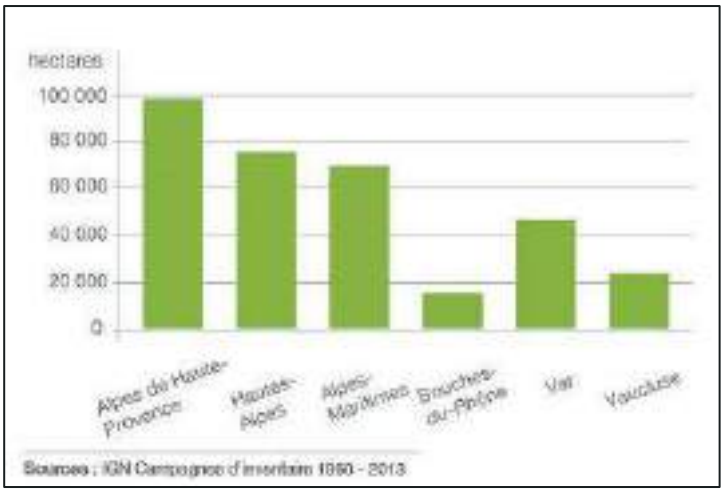


Figure 16- Évolution de la surface forestière entre 1980-2013 (Ofme.org)

En termes de répartition, un tiers de la forêt régionale se situe à une altitude supérieure à 1 000 mètres. Il comprend plus de la moitié du volume de bois sur pied disponible dans la région. Avec un taux de boisement avoisinant les 48% (moyenne nationale : 29%), elle est la deuxième région française la plus boisée après la Corse.

Si la plupart des départements composant la région présente les mêmes caractéristiques, les Bouches-du-Rhône est le seul département qui dispose d'un taux de boisement considéré comme seulement moyen avec un taux avoisinant les 23%. La composition des forêts est également différente. Elle est notamment concernée par une diversité d'essences moins marquée :

- **-27,7% de feuillus, dont 7,5% de chêne pubescent, 15,2% de chêne vert et 5% d'autres feuillus.**
- **-71,5% de résineux, dont 70,5% de pin d'Alep et 1,3% d'autres conifères.**

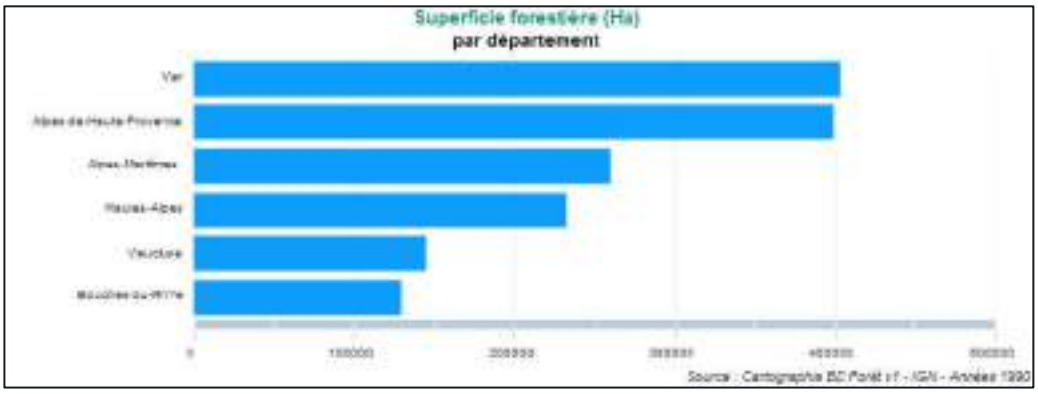


Figure 17- Superficie forestière (ha) par département. (inventaire forestier PACA, IGN)

LE POTENTIEL BOIS-ENERGIE EN REGION PACA ET DANS LES BOUCHES-DU-RHONE

Chaque année, la récolte en bois est estimée à 3,6 millions de mètres cubes, ce qui représente une récolte d'à peine un tiers de la capacité renouvelable de production de bois. Ainsi, le gisement supplémentaire potentiel de bois-énergie a été estimé à environ 580 000 tonnes annuelles[1].

Cette sous-exploitation des forêts de la région PACA s'explique principalement :

- Par **les difficultés d'exploiter davantage de bois**. En effet, environ 40% de la forêt régionale est difficilement accessible en raison notamment du relief accentué et des dessertes en routes et pistes forestières souvent insuffisantes.
- Par **la multitude de propriétaires** qui viennent se partager l'espace forestier régional. Privée pour un peu moins de 70% de sa surface, la forêt en Paca appartient en effet, à de très nombreux propriétaires. On compte actuellement, environ 225 000 propriétaires privés, avec un peu moins de 4000 qui possèdent plus de 25 ha (soit environ 27% des surfaces de forêts privées[2]).

Dans le département des Bouches-du-Rhône, si la ressource est plus faible, elle est néanmoins plus facile d'accès. En effet, en région PACA, seulement 27% des forêts de la production sont considérées comme faciles d'accès alors que dans le département des Bouches-du-Rhône, c'est près de la moitié.

[1] Source : étude Mission régionale bois énergie 2009 : Synthèse des gisements de bois disponibles pour une valorisation énergétique en Paca
2 Source CRPF Paca

DES OBJECTIFS AMBITIEUX A L'ECHELLE REGIONALE EN TERMES DE VALORISATION DE LA RESSOURCE

Le potentiel régional bois-énergie étant particulièrement important, sa valorisation est aujourd'hui considérée comme l'un des enjeux régionaux majeurs qui permettra de guider le territoire vers la transition énergétique. En plus, des bénéfices environnementaux et énergétiques indéniables induits, la valorisation de cette filière représente également un potentiel de création d'emplois qualifiés et durables conséquents (plusieurs centaines de bûcherons, conducteurs d'engins, techniciens forestiers, scieurs, transporteurs).

C'est pour répondre à ces différents enjeux, que la région s'est engagée depuis plusieurs années dans une structuration interprofessionnelle forte de la filière, à même de garantir une bonne répartition de la valeur ajoutée, d'entériner des engagements précis et exigeants de qualité de la production, de favoriser des relations commerciales bénéficiant à toutes les parties, de développer des systèmes permettant la valorisation optimale des bois, d'assurer la mise en œuvre de circuits de transport minimisant les nuisances et de permettre une sensibilisation massive des propriétaires... Des engagements forts ont ainsi été pris. Ils devraient permettre d'aboutir, dans l'année 2014 à une structuration **interprofessionnelle opérationnelle et permettre ainsi à la filière bois de se structurer de manière optimale dans les prochaines années et ainsi, de garantir une utilisation rationnelle et efficace de la ressource régionale en bois.**

VI.LE POTENTIEL DE PRODUITS METHANISABLES

a.Présentation de la technologie- production du biogaz

Le biogaz produit par méthanisation relève d'un procédé biologique permettant de valoriser la matière organique en produisant une énergie renouvelable et un engrais. En l'absence d'oxygène (digestion anaérobie), la matière organique est dégradée par des micro-organismes (bactéries se trouvant à l'état naturel dans les déjections animales). Une suite de réactions biologiques conduit à la formation de biogaz (contient 2/3 de méthane et 1/3 de de gaz carbonique) et d'un digestat (répandu sur les cultures comme engrais). Pour augmenter les rendements, la matière est placée à l'intérieur d'une grosse cuve (le digesteur) fermée, chauffée, brassée sans entrée d'air et à l'abri de la lumière. Elle peut être sèche ou humide.

Les substrats organiques permettant la méthanisation peuvent se décomposer en trois grandes familles :

- Les effluents d'élevage : fumier, paille ; cultures...
- Les industries-agroalimentaires : co-produits de transformation provenant des abattoirs, des laiteries, des conserveries...
- Les collectivités : déchets verts, déchets ménagers, boues d'épuration...

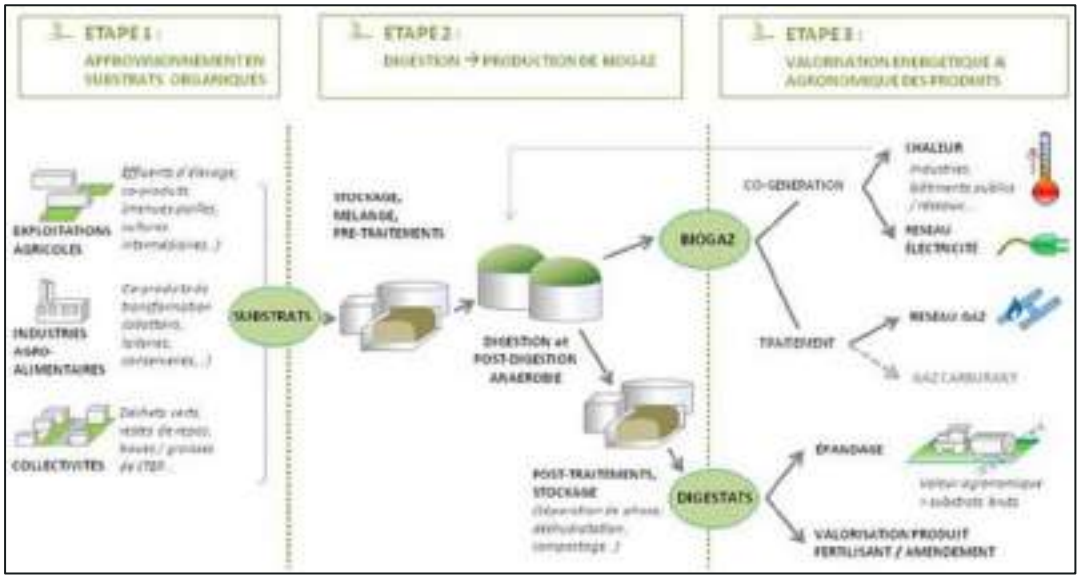


Figure 18- Principe de la méthanisation

La valorisation énergétique du biogaz peut se faire de différentes manières :

- La production de chaleur : solution viable uniquement si une forte demande de chaleur à proximité du site est capable d'absorber la chaleur produite toute l'année (ceci, afin de limiter les coûts d'investissement et d'exploitation : réseau de chaleur, déperdition…)
- La production d'électricité
- La production de chaleur et d'électricité par cogénération (comme pour la biomasse)

Une nouvelle valorisation, autorisée depuis 2003 par une directive européenne, est en train de se développer. Il s'agit de la production de biogaz issue d'installation de méthanisation, pour injection dans le réseau public de transport ou de distribution de gaz naturel.

La valorisation du digestat produit est essentiellement utilisée dans le domaine de l'agriculture : matière extraite en sortie du digesteur après fermentation et extraction du biogaz, le digestat possède des propriétés intéressantes (plus fluide, plus assimilable par les cultures, moins odorant…) lui permettant d'être utilisé directement comme fertilisant pour les terres agricoles.

b.Potentiel biogaz local

La région Provence Alpes Côte d'Azur produit (toutes origines confondues) moins d'énergie électrique que ce qu'elle en consomme. Les unités de production régionales, même si elles sont diversifiées (hydraulique, charbon, pétrole), ne suffisent pas à satisfaire la consommation. La diversification des sources et des ressources énergétiques est actuellement un enjeu national fort, la région PACA doit donc s'inscrire dans cette dynamique de transition énergétique en développant d'autres sources de production d'énergie électrique.

En 2015, le potentiel de méthanisation de la région SUD PACA a été réalisé par l'Observatoire Régional de l'Énergie, du Climat et de l'Air (ORECA). Cette étude a pour objectif de calculer le potentiel des sources de méthanisation de la région.

Le potentiel énergétique de la filière méthanisation en région Provence Alpes Côte d'Azur est évalué à 119 200 tep. Il se réparti à 65% sur la filière agricole, 32% sur la filière collectivités et 3% sur la filière des industries agro-alimentaires (IAA). Le SRCAE (juin 2013) présente pour objectif une production de biogaz de 1 300 GWh/an en 2030 et 4 430 GWh/an en 2050. La région Sud PACA, avec un potentiel de 1 386 GWh, représente 2,5% du potentiel national (55 900 GWh).

Le potentiel énergétique repose à plus de 90% sur la filière agricole dans les départements des Hautes-Alpes et des Alpes-de-Haute-Provence. Pour les départements côtiers des Alpes-Maritimes et du Var, le potentiel repose à plus de 60% sur la filière des déchets gérés par les collectivités.

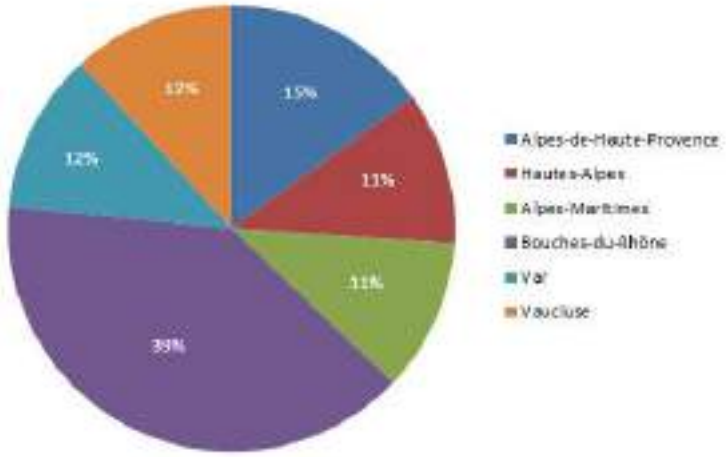


Figure 19: Potentiel Régional Net en kNm3 de CH4, réparti par département (Hélianthe, 2015)

Les Bouches-du-Rhône et le Vaucluse présentent une répartition plus « classique » du potentiel, avec une part prépondérante de la filière agricole, une part de la filière collectivités de l'ordre de 30% et une autre plus faible de la filière des IAA.

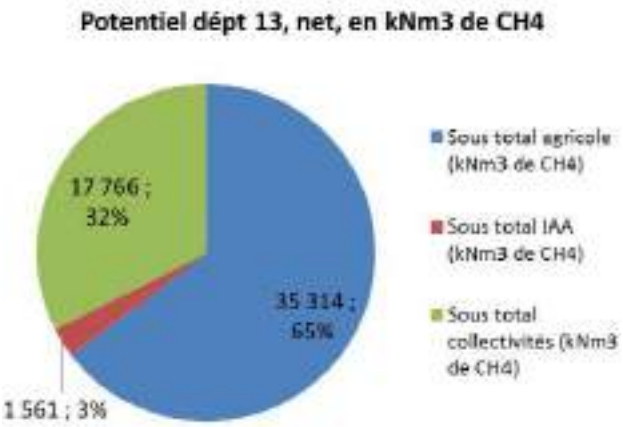


Figure 20: Potentiel Régional Net en kNm3 de CH4 (Hélianthe, 2015)

La commune de Sénas présente un potentiel de méthanisation essentiellement via la filière des collectivités avec notamment la valorisation des déchets (ordures ménagères, déchets verts, etc.).

⇨ **Bien que le secteur d'étude expose actuellement en faciès majoritairement agricole, cette filière n'apparait pas mobilisable.**
⇨ **Cette énergie peut donc être envisagée dans le cadre de ce projet.**

D.SYNTHESE

Le site offre des ressources renouvelables conséquentes et exploitables :

Potentiel solaire :

Le solaire photovoltaïque ainsi que la climatisation solaire semblent, des technologies à approfondir dans le programme.

Potentiel éolien :

Etant donné que l'on peut estimer la vitesse de vent au sol à environ 5 m/s, l'éolien urbain représente l'une des technologies potentiellement mobilisables dans le secteur

Potentiel biomasse :

Le potentiel régional bois-énergie étant particulièrement important, sa valorisation est aujourd'hui considérée comme l'un des enjeux régionaux majeurs qui permettra de guider le territoire vers la transition énergétique

Potentiel méthanisation :

La commune de Sénas présente un potentiel de méthanisation essentiellement via la filière des collectivités avec notamment la valorisation des déchets (ordures ménagères, déchets verts, etc.).

➔ **Compte tenu du contexte climatique et géographique les énergies concernant l'hydrolien et la géothermie ne sont pas envisageables dans le cadre du présent projet.**

Agence Sud-Est
TOULON
Siège social
45 rue Gimelli
83000 Toulon
04.94.18.97.18

Agence de PARIS
52 rue Jacques Hillairet
75012 Paris
01.53.46.65.05

Agence de LYON
78 rue de la Villette
69003 Lyon
09.72.46.52.02

Agence d'ANGERS
18 rue de Rennes
49100 Angers
09.65.10.52.24

Agence Sud-Ouest
MONTAUBAN
12 rue Edouard Branly
82000 Montauban
05.63.92.11.41

CITADIA

CITADIA CONSEIL · CITADIA VISION · EVEN CONSEIL · AIREPUBLIQUE · MERC/AT

www.citadia.com · www.citadiavision.com

Annexe 3: Etude acoustique – ACOUPLUS

VENATHEC RHONE-ALPES EST
4, avenue Doyen Louis Weil
38000 GRENOBLE
Tél. : +33 4 76 14 08 73

Etude d'impact acoustique
Projet immobilier à SENAS (13)
23-22-60-01471-03-A-YTI

RAPPORT D'ÉTUDE ACOUSTIQUE

Acoustique Environnementale

Votre interlocuteur VENATHEC
Yann TISCHMACHER
y.tischmacher@venathec.com
04 76 14 08 73

EVEN CONSEIL
Floriane LIRAUD
04 94 18 55 65
fliraud@even-conseil.com

venathec.com

VENATHEC SAS au capital de 750 000 €
Société enregistrée au RCS Nancy B sous le numéro 423 893 296 – APE 7112B
N° TVA intracommunautaire FR 06 423 893 296

Client	
Raison Sociale	EVEN CONSEIL
Interlocuteur	Floriane Liraud
Téléphone	04 94 18 55 65
Courriel	fliraud@even-conseil.com

Diffusion	
Version	A
Date	29 janvier 2024

Rédacteur Yann TISCHMACHER	Relecteur Henri LUTTUN

La diffusion ou la reproduction de ce document n'est autorisée que sous la forme d'un fac-similé comprenant 44 pages. Rédigé par Yann TISCHMACHER, transmis le 29/01/2024.

Table des matières

1 INTRODUCTION 4
2 CONTEXTE REGLEMENTAIRE, NORMATIF ET PROGRAMMATIQUE 5
2.1 Réglementation 5
2.2 Normes 6
2.3 Autres référentiels 6
3 PRESENTATION DU PROJET 7
3.1 Présentation du site et du projet 7
3.2 Contexte acoustique du projet et description de la réglementation applicable 8
4 ETAT SONORE INITIAL 12
4.1 Mesures acoustiques in situ 12
4.2 Modélisation acoustique de l'état existant 14
5 ETUDE D'IMPACT ACOUSTIQUE DU PROJET 19
5.1 Méthodologie 19
5.2 Hypothèses de calcul 19
5.3 Présentation du modèle 3D (situation future avec projet) 20
5.4 Impacts des nouvelles infrastructures sur les bâtiments existants 20
5.5 Comparaison des situations futures avec et sans projet 23
5.6 Niveaux sonores en façade des futurs bâtiments 25
5.7 Cartographies sonores de l'état futur 27
5.8 Généralités sur les protections acoustiques envisageables 29
6 CONCLUSION 35
7 Annexes 36

1 INTRODUCTION

Le présent document s'inscrit dans le cadre des études d'impact du projet immobilier situé à SENAS (13).

Dans le cadre de ces études, EVEN CONSEIL a missionné le bureau d'études en acoustique VENATHEC pour la réalisation de l'étude d'impact acoustique du projet sur l'environnement.

La prestation s'est déroulée comme suit :

- Etape 1 : Mesures acoustiques d'état initial ;
- Etape 2 : Analyse des résultats de mesures ;
- Etape 3 : Etude d'impact acoustique du projet ;
- Etape 4 : Proposition de principes de solution acoustique le cas échéant

Localisation du secteur d'étude

2 CONTEXTE REGLEMENTAIRE, NORMATIF ET PROGRAMMATIQUE

2.1 Réglementation

Dans le cadre du projet, les textes règlementaires suivants peuvent s'appliquer :

- **Loi du 31 décembre 1992** complétée par le décret d'application du 9 janvier 1995 et l'arrêté du 5 mai 1995
- **Code de l'environnement (livre V, titre VII) ordonnance n°2000-914 du 18 septembre 2000**, reprenant tous les textes relatifs au bruit
- **Directive européenne 2002/49/CE**, du 25 juin 2002, relative à l'évaluation et la gestion du bruit dans l'environnement
- **Articles L571-9 et R571-44 à R571-52** du Code de l'Environnement
- **Décret n°2006-1110 du 11 août 2016** relatif à la modification des règles applicables à l'évaluation environnementale des projets, plans et programmes
- **Circulaire du 25 mai 2004** relative aux nouvelles instructions à suivre concernant le recensement des Points Noirs Bruit des transports terrestres et les opérations de résorptions de ces PNB
- **Circulaire du 12 juin 2001** relative à l'observatoire du bruit des transports terrestres et à la résorption des points noirs du bruit des transports terrestres
- **Décret n° 2002-867 du 3 mai 2002** (et l'arrêté de la même date), précisant les modalités de subventions accordées par l'Etat concernant les opérations d'isolation acoustique des Points Noirs Bruit des réseaux routiers et ferroviaires nationaux
- **Décret n°2006-1099** relatif à la lutte contre le bruit de voisinage du 31 août 2006
- **Arrêté du 5 décembre 2006** relatif aux modalités de mesurage des bruits de voisinage, modifié par l'**arrêté du 1er août 2013**
- **Décret 95-22 du 9 janvier 1995** relatif à la limitation du bruit des aménagements et infrastructures de transports terrestres
- **Circulaire n° 97-110 du 12 décembre 1997** relative à la prise en compte du bruit dans la construction de routes nouvelles ou l'aménagement de routes existantes du réseau national
- **Arrêté du 5 mai 1995** relatif au bruit des infrastructures routières
- **Arrêté du 8 novembre 1999** relatif au bruit des infrastructures ferroviaires
- **Circulaire du 28 février 2002**, relative à la prévention et la résorption du bruit ferroviaire

2.2 Normes

2.2.1 Matériel

- **Norme NF EN 61672-1** (2003) : Electroacoustique – Sonomètres – Partie 1 : spécifications
- **Norme NF EN 60942** (2003) : Electroacoustique – Calibreurs acoustiques

2.2.2 Mesurage

- **Norme NF S 31-010** : Caractérisation et mesurage des bruits de l'environnement
- **Norme NF S 31-110** : Caractérisation et mesurage des bruits de l'environnement – Grandeurs fondamentales et méthodes générales d'évaluation
- **Norme NF S 31-120** : Caractérisation et mesurage des bruits de l'environnement – Influence du sol et des conditions météorologiques
- **Norme NF EN ISO 3741** (2012) : Détermination des niveaux de puissance acoustique et des niveaux d'énergie acoustique émis par les sources de bruit à partir de la pression acoustique
- **Norme NF S 31-085** : Caractérisation et mesurage du bruit dû au trafic routier
- **Norme NF S 31-088** : Caractérisation et mesurage du bruit dû au trafic ferroviaire

2.2.3 Calculs

- **Norme ISO 9613** : Atténuation du son lors de sa propagation à l'air libre
- **Norme NF S 31-131** : Descriptif technique des logiciels
- **Norme NF S 31-132** : Méthodes de prévision du bruit des infrastructures de transports terrestres en milieu extérieur
- **Norme NF S 31-133** : Bruit dans l'environnement – Calcul de niveaux sonores

2.3 Autres référentiels

- Note d'information n°77 du Service d'Etudes Techniques des Routes et Autoroutes (Sétra) - *Calcul prévisionnel de bruit routier* – Avril 2007
- Guide Sétra/Certu – *Bruit et études routières – Manuel du chef de projet* – Octobre 2001

3 PRESENTATION DU PROJET

3.1 Présentation du site et du projet

Le projet se situe au nord du village de SENAS (13), entre la D7N et la voie ferrée, au niveau des chemins des Launes et du Pont de l'Auture. Il prévoit l'aménagement d'un giratoire avec la création de nouvelles infrastructures routières, ainsi que la construction de logements.

3.2 Contexte acoustique du projet et description de la réglementation applicable

Il est important de recenser les différentes sources de bruit futures qui seront présentes dans le périmètre du projet car le cadre réglementaire n'est pas le même selon la source de bruit concernée :

- Voies nouvellement créées ou modifiées : c'est l'arrêté du 5 mai 1995 relatif au bruit des infrastructures de transport qui s'applique.
- Equipements techniques futurs : le décret 2006-1099 relatif à la lutte contre le bruit de voisinage s'applique et il appartient aux propriétaires des équipements techniques de s'assurer du respect de cette réglementation.

Le but de la présente étude est donc d'étudier l'impact acoustique des infrastructures routières nouvellement crées ou modifiées sur les bâtiments d'habitations et les bâtiments sensibles existants à proximité du projet et de vérifier le respect des réglementations applicables.

De plus, une comparaison des niveaux sonores avec et sans projet sera donnée afin d'une part d'étudier l'impact acoustique du projet sur son environnement et d'autre part, d'estimer les niveaux sonores dans le périmètre du projet et au niveau des façades des futurs bâtiments.

Concernant les équipements techniques futurs, ils ne seront pas étudiés dans la présente étude puisqu'à ce stade, ces éléments ne sont pas connus et il appartiendra à leurs propriétaires de se conformer aux réglementations applicables.

Concernant les bâtiments d'habitation à construire dans le cadre du projet, leurs permis de construire seront postérieurs aux démarches effectuées pour la création des infrastructures de transport : c'est donc à la Maîtrise d'Ouvrage en charge de la construction des futurs bâtiments de se conformer aux exigences réglementaires applicables et à l'isolement acoustique des bâtiments d'habitation dans les secteurs affectés par le bruit. Cet aspect réglementaire concerne également les établissements sensibles (bâtiment d'enseignement et de santé). La règlementation n'impose cependant pas de limite particulière quant aux bureaux et aux établissements industriels, mais des normes permettent de définir différents niveaux de confort à l'intérieur des espaces du bâtiment qui conditionnent des isolements de façade à respecter.

3.2.1 Description de la réglementation pour la création de nouvelles infrastructures routières

Des exigences réglementaires sont fixées pour chaque période réglementaire **diurne [6h-22h]** et **nocturne [22h-6h]**, en façade des bâtiments visés, à savoir les bâtiments voisins de l'infrastructure et antérieurs à celle-ci.

Ces exigences réglementaires dépendent de l'usage et la nature des locaux visés ainsi que de la notion de zone d'ambiance sonore préexistante. Une zone est considérée en ambiance sonore modérée si le niveau de bruit ambiant existant à deux mètres en avant des façades des bâtiments visés avant la réalisation de l'aménagement projeté est tel que les deux conditions suivantes soient réunies :

- LAeq (6h-22h) < 65 dBA
- LAeq (22h-6h) < 60 dBA

Une zone peut être qualifiée en ambiance sonore modérée, modérée de nuit (si seul le critère nuit est vérifié) ou non modérée.
Les exigences réglementaires pour les voies nouvelles sont des niveaux maximums admissibles pour la contribution sonore des nouvelles voiries, qui sont les suivants :

Usage et nature des locaux	L_{Aeq} (6h - 22h)	L_{Aeq} (22h - 6h)
Etablissements de santé, de soins et d'action sociale :		
• salles de soins et salles réservées au séjour des malades ;	57 dBA	55 dBA
• autres locaux	60 dBA	55 dBA
Etablissements d'enseignement (à l'exclusion des ateliers bruyants et des locaux sportifs)	60 dBA	Aucune obligation
Logements en zone d'ambiance sonore préexistante modérée	60 dBA	55 dBA
Logements en zone d'ambiance sonore préexistante modérée de nuit	65 dBA	55 dBA
Autres logements	65 dBA	60 dBA
Locaux à usage de bureaux en zone d'ambiance sonore préexistante modérée	65 dBA	Aucune obligation

En outre, une zone peut être considérée comme un Point Noir Bruit PNB si elle est exposée à plus de 70 dBA en façade en période diurne (6h-22h), ou à plus de 65 dBA en période nocturne (22h-6h) et construit antérieurement à la voie. La circulaire applicable du 25 mai 2004 recommande alors que le niveau sonore en façade des bâtiments de cette zone soit ramené à moins de 65 dBA pour la période diurne et 60 dBA pour la période nocturne, ou à son équivalent à l'intérieur du logement dans le cas d'une protection par isolation de façade.

Il appartient au Maître d'Ouvrage d'une route nouvelle de prendre toutes dispositions, lors de la conception ou de la réalisation, de nature à protéger les bâtiments qui existaient avant la voie pour éviter que leurs occupants ne subissent des nuisances sonores excessives et pour respecter les seuils applicables définis ci-avant.

La protection à la source (type écran acoustique) est recherchée en priorité mais le cas d'une protection par isolation de façade est également possible. Dans ce cas, on substitue l'objectif d'exposition sonore maximale en façade (Obj) par son équivalent à l'intérieur du logement. L'isolement requis ($D_{nTA,tr}$) est déterminé conformément à l'arrêté du 5 mai 1995 par la formule suivante :

$$D_{nT,A,tr} = L_{Aeq} - Obj + 25 \text{ dB (avec } D_{nT,A,tr} \geq 30 \text{ dB)}$$

avec :

L_{Aeq} : contribution sonore de l'infrastructure ;
Obj : contribution sonore maximale admissible.

3.2.2 Description de la réglementation pour la modification non ponctuelle d'une infrastructure existante

Une modification est considérée comme significative si, à terme, l'aménagement induit une augmentation de la contribution sonore de la voie en façade des habitations riveraines supérieure à **2 dBA** par rapport à ce que serait cette contribution à terme en l'absence de la modification.

Dans le cas où la modification est considérée comme significative, les niveaux maximums admissibles pour la contribution sonore de l'infrastructure modifiée significativement sont fixés aux valeurs suivantes, selon les périodes réglementaires diurne [6h-22h] et nocturne [22h-6h] :

Période considérée	Niveau sonore ambiant initial (avant transformation)	Seuil à respecter pour la seule route après transformation
Diurne [6h-22h]	L_{Aeq} [6h-22h] ≤ 60 dBA	L_{Aeq} (6h-22h) ≤ 60 dBA
	60 dBA < L_{Aeq} [6h-22h] ≤ 65 dBA	Valeur de la contribution actuelle de la route (avant transformation)
	L_{Aeq} [6h-22h] > 65 dBA	L_{Aeq} [6h-22h] ≤ 65 dBA
Nocturne [22h-6h]	L_{Aeq} [22h-6h] ≤ 55 dBA	L_{Aeq} [22h-6h] ≤ 55 dBA
	55 dBA < L_{Aeq} [22h-6h] ≤ 60 dBA	Valeur de la contribution actuelle de la route (avant transformation)
	L_{Aeq} [22h-6h] > 60 dBA	L_{Aeq} [22h-6h] ≤ 60 dBA

3.2.3 Description de la réglementation pour les futurs équipements techniques

Les équipements techniques futurs ne seront pas étudiés dans la présente étude puisqu'à ce stade, ces éléments ne sont pas connus et il appartiendra à leurs propriétaires de se conformer aux réglementations applicables. La description de cette réglementation est donnée à titre indicatif.

Les différents équipements mis en place devront respecter les réglementations acoustiques associées. Le maître d'ouvrage de chaque construction devra notamment s'assurer que le bruit généré par ses équipements respecte le décret n°2006-1099 du 31 août 2006 relatif à la lutte contre les bruits de voisinage (modifiant le Code de la Santé Publique) et dont les principales exigences sont synthétisées ci-après.

Le décret n°2006-1099 du 31 août 2006 relatif à la lutte contre les bruits de voisinage modifie le Code de la santé publique, et a été intégré dans ses articles R1336-4 à R1336-13.

Critères d'émergence en valeur globale

Le tableau ci-dessous rappelle les valeurs d'émergence sonore réglementaires, en valeur globale pondérée A, selon la période journalière et la durée cumulée d'apparition du bruit perturbateur :

	Émergence maximale admissible [dBA] chez les tiers		Durée cumulée d'apparition du bruit particulier
	Jour (7h - 22h)	Nuit (22h - 7h)	
Code de la santé publique Art. R.1336-7	5 dBA	3 dBA	Supérieure à 8 h
	6 dBA	4 dBA	Comprise entre 4 et 8 h
	7 dBA	5 dBA	Comprise entre 2 et 4 h
	8 dBA	6 dBA	Comprise entre 20 min et 2 h

Critères d'émergence en valeurs spectrales

Le tableau ci-dessous rappelle les valeurs d'émergence sonore réglementaires, en valeurs spectrales, mentionnées dans l'article R1336-8 du Code de la santé publique :

Émergence [dB] maximale admissible chez les tiers à l'intérieur des habitations	
Sur les bandes d'octave centrées sur 125 Hz et 250 Hz	7 dB
Sur les bandes d'octave centrées sur 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz et 4000 Hz	5 dB

Aucun terme correctif fonction de la durée cumulée du bruit particulier ne s'applique aux valeurs limites d'émergence spectrales.

Comme le mentionne l'article R1336-6 du Code de la santé publique, le critère d'émergence spectrale ne s'applique qu'à l'intérieur des pièces principales d'un logement d'habitation, fenêtres ouvertes ou fermées.

Selon cet article R1336-6, l'infraction n'est pas constituée lorsque le niveau de bruit ambiant mesuré, comportant le bruit particulier, est inférieur à 25 dBA, si la mesure est effectuée à l'intérieur des pièces principales d'un logement d'habitation, fenêtres ouvertes ou fermées, ou à 30 dBA dans les autres cas.

4 ETAT SONORE INITIAL

4.1 Mesures acoustiques in situ

4.1.1 Contexte d'intervention

4.1.1.1 Période d'intervention

Les mesures d'état initial ont été effectuées du mercredi 25 au jeudi 26 janvier 2023, par Mr TISCHMACHER, acousticien.

4.1.1.2 Appareillage de mesures utilisé

Le tableau ci-dessous récapitule le matériel utilisé pour la réalisation des mesures.

Matériel	Type et marque	Numéro de série
Sonomètre	Solo de 01dB-ACOEM	65675 61654
	Cube de 01dB-ACOEM	10995
	Duo de 01dB-ACOEM	10117 11106
Calibreur	CAL 21 de 01dB-ACOEM	34565095

Ce matériel est conforme aux normes NF EN 61672-1 et NF EN 60942.

Avant et après chaque série de mesurage, chaque chaîne de mesure a été calibrée à l'aide du calibreur. Aucune dérive supérieure à 0,5 dB n'a été constatée.

L'analyse des mesures est réalisée avec le logiciel dBTrait de 01dB-ACOEM.

4.1.1.3 Conditions météorologiques

Les conditions météorologiques rencontrées sur site doivent être identifiées selon les couples (Ui ;Ti) conformément à la norme NF S 31-085 : les méthodes de définition de ces couples sont explicitées en annexe du document.

Conditions météorologiques rencontrées sur site

Période d'observation	Vitesse de vent	Précipitation	Couverture nuageuse
Période diurne	Moyen	Nulle	Dégagé
Période nocturne	Moyen	Nulle	Dégagé

- En période diurne : U3/T2 → Etat météorologique conduisant à une atténuation forte du niveau sonore
- En période nocturne : U3/T5 → État météorologique conduisant à un renforcement faible du niveau sonore

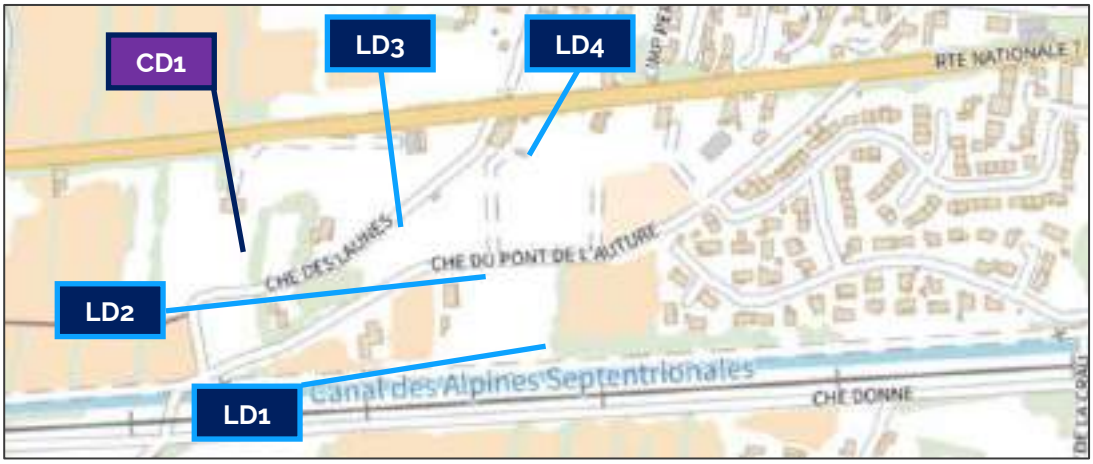
Remarques

A noter que les conditions météorologiques décrites ci-dessus sont une simple constatation normative, présentées à titre indicatif.

4.1.2 Localisation des points de mesure

Les points de mesures (longue durée LD et courte durée CD) sont localisés sur le plan ci-dessous.

Les photos des points de mesures sont disponibles dans les fiches de mesure en annexe.



Emplacement des points de mesure

4.1.3 Résultats de mesures

Les résultats de mesures détaillés sont explicités pour chacun des points dans des fiches de mesures en annexe du document.

Pour rappel, une zone est considérée en ambiance sonore modérée si le niveau de bruit ambiant existant est tel que les deux conditions suivantes sont réunies :

- LAeq (6h-22h) < 65 dBA
- LAeq (22h-6h) < 60 dBA

Une zone peut être qualifiée en ambiance sonore modérée, modérée de nuit (si seul le critère nuit est vérifié) ou non modérée.

Les tableaux suivants récapitulent les résultats des mesures (valeurs arrondies à 0,5dBA près) :

Point de mesure	Niveau de bruit LAeq mesuré en dBA		Ambiance sonore préexistante
	6h-22h	22h-6h	
LD1*	53,0	49,5	Modérée
LD2	55,0	48,5	Modérée
LD3	57,0	49,0	Modérée
LD4	52,0	45,0	Modérée

Résultats aux points de mesure de longue durée (24h)

Point de mesure	Niveau de bruit LAeq mesuré en dBA	Ambiance sonore préexistante
CD1	53,0	Modérée

Résultats au point de mesure de courte durée (30min)

Commentaires et analyse des résultats

Les points de mesure effectués sont tous situés en zone d'ambiance sonore préexistante modérée.

* : Au point LD1 :

- Contribution ferroviaire sur le LAeq(6h-22h) : 51,0 dBA
  - Nombre de trains sur la période 6h-22h : 29
- Contribution ferroviaire sur le LAeq(22h-6h) : 49,0 dBA
  - Nombre de trains sur la période 22h-6h : 12

4.2 Modélisation acoustique de l'état existant

4.2.1 Logiciel de simulation

L'objectif de cette étape est de recaler un modèle numérique en fonction des données de bruit, de trafic et des données géographiques de la zone étudiée afin de qualifier l'ambiance sonore initiale sur l'ensemble de la zone concernée par le projet.

Toutes les simulations numériques ont été réalisées sur le logiciel CADNAA de chez DATAKUSTIC, logiciel d'acoustique environnementale.

Les logiciels de propagation environnementale sont des logiciels d'acoustique prévisionnelle basés sur des modélisations des sources et des sites de propagation, et sont destinés à décrire quantitativement des répartitions sonores pour des classes de situations données.

Ils permettent de modéliser la propagation acoustique en extérieur de tout type de sources de bruit en tenant compte des paramètres les plus influents, tels que la topographie, le bâti, les écrans, la nature du sol ou encore les conditions météorologiques.

La modélisation est effectuée à partir de la norme NF S 31-133 « Acoustique – Bruit des infrastructures de transports terrestres – Calcul de l'atténuation du son lors de sa propagation en milieu extérieur, incluant les effets météorologiques », complétée par la méthode NMPB 2008 développée par le SETRA, en collaboration avec le CSTB.

4.2.2 Hypothèses de calcul

Nous considérons que les infrastructures de transport constituent les sources principales de bruit sur le périmètre de l'étude.

Pour le calcul, notre logiciel prend en compte les paramètres suivants :

- Topographie du site,
- Bâtiments,
- Conditions météorologiques,
- Trafic routier,
- Vitesse de circulation sur les différents secteurs du projet,
- Type de revêtement de chaussée, la granulométrie et l'année de réalisation.

4.2.2.1 Paramètres généraux de calcul

Les paramètres généraux de calcul suivants ont été pris en compte dans le modèle :

- Paramètres météo correspondant aux données moyennes annuelles sur la région ;
- Absorption au sol : 0,5 ;
- Absorption des bâtiments : 0,21 ;
- Nombre de réflexions : 5 ;
- Cartographie acoustique : maillage de 2m x 2m, à une hauteur de 4m du sol ;
- Géométrie du modèle de calcul : données issues de la BDTOPO de l'IGN.

4.2.2.2 Données de trafic routier

Les données de trafics routiers utilisés ont été transmises par Horizon Conseil le 10/02/2023 sous forme de Trafics Moyens Journaliers Annuels (TMJA) avec le % de poids lourds associé sur chaque tronçon du secteur d'étude. Ces données ont été transmises pour la situation actuelle (2023), et les situations avec et sans projet aux horizons 2028 et 2048.

La répartition du trafic journalier sur les périodes 6h-22h et 22h-6h est calculée en suivant la note SETRA de 2007 intitulé « Calcul prévisionnel de bruit routier - Profils journaliers de trafic sur routes et autoroutes interurbaines ».

Ces trafics sont récapitulés dans les tableaux ci-dessous :

Axe routier	TMJ		Période 6h-22h		Période 22h-6h		Vitesse (km/h)
	Trafic TV	%PL	Trafic TV (véh/h)	%PL	Trafic TV (véh/h)	%PL	
D7N	8240	4	483	3,6	78	8,2	50 / 80
Chemin du Pont de l'Auture	125	0	7	0	1	0	30
Chemin des Launes	15	0	1	0	0	0	30

Trafics routiers utilisés dans le modèle de calcul de l'état initial

4.2.2.3 Données de trafic ferroviaire

En l'absence de données précises sur le trafic ferroviaire, c'est le nombre de trains relevés pendant la campagne de mesure qui a été pris en compte sur la ligne située à l'ouest du projet :

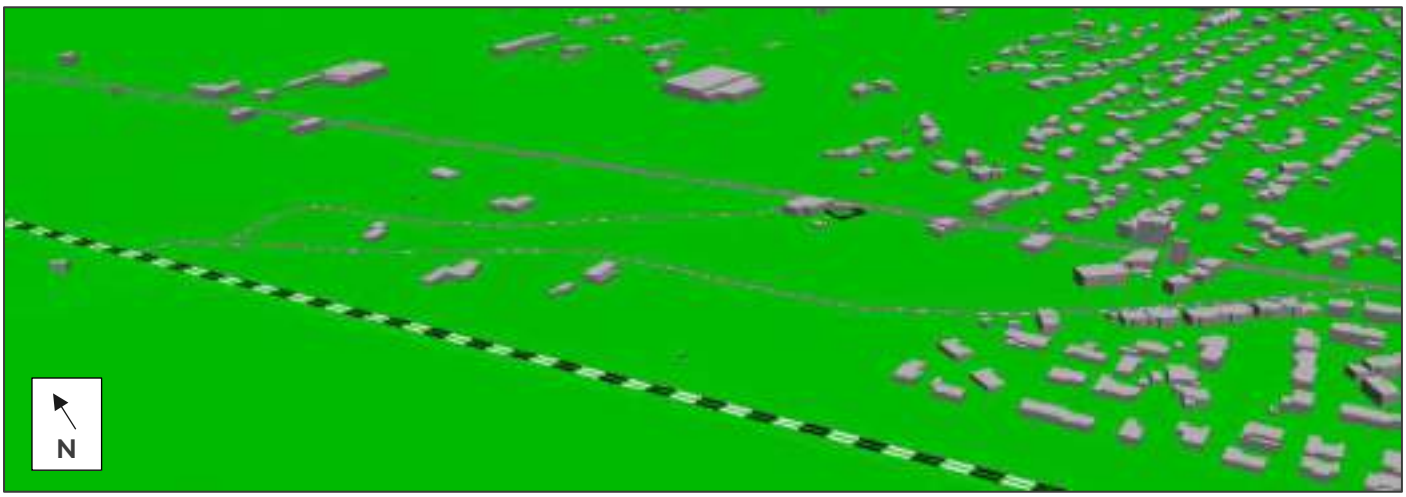
- Nombre de trains sur la période 6h-22h : 29
- Nombre de trains sur la période 22h-6h : 12

La puissance acoustique de la voie ferrée a ensuite été ajustée par recalage avec les niveaux sonores mesurés au point de mesure le plus proche.

4.2.3 Présentation du modèle 3D (situation actuelle sans projet)

Le modèle de calcul réalisé dans le cadre de cette étude est présenté ci-dessous en 3 dimensions.

Ce modèle de calcul permettra de calculer les niveaux sonores issus des axes routiers et ferroviaires en situation initiale.



4.2.4 Recalage du modèle

Le tableau ci-dessous énonce les niveaux calculés via la modélisation et les niveaux mesurés in situ pour chacun des points de mesure réalisés. L'objectif de cette comparaison est de vérifier la cohérence du modèle de calcul vis-à-vis des résultats des mesures.

N° du point de mesure	LAeq(6h-22h) en dBA			LAeq(22h-6h) en dBA		
	Mesure	Calcul	Ecart	Mesure	Calcul	Ecart
LD1	53,0	53,5	0,5	49,5	51,5	2,0
LD2	55,0	55,0	0,0	48,5	49,0	0,5
LD3	57,0	55,5	-1,5	49,0	49,0	0,0
LD4	52,0	52,5	0,5	45,0	47,0	2,0
CD1	53,0	52,5	-0,5			

Commentaires

Les écarts entre les niveaux sonores mesurés et calculés sont inférieurs ou égaux à 2 dBA, le recalage du modèle numérique est donc considéré comme **valide** et peut être utilisé pour projeter la situation actuelle sur l'ensemble de la zone de l'étude.

4.2.5 Résultats des calculs aux points récepteurs

Les niveaux sonores estimés par modélisation aux points retenus pour cette étude sont indiqués ci-après.

L'objectif est de déduire de ces niveaux estimés les ambiances sonores initiales pour l'ensemble des façades des habitations impactées par le projet.

Pour rappel, les différentes ambiances sonores sont classées selon le tableau ci-dessous :

Niveaux L_{Aeq} en situation initiale [dBA]			Ambiance sonore préexistante
6h-22h		22h-6h	
< 65		< 60	Modérée
≥ 65		< 60	Modérée de nuit
≥ 65		≥ 60	Non modérée
≥ 70	ou	≥ 65	Point Noir Bruit

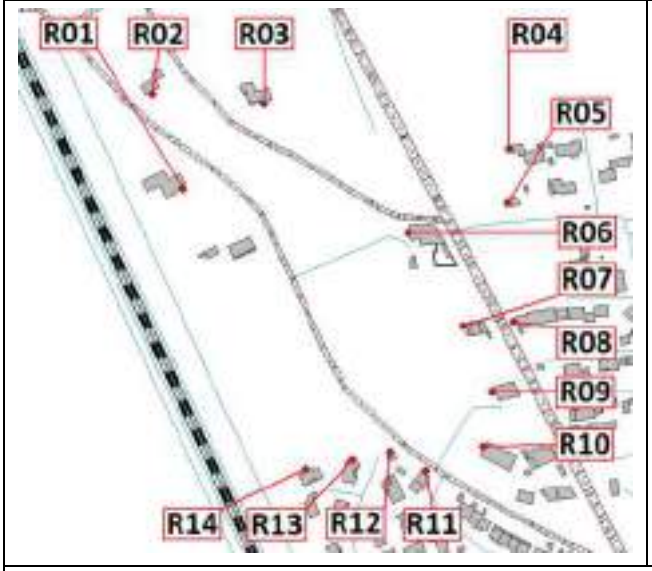
Les points de calcul se situent à 2 mètres en avant des façades, à une hauteur de 1,5m du sol pour les RdC, et à une hauteur de +3m par étage.

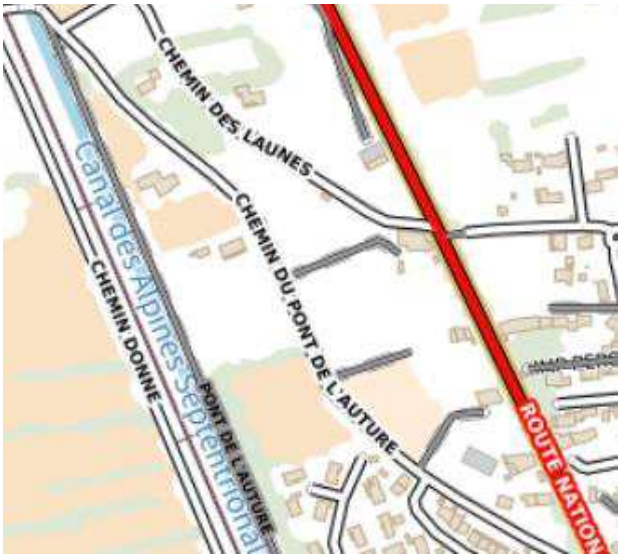
Nota Bene : les points récepteurs faisant l'objet d'un calcul sont orientés en direction du projet, de façon à déterminer l'impact du projet en situation future. Pendant la campagne de mesure, les points de mesures ont été orientés en direction des axes de transport bruyants afin de recaler le modèle de calcul : ainsi, il est possible que certains récepteurs ne soient pas positionnés sur la même façade que les points de mesure.

Les résultats sont présentés dans le tableau ci-après avec le code couleur suivant :

Point Noir Bruit	Ambiance sonore non modérée

Niveaux sonores en façade des bâtiments en dBA - Situation actuelle





Point de calcul	Niveaux LAeq estimés [dBA]	
	6h-22h	22h-6h
R01 RdC	50,0	46,5
R02 RdC	51,0	47,5
R03 RdC	51,0	46,5
R04 RdC	55,0	49,0
R05 RdC	56,0	50,0
R06 RdC	52,0	46,5
R06 R+1	54,5	49,0
R07 RdC	53,0	47,5
R07 R+1	56,0	50,0
R08 RdC	66,5	59,5
R08 R+1	67,0	60,0
R09 RdC	49,5	45,5
R09 R+1	52,5	47,5
R10 RdC	50,5	46,0
R10 R+1	52,5	47,5
R11 RdC	53,5	47,0
R11 R+1	54,5	48,0
R12 RdC	52,0	46,5
R13 RdC	50,5	46,0
R14 RdC	51,0	48,5

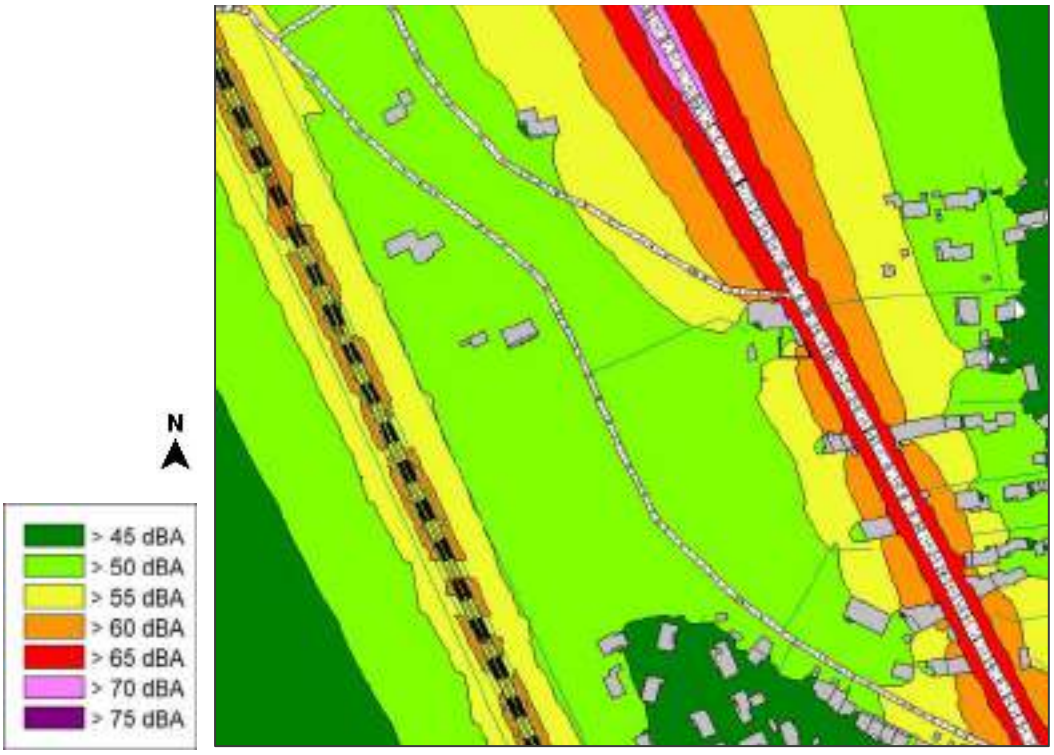
Commentaires

A l'exception d'un point de calcul situé au plus proche de la D7N, les niveaux sonores calculés en façade des bâtiments existants en situation initiale sont inférieurs à 65 dBA le jour et 60 dBA la nuit, ces niveaux sonores sont caractéristiques d'une ambiance sonore préexistante modérée.

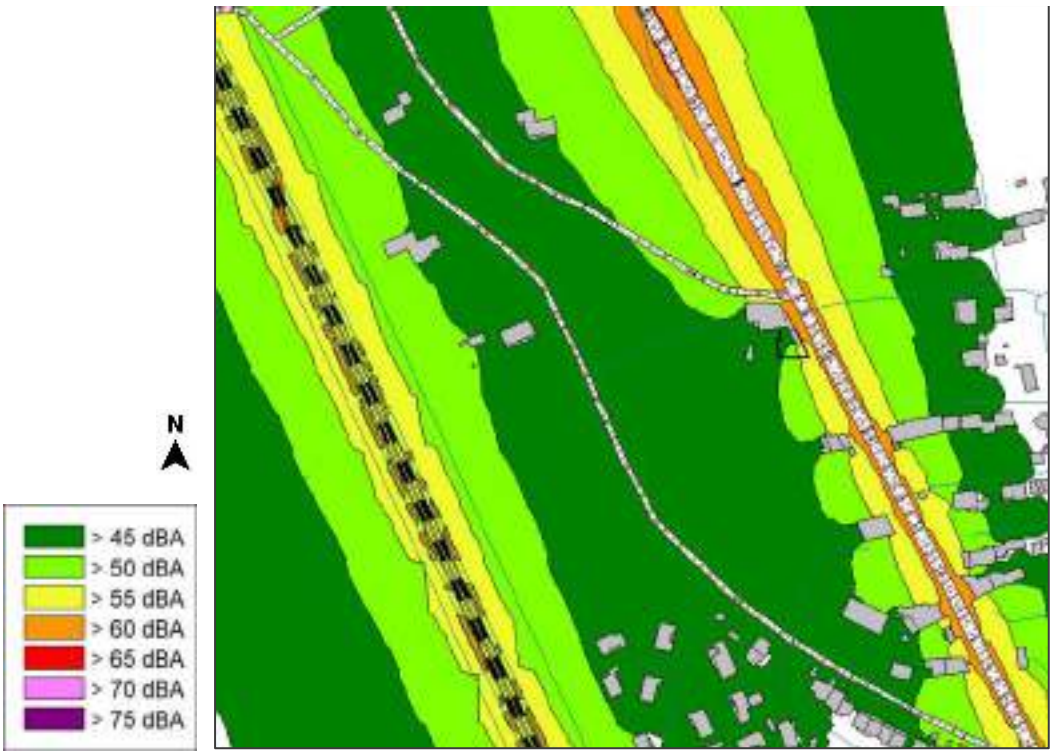
4.2.6 Cartographies de l'état sonore initial

Les cartographies de bruit de l'état initial sont présentées ci-après et permettent d'évaluer l'ambiance sonore pour chacune des périodes diurne (6-22h) et nocturne (22-6h) sur l'ensemble du périmètre de l'étude.

Les cartographies de bruit sont réalisées à une hauteur de 4m de haut.



*Cartographie sonore en dBA à 4m au-dessus du sol – **Etat initial – Période 6h-22h***



*Cartographie sonore en dBA à 4m au-dessus du sol – **Etat initial – Période 22h-6h***

5 ETUDE D'IMPACT ACOUSTIQUE DU PROJET

5.1 Méthodologie

L'objectif de cette partie est de déterminer l'impact acoustique du projet selon les différents cas de figures considérés à l'horizon 2048, à savoir :

- L'impact acoustique des nouvelles infrastructures routières seules sur les bâtiments existants et comparaison aux seuils réglementaires admissibles (dépendant de la zone d'ambiance sonore préexistante).
- La comparaison des niveaux sonores entre les situations futures avec et sans projet afin de présenter l'impact de l'implantation du projet dans son environnement.
- La détermination du niveau sonore en façade des nouveaux bâtiments à titre indicatif.

5.2 Hypothèses de calcul

Dans la situation future avec projet, les nouveaux bâtiments et infrastructures routières construits dans le cadre du projet ont été intégrés au modèle de calcul à partir de plans transmis par la maitrise d'œuvre.

Les autres hypothèses de modélisation retenues pour la modélisation de l'impact acoustique du projet sont identiques à celles utilisées pour la modélisation de l'état existant.

Les trafics utilisés en situation future avec et sans projet ont été transmis par Horizon Conseil le 10/02/2023 sous forme de Trafics Moyens Journaliers Annuels (TMJA) avec le % de poids lourds associé sur chaque tronçon du secteur d'étude, ils sont présentés ci-dessous.

La répartition du trafic journalier sur les périodes 6h-22h et 22h-6h est calculée en suivant la note SETRA de 2007 intitulé « Calcul prévisionnel de bruit routier - Profils journaliers de trafic sur routes et autoroutes interurbaines ».

Ces trafics sont récapitulés dans les tableaux ci-dessous :

Axe routier	TMJ		Période 6h-22h		Période 22h-6h		Vitesse (km/h)
	Trafic TV	%PL	Trafic TV (véh/h)	%PL	Trafic TV (véh/h)	%PL	
D7N	10695	4,0	626	3,6	102	8,2	50 / 80
Chemin du Pont de l'Auture	125	0	7	0	1	0	30
Chemin des Launes	15	0	1	0	0	0	30

Trafics utilisés dans le modèle de calcul de l'état futur sans projet (horizon 2048)

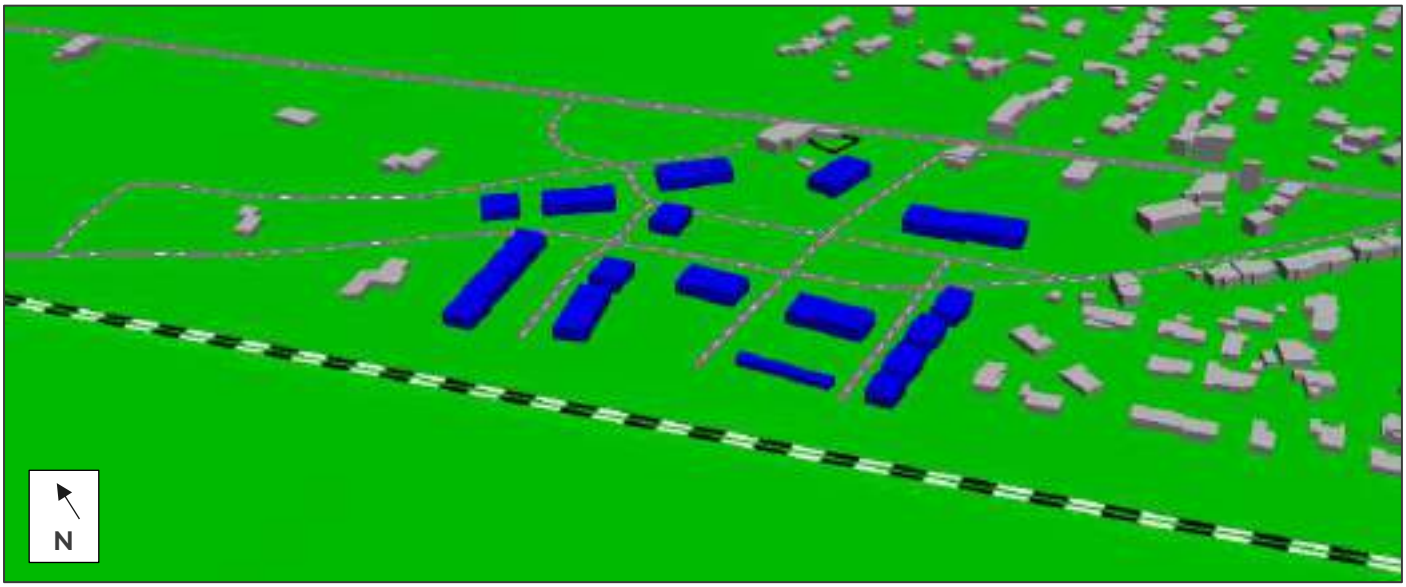
Axe routier	TMJ		Période 6h-22h		Période 22h-6h		Vitesse (km/h)
	Trafic TV	%PL	Trafic TV (véh/h)	%PL	Trafic TV (véh/h)	%PL	
D7N	10870	4,0	637	3,6	103	8,2	50 / 80
Chemin du Pont de l'Auture	0	0	0	0	0	0	30
Chemin des Launes	0	0	0	0	0	0	30
Voie de desserte du projet	750	0,5	44	0,5	6	0,8	30

Trafics utilisés dans le modèle de calcul de l'état futur avec projet (horizon 2048)

5.3 Présentation du modèle 3D (situation future avec projet)

Le modèle de calcul réalisé dans le cadre de cette étude est présenté ci-dessous en 3 dimensions. Les nouveaux bâtiments construits dans le cadre du projet sont représentés en bleu

Ce modèle de calcul permettra de calculer les niveaux sonores issus des axes routiers et ferroviaires en situation future.



Vue 3D depuis le sud de la zone d'étude

5.4 Impacts des nouvelles infrastructures sur les bâtiments existants

Les niveaux sonores estimés par modélisation aux points retenus pour cette étude sont indiqués ci-après.

L'objectif est de déduire de ces niveaux estimés si la contribution sonore des nouvelles infrastructures routières créées dans le cadre du projet est conforme à la réglementation pour l'ensemble des façades des habitations impactées par le projet. Pour rappel, les seuils de contribution sonore maximums admissibles des nouvelles voiries en situation future sont définis en fonction des ambiances sonores calculées en situation initiale.

Niveaux L_{Aeq} en situation initiale [dBA]		Ambiance sonore préexistante	Seuil réglementaire de contribution sonore max du projet seul en situation future [dBA]	
6h-22h	22h-6h		6h-22h	22h-6h
< 65	< 60	Modérée	60	55
≥ 65	< 60	Modérée de nuit	65	55
≥ 65	≥ 60	Non modérée	65	60
≥ 70 ou	≥ 65	Point Noir Bruit	65	60

Objectifs de contribution sonore des nouvelles infrastructures routières en façade des habitations

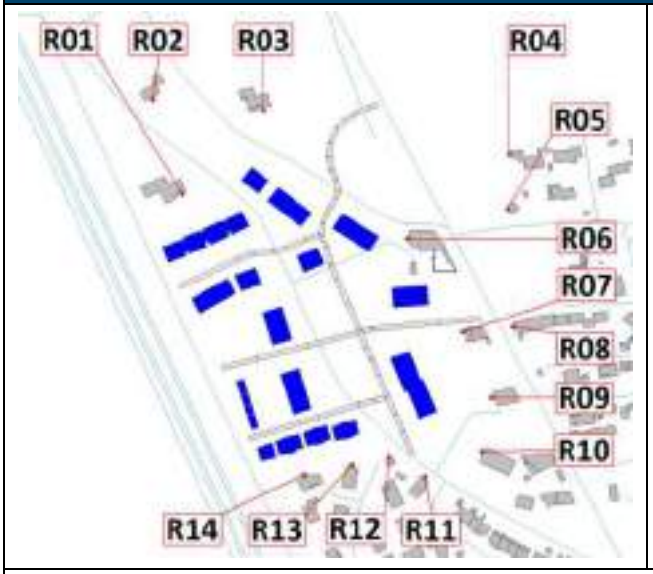
Les points de calcul se situent à 2 mètres en avant des façades, à une hauteur de 1,5m du sol pour les RdC, et à une hauteur de +3m par étage.

Les cartes de bruit sont effectuées à une hauteur de 4m au-dessus du sol.

Les résultats sont présentés dans le tableau ci-après avec le code couleur suivant :

Point Noir Bruit	Ambiance sonore non modérée

Niveaux sonores en façade des bâtiments en dBA
Contribution sonore des nouvelles infrastructures routières - Situation future



Point de calcul	Niveaux L_{Aeq} estimés [dBA]			
	Etat Initial		Voies Nouvelles	
	6h-22h	22h-6h	6h-22h	22h-6h
R01 RdC	50,0	46,5	33,5	25,0
R02 RdC	51,0	47,5	32,5	25,0
R03 RdC	51,0	46,5	40,0	32,0
R04 RdC	55,0	49,0	34,5	26,5
R05 RdC	56,0	50,0	35,0	26,5
R06 RdC	52,0	46,5	42,0	33,5
R06 R+1	54,5	49,0	46,0	37,0
R07 RdC	53,0	47,5	47,0	37,0
R07 R+1	56,0	50,0	48,0	38,5
R08 RdC	66,5	59,5	38,0	29,0
R08 R+1	67,0	60,0	41,0	31,5
R09 RdC	49,5	45,5	38,0	29,0
R09 R+1	52,5	47,5	41,0	32,5
R10 RdC	50,5	46,0	39,5	31,0
R10 R+1	52,5	47,5	43,0	34,0
R11 RdC	53,5	47,0	43,0	34,0
R11 R+1	54,5	48,0	45,5	37,0
R12 RdC	52,0	46,5	49,5	41,0
R13 RdC	50,5	46,0	42,5	34,0
R14 RdC	51,0	48,5	35,5	27,0

Commentaires

La contribution sonore des nouvelles infrastructures routières respecte les objectifs réglementaires fixés en fonction des niveaux sonores de l'état initial.

Les nouveaux axes routiers prévus dans le cadre du projet sont donc conformes à la réglementation sur la construction d'une nouvelle voirie.

Les cartographies de bruit de la contribution sonore des nouvelles infrastructures routières créées dans le cadre du projet sont présentées ci-après et permettent d'évaluer l'ambiance sonore pour chacune des périodes diurne (6-22h) et nocturne (22-6h) sur l'ensemble du périmètre de l'étude.

Les cartographies de bruit sont réalisées à une hauteur de 4m de haut.

*Cartographie sonore en dBA à 4m au-dessus du sol – **Voies nouvelles seules – Période 6h-22h***

*Cartographie sonore en dBA à 4m au-dessus du sol – **Voies nouvelles seules – Période 22h-6h***

5.5 Comparaison des situations futures avec et sans projet

Les niveaux sonores estimés par modélisation aux points retenus pour cette étude sont indiqués ci-après.

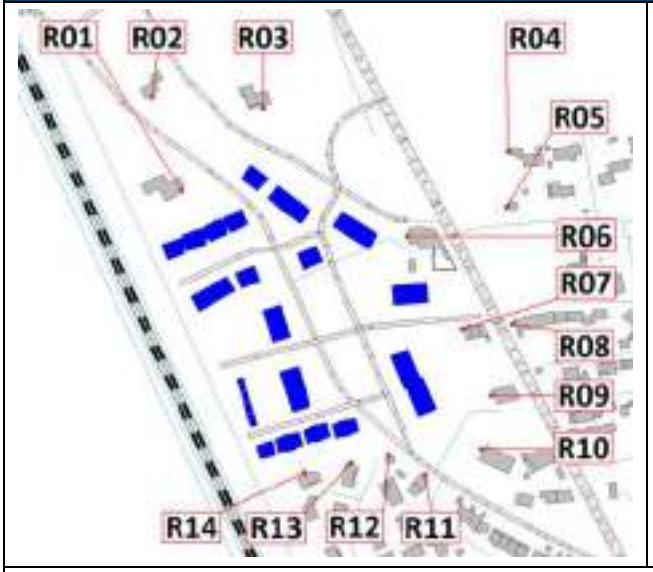
Cette comparaison a pour but de présenter l'impact de l'implantation de la ZAC dans son environnement, Elle n'est soumise à aucun critère réglementaire, elle n'est donnée qu'à titre informatif.

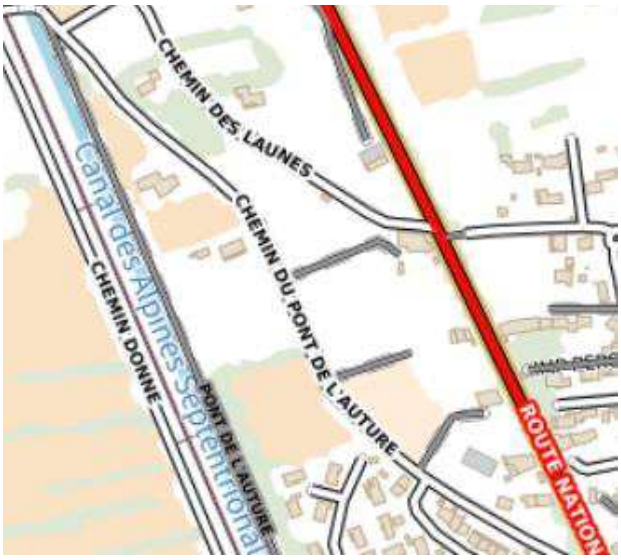
Les points de calcul se situent à 2 mètres en avant des façades, à une hauteur de 1,5m du sol pour les RdC, et à une hauteur de +3m par étage.

Les résultats sont présentés ci-après avec le code couleur suivant :

Point Noir Bruit	Ambiance sonore non modérée

Niveaux sonores en façade des bâtiments en dBA
Comparaison des situations futures avec et sans projet





Point de calcul	Niveaux L_{Aeq} estimés [dBA]					
	Sans projet		Avec projet		Ecart	
	6h-22h	22h-6h	6h-22h	22h-6h	6h-22h	22h-6h
R01 RdC	51,0	47,0	51,0	47,0	0,0	0,0
R02 RdC	51,5	48,0	51,0	48,0	-0,5	0,0
R03 RdC	52,0	47,0	52,0	47,0	0,0	0,0
R04 RdC	56,0	50,0	56,0	49,5	0,0	-0,5
R05 RdC	57,5	51,0	57,0	50,5	-0,5	-0,5
R06 RdC	53,0	47,5	53,0	47,5	0,0	0,0
R06 R+1	55,5	49,5	55,5	49,5	0,0	0,0
R07 RdC	54,0	48,5	55,5	49,0	1,5	0,5
R07 R+1	57,0	51,0	58,0	51,5	1,0	0,5
R08 RdC	67,5	61,0	67,5	61,0	0,0	0,0
R08 R+1	68,0	61,5	68,0	61,5	0,0	0,0
R09 RdC	50,5	46,0	52,0	47,0	1,5	1,0
R09 R+1	53,5	48,0	55,0	49,0	1,5	1,0
R10 RdC	51,5	46,5	53,0	47,5	1,5	1,0
R10 R+1	53,5	48,0	55,0	49,0	1,5	1,0
R11 RdC	54,0	48,0	59,0	51,5	**5,0**	**3,5**
R11 R+1	55,0	48,5	59,5	52,0	**4,5**	**3,5**
R12 RdC	52,5	47,0	54,0	48,0	1,5	1,0
R13 RdC	51,5	46,5	50,0	46,0	-1,5	-0,5
R14 RdC	51,5	49,0	50,5	49,0	-1,0	0,0

Commentaires

Aux abords de sa voie de desserte (Chemin du Pont de l'Auture), l'aménagement du projet induit une augmentation des niveaux de bruit pouvant atteindre +5,0 dBA en raison de l'accroissement du trafic. Les niveaux sonores sur ce secteur restent inférieurs à 65 dBA le jour et 60 dBA la nuit, caractéristiques d'une zone d'ambiance sonore modérée.

Ailleurs, l'implantation des nouveaux bâtiments génère un effet masquant vis-à-vis de la D7N et de la voie ferrée, une diminution des niveaux sonores pouvant atteindre -1,5 dBA est calculée.

5.6 Niveaux sonores en façade des futurs bâtiments

Les niveaux sonores estimés par modélisation aux points retenus pour cette étude en façade des bâtiments construits dans le cadre du projet sont indiqués ci-après.

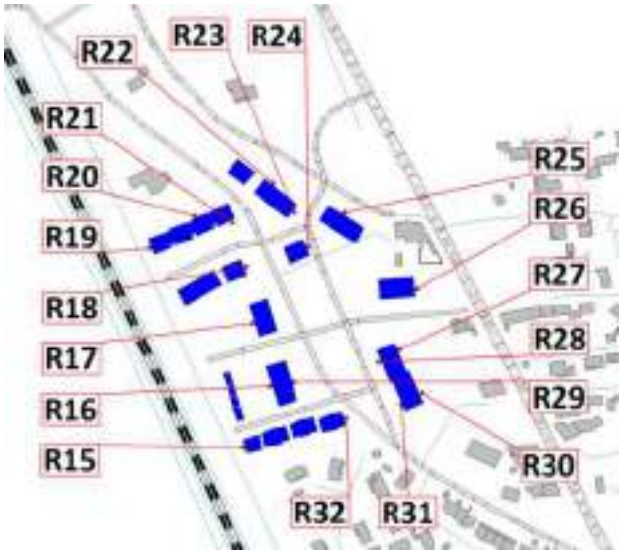
Ces niveaux sonores ne sont soumis à aucun critère réglementaire et sont donnés à titre informatif.

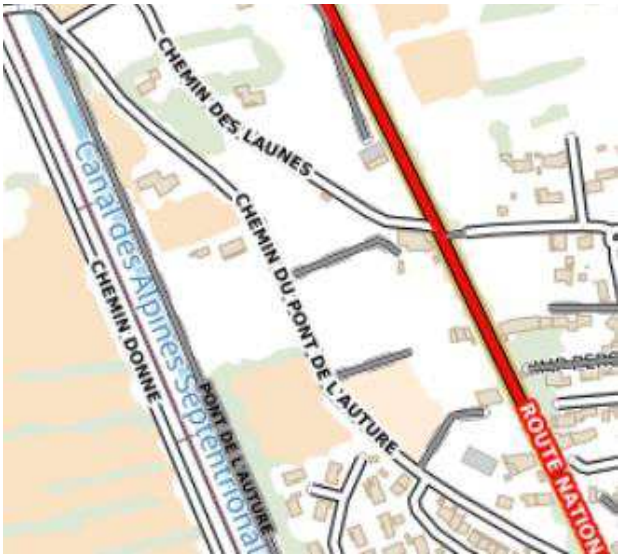
Les points de calcul se situent à 2 mètres en avant des façades, à une hauteur de 1,5m du sol pour les RdC, et à une hauteur de +3m par étage.

Les résultats sont présentés ci-après avec le code couleur suivant :

Point Noir Bruit	Ambiance sonore non modérée

Niveaux sonores en façade des nouveaux bâtiments en dBA





Point de calcul	Niveaux LAeq estimés [dBA]	
	6h-22h	22h-6h
R15 RdC	54,5	53,0
R15 R+1	55,0	53,5
R16 RdC	49,5	46,5
R16 R+1	52,0	50,0
R17 RdC	50,0	48,0
R17 R+1	52,0	49,5
R18 RdC	51,0	45,5
R18 R+1	53,5	48,0
R19 RdC	54,0	53,0
R19 R+1	55,0	54,0
R20 RdC	51,5	48,0
R20 R+1	52,5	49,0
R21 RdC	51,0	46,5
R21 R+1	53,0	48,0
R22 RdC	54,5	48,5
R22 R+1	57,5	50,5
R23 RdC	56,0	49,0
R23 R+1	57,5	50,5
R24 RdC	59,0	51,0

Point de calcul	Niveaux LAeq estimés [dBA]	
	6h-22h	22h-6h
R24 R+1	59,0	51,5
R25 RdC	56,0	49,5
R25 R+1	58,5	52,0
R26 RdC	57,5	51,0
R26 R+1	59,5	52,5
R27 RdC	53,0	47,0
R27 R+1	56,5	50,0
R28 RdC	55,0	48,0
R28 R+1	56,0	49,5
R29 RdC	52,0	46,0
R29 R+1	54,0	47,5
R30 RdC	53,5	47,5
R30 R+1	57,0	50,5
R31 RdC	54,0	47,5
R31 R+1	55,5	49,0
R32 RdC	53,0	47,0
R32 R+1	54,5	48,0

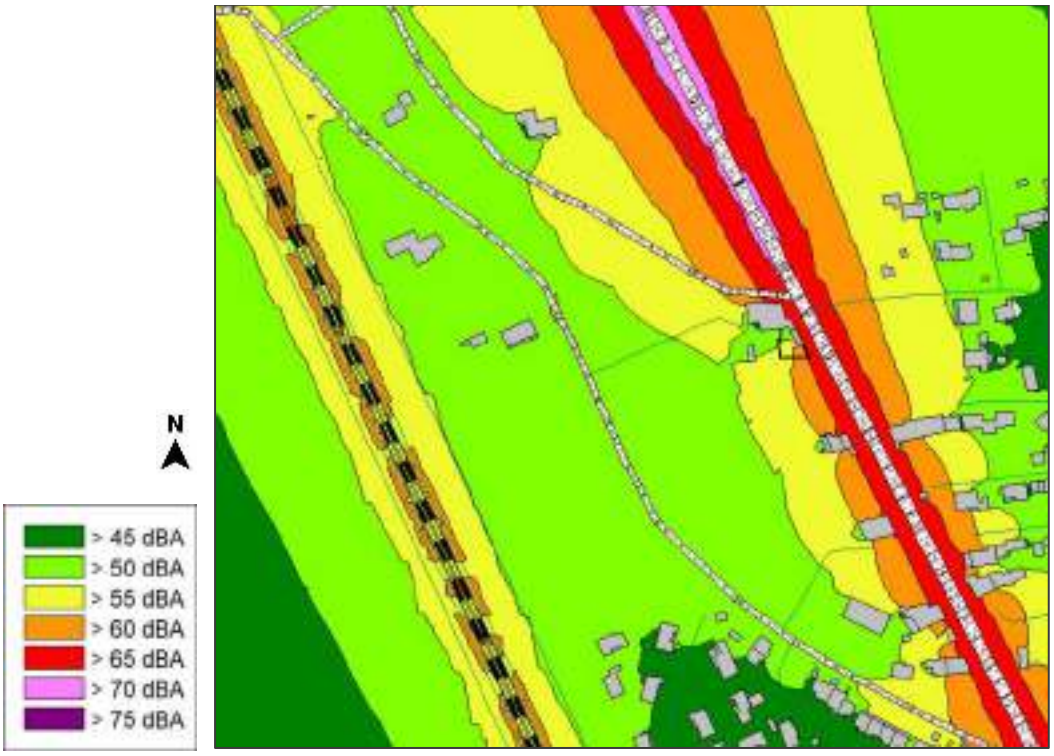
Commentaires

Les niveaux sonores calculés en façade des nouveaux bâtiments construits dans le cadre du projet sont inférieurs à 65 dBA le jour et 60 dBA la nuit. Ils sont caractéristiques d'une ambiance sonore modérée.

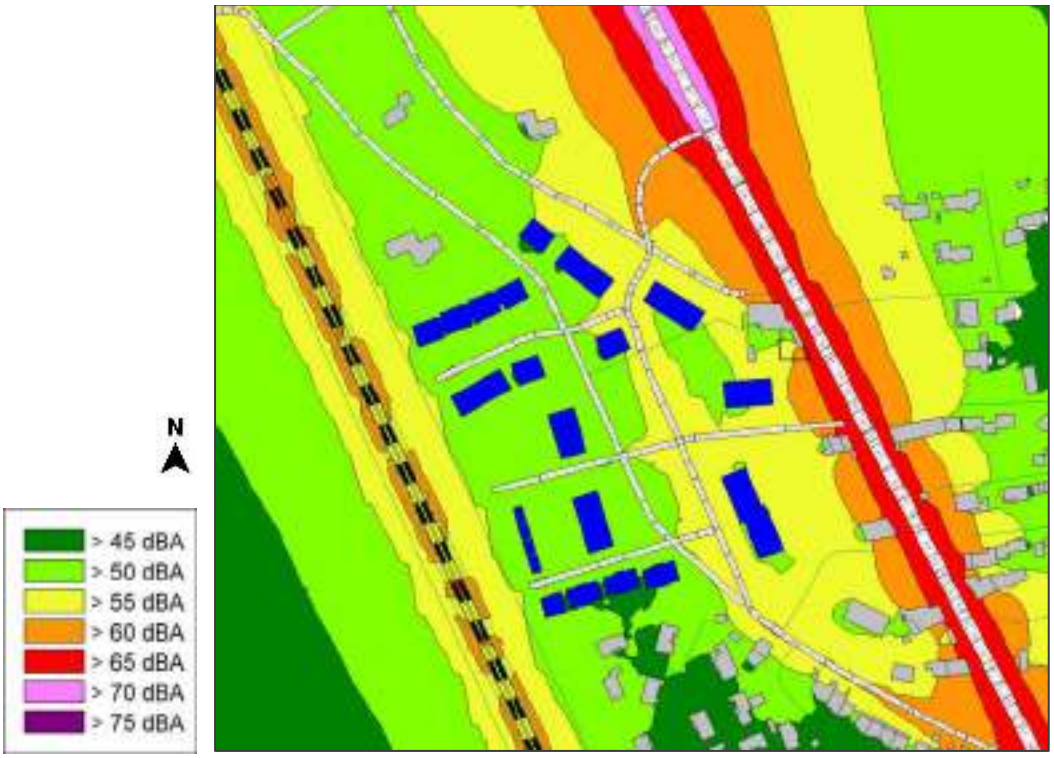
5.7 Cartographies sonores de l'état futur

Les cartographies de bruit de l'état futur sont présentées ci-après et permettent d'évaluer l'ambiance sonore pour chacune des périodes diurne (6-22h) et nocturne (22-6h) sur l'ensemble du périmètre de l'étude.

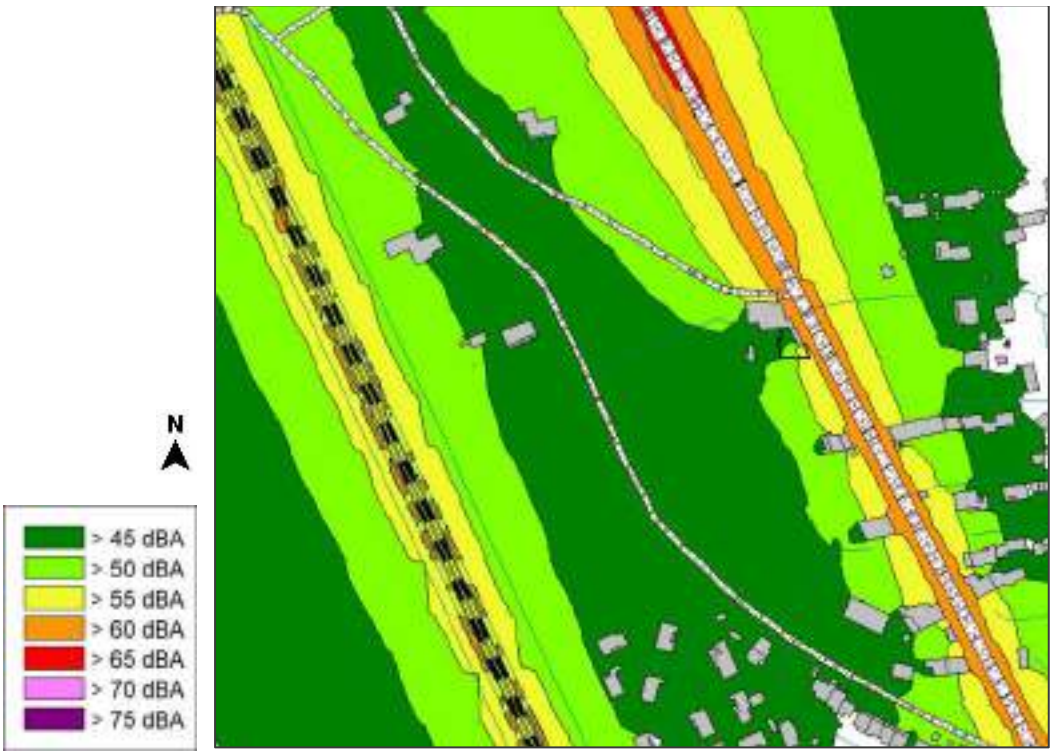
Les cartographies de bruit sont réalisées à une hauteur de 4m au-dessus du sol.



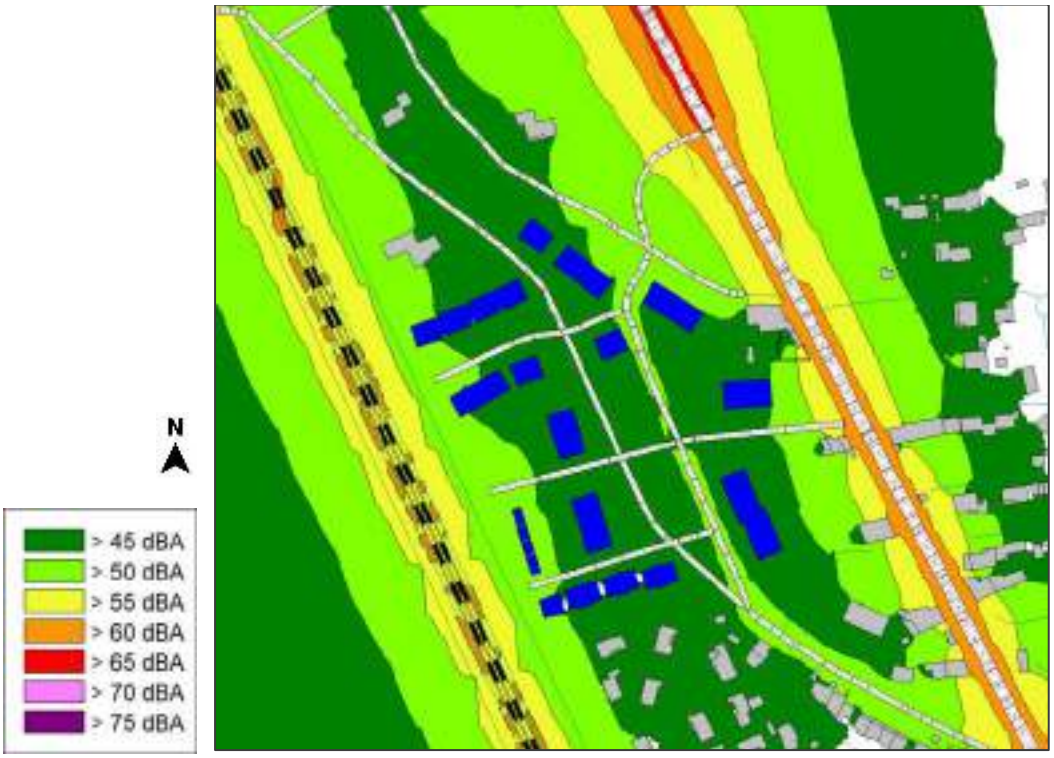
*Cartographie sonore en dBA à 4m au-dessus du sol – **Etat Futur sans projet – Période 6h-22h***



*Cartographie sonore en dBA à 4m au-dessus du sol – **Etat Futur avec projet – Période 6h-22h***



Cartographie sonore en dBA à 4m au-dessus du sol – **Etat Futur sans projet – Période 22h-6h**



Cartographie sonore en dBA à 4m au-dessus du sol – **Etat Futur avec projet – Période 22h-6h**

5.8 Généralités sur les protections acoustiques envisageables

Il existe plusieurs solutions acoustiques pour traiter les bâtiments impactés par des infrastructures de transports bruyantes qu'il convient de réunir en deux catégories :

- Traitements acoustiques à la source,
- Traitements acoustiques sur le bâtiment.

Aucune protection n'est à prévoir pour ce projet dans un contexte réglementaire. Toutefois, des généralités sur les optimisations acoustiques envisageables sur ce type de projet sont développées dans ce chapitre.

5.8.1 Mise en œuvre d'un merlon ou butte de terre

Les avantages de ce type de protection sont les suivants :

- Protection « économique » si l'emprise est disponible et si l'on dispose d'un excèdent de terre (suite au chantier par exemple) ;
- Surface relativement absorbante par rapport aux écrans qui sont susceptibles de réfléchir le son ;
- Meilleure insertion paysagère du projet routier.

Les inconvénients principaux sont de deux ordres :

- L'emprise d'un merlon requiert une consommation importante d'espace : par exemple pour un merlon d'une hauteur de 3m, avec une pente de 2/1, l'emprise atteint 12m à la base ;
- Une arête plus éloignée de la voie qu'un écran nécessite, pour une efficacité acoustique comparable, une hauteur plus importante (Cf Schéma ci-dessous)

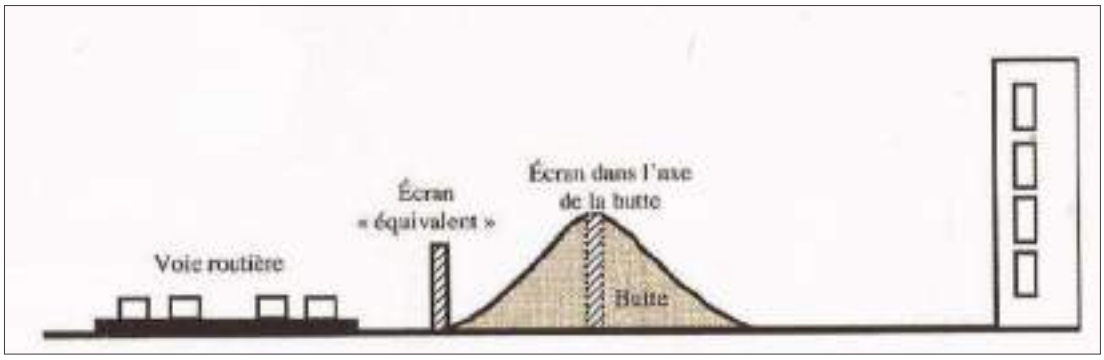


Schéma : équivalence Ecran / Merlon de terre

5.8.2 Mise en œuvre d'un écran acoustique

Les écrans constituent une solution privilégiée notamment lorsque l'emprise au sol est faible.

Leur fonction première est de protéger le riverain de la transmission directe du son, la propagation sonore s'effectuant ensuite derrière l'écran par diffraction sur les arêtes et les extrémités de l'écran.

5.8.2.1 Type d'écran envisageable

Les écrans acoustiques peuvent être :

- Hors ouvrage ou sur ouvrage,
- Simple ou avec diffracteur,
- Vertical ou incliné,
- Réfléchissant, absorbant simple face, absorbant double face,
- En béton, béton bois, bois, métal, végétalisé, etc…

5.8.2.2 Exemples d'écrans acoustiques

Ecran végétalisé avec mur béton

Ecran translucide

Ecran en béton bois

Ecran en gabions

Ecrans métalliques

Ecrans en bois sur GBA

5.8.2.3 Performance en isolation de l'écran (transmission)

D'ordinaire, on considère que si le bruit transmis à travers l'écran est inférieur de 10 dB aux bruits réfléchis, diffractés et absorbés, ce premier peut être considéré comme négligeable.

En réalité, les fabricants fournissent à peu près tous des écrans dotés de performances isolantes $D_{LR} \geq 25$ dB, ce qui est suffisant pour négliger le phénomène de transmission.

5.8.2.4 Performance en absorption de l'écran

Si nécessaire, l'écran préconisé peut être constitué de matériaux ou de formes géométriques permettant de lui administrer des performances d'absorption acoustique importantes. Cette caractéristique permet d'éviter une réflexion du son sur l'écran et le renvoi de celui-ci de l'autre côté de la voie.

5.8.2.5 Type de fondation

Les écrans sur GBA élargie ne nécessitent pas de fondations spécifiques, ces dernières étant réalisées à partir de semelles en béton. Le dimensionnement de la semelle en béton pourra cependant évoluer selon la hauteur de l'écran.

Pour le cas des écrans qui ne sont pas disposés sur GBA, les fondations peuvent être assez profondes et une étude de faisabilité par un bureau d'études compétent est nécessaire afin de connaître précisément les dimensions et le type de fondations en fonction des contraintes du site et des écrans.

5.8.2.6 Intégration paysagère de l'écran

La mise en place d'un écran acoustique le long d'une infrastructure de transport répond à la fonction principale d'atténuer le bruit de la circulation.

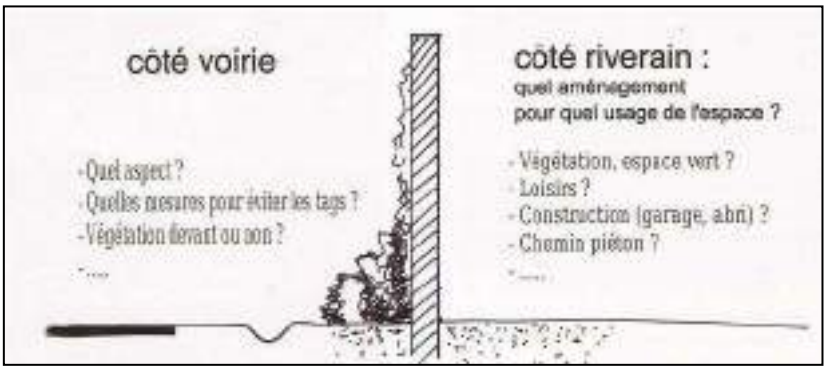
Pour autant, les dispositifs de protection acoustique doivent être conçus en tenant compte du contexte, du territoire, de la morphologie projetée des lieux.

Ces protections phoniques sont susceptibles d'engendrer des impacts visuels et paysagers non négligeables : fermeture visuelle du paysage, effet de coupure, arrière inesthétique de l'écran, etc…

Pour le confort des riverains de cette zone d'aménagement, l'objectif est double : assurer une protection vis-à-vis des nuisances sonores tout en assurant une qualité visuelle et paysagère.

De ce constat, découle la nécessité de travailler en relation avec l'équipe de concepteurs et notamment l'équipe en charge de l'aménagement paysager.

En effet, une bonne collaboration entre l'acousticien et le paysagiste permettra de trouver un compromis entre efficacité acoustique et qualité paysagère : le paysagiste pourra travailler sur les formes, les plantations, la végétation, les couleurs alors que l'acousticien va travailler sur le positionnement, la hauteur, la longueur ou les caractéristiques en affaiblissement acoustique et en absorption.



Croquis issu du document « Les écrans acoustiques – Guide de conception et de réalisation » - Certu

5.8.2.7 Nota Bene

Outre les qualités d'isolation acoustique, le choix du type d'écran pourra également porter sur des aspects autres qu'acoustiques :

- Entretien, facilité de réparation,
- Nettoyage des graffitis,
- Transparence,
- Résistance au vent et aux intempéries,
- Dépollution.

Pour chaque écran, seront demandés des tests de résistances aux chocs, au vent et aux intempéries.

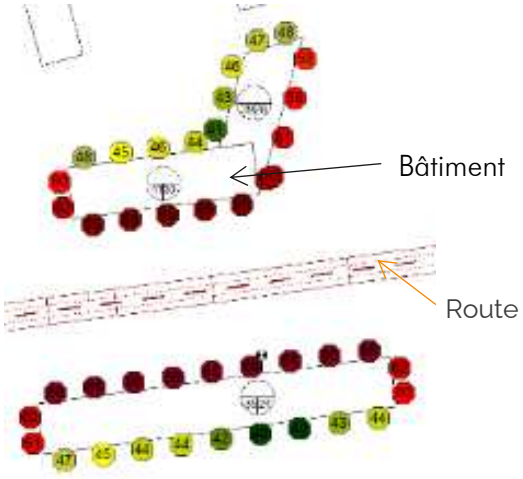
5.8.3 Dispositions à prendre lors de la conception des bâtiments

5.8.3.1 Éloignement par rapport aux voies

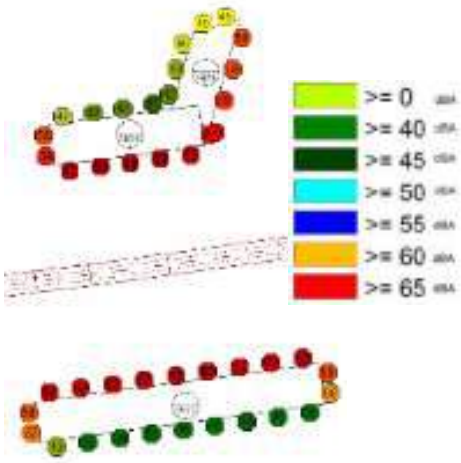
Au plus les bâtiments sont éloignés de la voie, au moins ils seront impactés acoustiquement.

En doublant la distance par rapport à la voie (par exemple : distance initiale de 15 mètres, distance finale de 30 mètres), le gain acoustique est de l'ordre de 3 dBA.

Ci-après la modélisation de cet exemple avec l'incidence sur les niveaux sonores en façade.



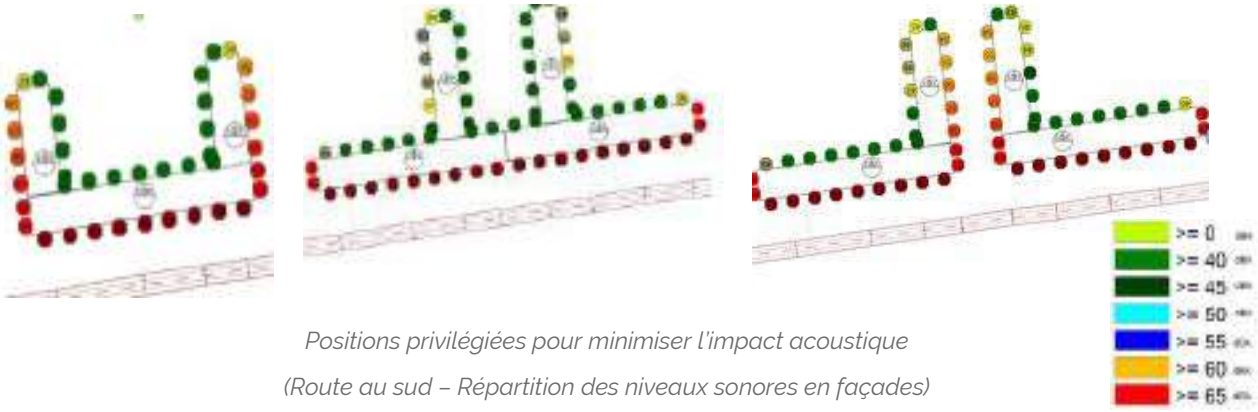
Bâtiments à 15m de la voie



Bâtiments à 30m de la voie

5.8.3.2 Forme et orientation des bâtiments par rapport aux voies

Indépendamment des considérations thermiques qui influent généralement sur la position des chambres dans le cas de projet de logements, trois positions sont à privilégier à proximité d'une voie afin de limiter l'impact acoustique sur les façades :



Positions privilégiées pour minimiser l'impact acoustique

(Route au sud – Répartition des niveaux sonores en façades)

Ces trois positions de bâtiment ont l'avantage de présenter, dans le cas de **logements traversants**, des zones plus calmes à l'arrière (contrairement aux bâtiments perpendiculaires à la voie).

Sur ces zones calmes on positionnera plutôt les chambres des logements dans le but d'améliorer le confort des usagers dans les pièces de vie.

On favorisera également la mise en place des parties extérieures aux logements (jardins, terrasses, balcons...) du côté opposé aux routes principales.

Sur la façade la plus exposée, les pièces moins sensibles aux nuisances sonores pourront être positionnées : cuisine, salles d'eau, ...

De plus, la construction de bâtiments perpendiculaires, derrière un bâtiment parallèle à la voie, permet la création de « cour intérieure » où le bruit ne s'engouffre pas.

Si les contraintes imposent une disposition des bâtiments en peigne le long de la voie (forme inversée par rapport aux schémas précédents), il convient d'étudier la possibilité de mise en place d'écrans acoustiques entre les bâtiments de manière à limiter la propagation vers les bâtiments en 2nd rideau.

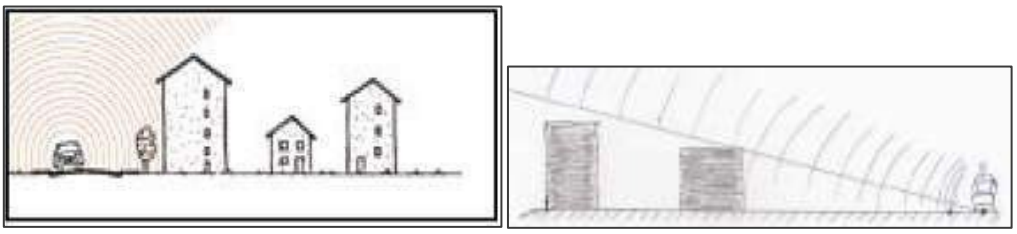
Projet Nutheschlange (Postdam – Allemagne) avec création d'écrans translucides entre les bâtiments

En effet, il conviendra d'éviter les espaces entre bâtiments afin de ne pas laisser le bruit entrer dans la zone calme.

Problème de front de bâtiments non continu en bordure de voie

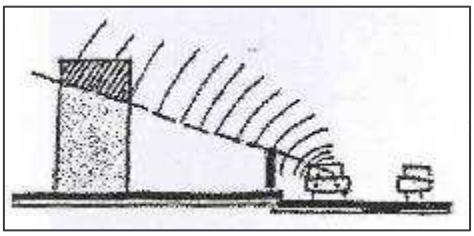
5.8.3.3 Gabarit du bâtiment par rapport aux voies et aux protections acoustiques

Lorsque plusieurs rangées de bâtiments sont prévues, la première rangée sera utilisée comme barrière sonore pour les autres bâtiments. En fonction de l'éloignement avec les voies, les bâtiments dotés d'un gabarit plus important pourront être positionnés en second plan et bénéficier de la protection de la première rangée.



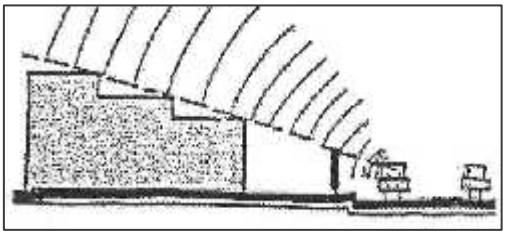
Principe du bâtiment écran

Dans le cas de mise en place d'une protection acoustique le long d'une voie, la hauteur des bâtiments à proximité devra être limitée. Si une protection acoustique (type écran anti bruit) est mise en place, l'objectif sera de concevoir des bâtiments bénéficiant de la protection sur toute leur hauteur.



Écran anti-bruit ne protégeant pas toute la hauteur du bâtiment

Particulièrement dans le cas de protections acoustiques, les bâtiments en terrasses peuvent constituer une solution satisfaisante en matière de réduction du niveau de bruit :



Toiture terrasse conciliant gabarit du bâtiment et protection acoustique

5.8.4 Description des dispositifs de renforcement de façade

La mise en œuvre de protections individuelles consiste à améliorer l'isolement acoustique des façades impactées. Dans la majorité des cas, cela passe par l'amélioration des performances acoustiques des éléments faibles des façades, c'est-à-dire bien souvent les fenêtres et/ou portes donnant directement sur l'infrastructure ainsi que les entrées d'air présentes sur les façades.

Néanmoins, cette solution correspond à des protections individuelles et ne protège pas des impacts acoustiques dans les espaces ouverts (jardins, parcs…) ainsi que dans les habitations où les fenêtres sont ouvertes.

Cette solution est à privilégier pour les bâtiments isolés et pour les bâtiments comprenant de nombreux niveaux qui ne peuvent pas être protégés par des écrans acoustiques.

6 CONCLUSION

Dans le cadre d'un projet immobilier sur la commune de SENAS (13), la société EVEN CONSEIL a missionné le bureau d'études VENATHEC afin de réaliser l'étude d'impact acoustique du projet.

Quatre mesures de bruit de 24h et une mesure de 1h ont été effectuées du mercredi 25 au jeudi 26 janvier 2023 afin de déterminer l'ambiance sonore actuelle du site et de recaler le modèle de calcul utilisé dans le cadre de cette étude.

Les modélisations des différentes configurations du site ont permis de déterminer que :

- A l'exception d'un point de calcul situé au plus proche de la D7N, les niveaux sonores calculés en façade des bâtiments existants en situation initiale sont inférieurs à 65 dBA le jour et 60 dBA la nuit, ces niveaux sonores sont caractéristiques d'une ambiance sonore préexistante modérée.

- La contribution sonore des nouvelles infrastructures routières respecte les objectifs réglementaires fixés en fonction des niveaux sonores de l'état initial. Les nouveaux axes routiers prévus dans le cadre du projet sont donc conformes à la réglementation sur la construction d'une nouvelle voirie.

- Aux abords de sa voie de desserte (Chemin du Pont de l'Auture), l'aménagement du projet induit une augmentation des niveaux de bruit pouvant atteindre +5,0 dBA en raison de l'accroissement du trafic. Les niveaux sonores sur ce secteur restent inférieurs à 65 dBA le jour et 60 dBA la nuit, caractéristiques d'une zone d'ambiance sonore modérée.
  Ailleurs, l'implantation des nouveaux bâtiments génère un effet masquant vis-à-vis de la D7N et de la voie ferrée, une diminution des niveaux sonores pouvant atteindre -1,5 dBA est calculée.

- Les niveaux sonores calculés en façade des nouveaux bâtiments construits dans le cadre du projet sont inférieurs à 65 dBA le jour et 60 dBA la nuit. Ils sont caractéristiques d'une ambiance sonore modérée.

7 Annexes

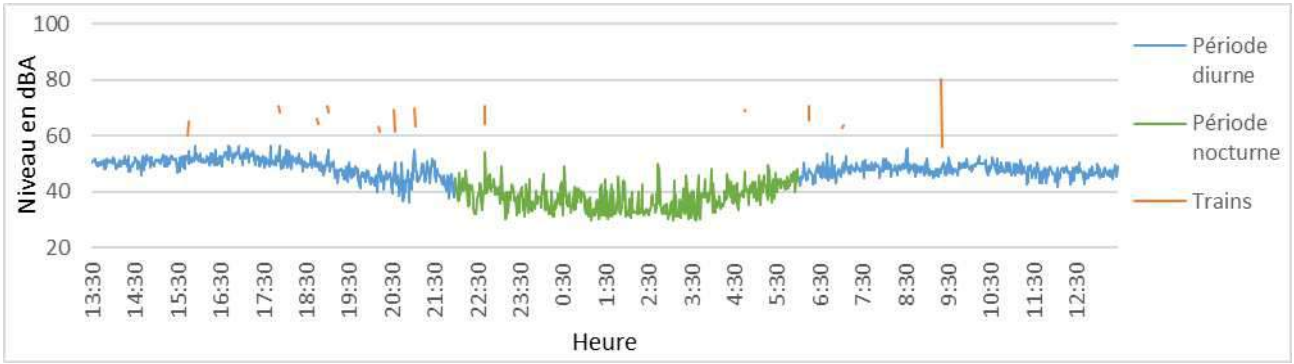
ANNEXE A – FICHES DE MESURE 37
ANNEXE B - CONDITIONS MÉTÉOROLOGIQUES 42
ANNEXE C - GLOSSAIRE 43

ANNEXE A – FICHES DE MESURE

LD1

Localisation du point de mesure	Photo depuis le point de mesure	Photo du point de mesure

Evolution temporelle



Résultats (en dBA)

Date	Durée	Etage Façade	LAeq en dBA		L50 en dBA	
			6h-22h	22h-6h	6h-22h	22h-6h
25/01/2023 à 13h30	24:00	RdC Champ libre	53,0*	49,5**	48,0	35,0

* : Contribution ferroviaire sur le LAeq(6h-22h) : 51,0 dBA Nombre de trains sur la période 6h-22h : 29

** : Contribution ferroviaire sur le LAeq(22h-6h) : 49,0 dBA Nombre de trains sur la période 22h-6h : 12

Observations

En période diurne :

Ambiance sonore modérée (LAeq<65dBA)

Conditions météorologiques U3/T2 → Atténuation forte du niveau sonore

En période nocturne :

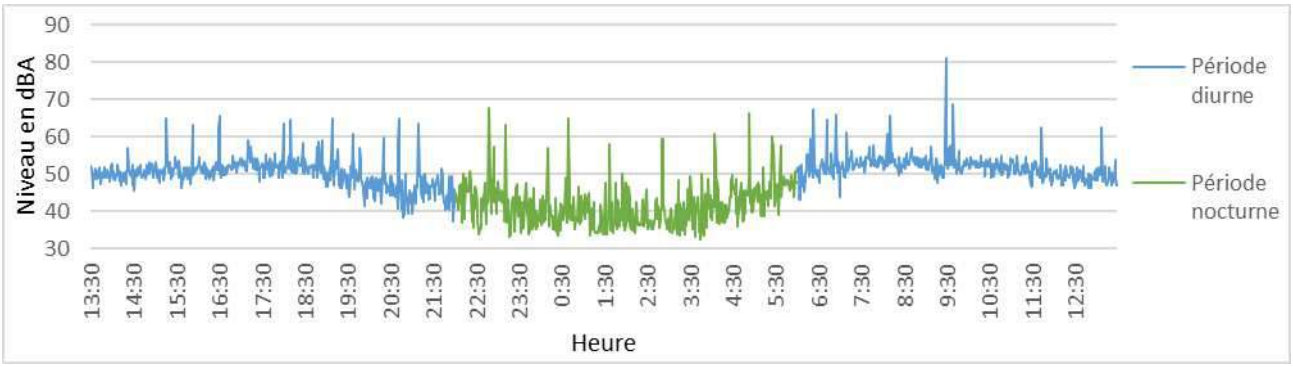
Ambiance sonore modérée (LAeq<60dBA)

Conditions météorologiques U3/T5 → Renforcement faible du niveau sonore

LD2

Localisation du point de mesure	Photo depuis le point de mesure	Photo du point de mesure

Evolution temporelle



Résultats (en dBA)

Date	Durée	Etage Façade	LAeq en dBA		L50 en dBA	
			6h-22h	22h-6h	6h-22h	22h-6h
25/01/2023 à 13h30	24:00	RdC Champ libre	55,0	48,5	49,5	38,5

Observations

En période diurne :

Ambiance sonore modérée (LAeq<65dBA)

Conditions météorologiques U3/T2 → Atténuation forte du niveau sonore

En période nocturne :

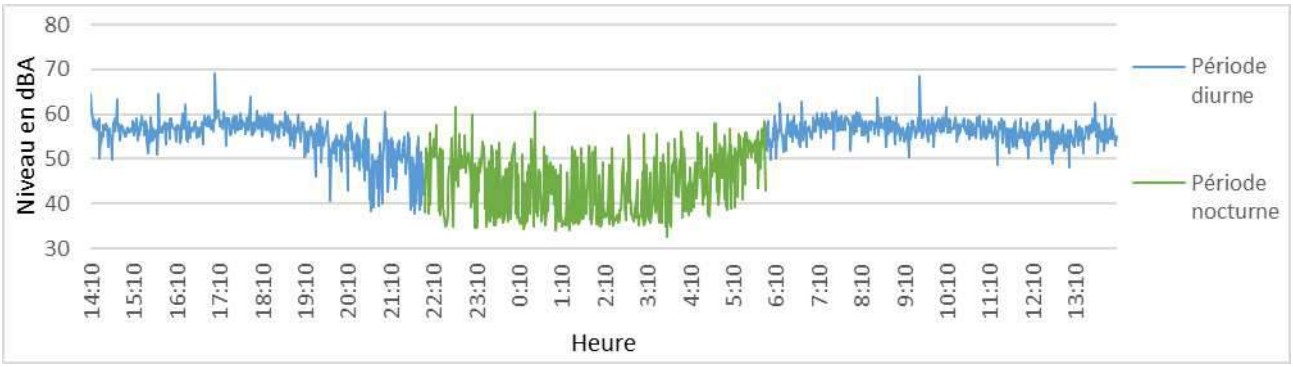
Ambiance sonore modérée (LAeq<60dBA)

Conditions météorologiques U3/T5 → Renforcement faible du niveau sonore

LD3

Localisation du point de mesure	Photo depuis le point de mesure	Photo du point de mesure

Evolution temporelle



Résultats (en dBA)

Date	Durée	Etage Façade	LAeq en dBA		L50 en dBA	
			6h-22h	22h-6h	6h-22h	22h-6h
25/01/2023 à 14h10	24:00	RdC Champ libre	57,0	49,0	55,0	39,0

Observations

En période diurne :

Ambiance sonore modérée (LAeq<65dBA)

Conditions météorologiques U3/T2 → Atténuation forte du niveau sonore

En période nocturne :

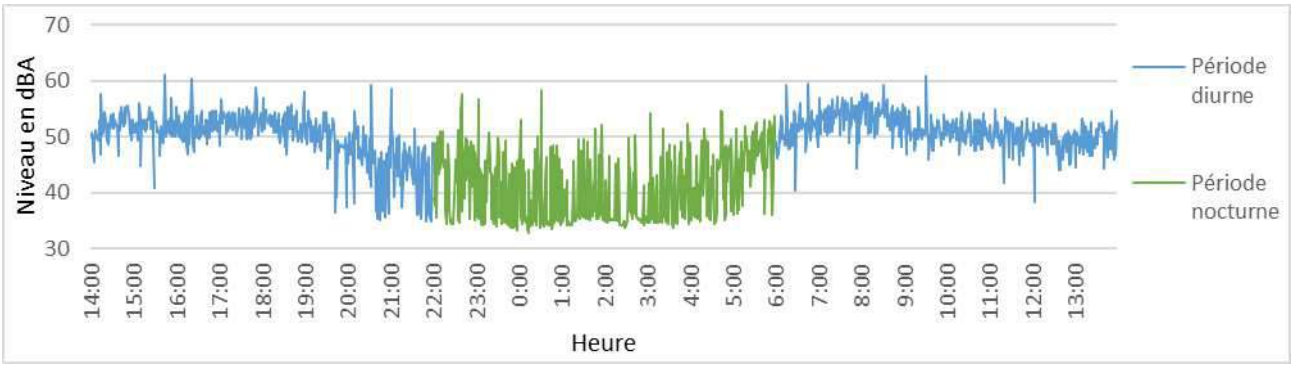
Ambiance sonore modérée (LAeq<60dBA)

Conditions météorologiques U3/T5 → Renforcement faible du niveau sonore

LD4

Localisation du point de mesure	Photo depuis le point de mesure	Photo du point de mesure

Evolution temporelle



Résultats (en dBA)

Date	Durée	Etage Façade	LAeq en dBA		L50 en dBA	
			6h-22h	22h-6h	6h-22h	22h-6h
25/01/2023 à 14h00	24:00	RdC Est	52,0	45,0	47,0	35,5

Observations

En période diurne :

Ambiance sonore modérée (LAeq<65dBA)

Conditions météorologiques U3/T2 → Atténuation forte du niveau sonore

En période nocturne :

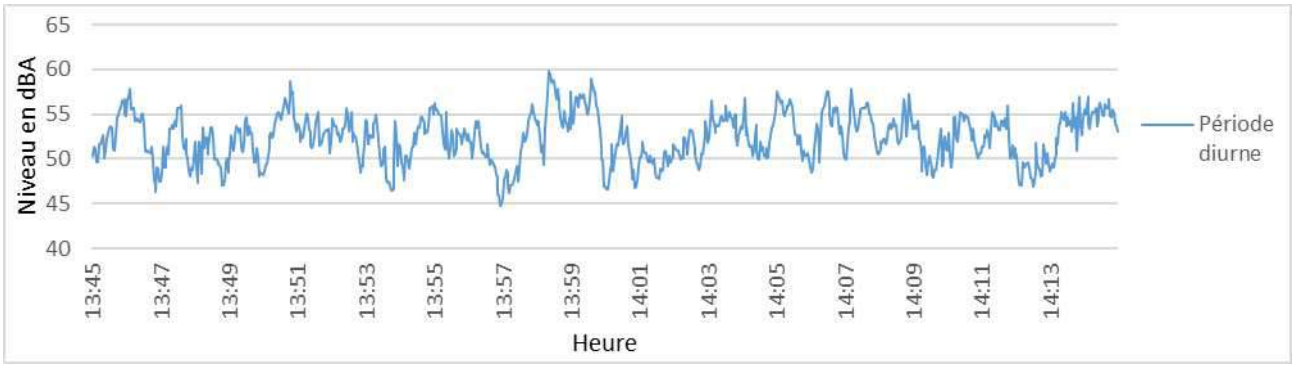
Ambiance sonore modérée (LAeq<60dBA)

Conditions météorologiques U3/T5 → Renforcement faible du niveau sonore

CD1

Localisation du point de mesure	Photo depuis le point de mesure	Photo du point de mesure

Evolution temporelle



Résultats (en dBA)

Date	Durée	Etage Façade	LAeq en dBA	L50 en dBA
25/01/2023 à 10h30	00:30	RdC Sud	53,0	62,5

Observations

Ambiance sonore modérée (LAeq<65dBA)

Conditions météorologiques U3/T2 → Atténuation forte du niveau sonore

ANNEXE B - CONDITIONS MÉTÉOROLOGIQUES

Les conditions météorologiques peuvent influer sur le résultat de deux manières :

- par perturbation du mesurage, en particulier par action sur le microphone, il convient donc de ne pas faire de mesurage quand la vitesse du vent est supérieure à 5 $m.s^{-1}$, ou en cas de pluie marquée ;
- lorsque la (les) source(s) de bruit est (sont) éloignée(s), le niveau de pression acoustique mesuré est fonction des conditions de propagation liées à la météorologie. Cette influence est d'autant plus importante que l'on s'éloigne de la source.

Il faut donc tenir compte de deux zones d'éloignement :

- la distance source/récepteur est inférieure à 40 m : il est juste nécessaire de vérifier que la vitesse du vent est faible, qu'il n'y a pas de pluie marquée. Dans le cas contraire, il n'est pas possible de procéder au mesurage ;
- la distance source/récepteur est supérieure à 40 m : procéder aux mêmes vérifications que ci-dessus. Il est nécessaire en complément d'indiquer les conditions de vent et de température, appréciées sans mesure, par simple observation, selon le codage ci-après.

Les conditions météorologiques doivent être identifiées conformément aux indications du tableau ci-après.

U1 : vent fort (3 m/s à 5 m/s) contraire au sens source - récepteur	**T1 :** jour **et** fort ensoleillement **et** surface sèche **et** peu de vent
U2 : vent moyen à faible (1 m/s à 3 m/s) contraire **ou** vent fort, peu contraire	**T2** : mêmes conditions que T1 mais au moins une est non vérifiée
U3 : vent nul **ou** vent quelconque de travers	**T3** : lever du soleil **ou** coucher du soleil **ou** (temps couvert **et** venteux **et** surface pas trop humide)
U4 : vent moyen à faible portant **ou** vent fort peu portant (±45°)	**T4** : nuit **et** (nuageux **ou** vent)
U5 : vent fort portant	**T5** : nuit **et** ciel dégagé **et** vent faible

Il est nécessaire de s'assurer de la stabilité des conditions météorologiques pendant toute la durée de l'intervalle de mesurage. L'estimation qualitative de l'influence des conditions météorologiques se fait par l'intermédiaire de la grille ci-dessous :

- - État météorologique conduisant à une atténuation très forte du niveau sonore ;
- État météorologique conduisant à une atténuation forte du niveau sonore ;
Z Effets météorologiques nuls ou négligeables ;
+ État météorologique conduisant à un renforcement faible du niveau sonore ;
+ + État météorologique conduisant à un renforcement moyen du niveau sonore.

	U1	U2	U3	U4	U5
T1		- -	-	-	
T2	- -	-	-	Z	+
T3	-	-	Z	+	+
T4	-	Z	+	+	++
T5		+	+	+ +	

ANNEXE C - GLOSSAIRE

Décibel (dB)

Le son est une sensation auditive produite par une variation rapide de la pression de l'air. Dans la pratique, l'échelle de perception de l'oreille humaine étant très vaste, on utilise une échelle logarithmique, plus adaptée pour caractériser le niveau sonore. Cette échelle réduite s'exprime en décibel (dB).
On ne peut donc pas ajouter arithmétiquement les décibels de deux bruits pour arriver au niveau sonore global. À noter 2 règles simples :

- 60 dB + 60 dB = 63 dB ;
- 60 dB + 50 dB ≈ 60 dB.

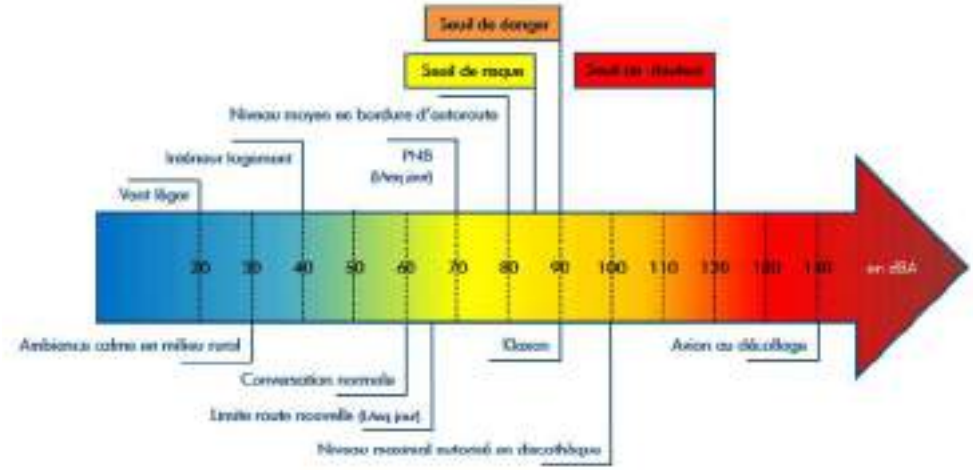
Décibel pondéré A (dBA)

La forme de l'oreille humaine influençant directement le niveau sonore perçu par l'être humain, on applique généralement au niveau sonore mesuré, une pondération dite de type A pour prendre en compte cette influence. On parle alors de niveau sonore pondéré A, exprimé en dBA.

A noter 2 règles simples :

- L'oreille humaine fait une distinction entre deux niveaux sonores à partir d'un écart de 3 dBA ;
- Une augmentation du niveau sonore de 10 dBA est perçue par l'oreille comme un doublement de la puissance sonore.

Echelle sonore



Fréquence / Octave / Tiers d'octave

La fréquence d'un son correspond au nombre de variations d'oscillations identiques que réalise chaque molécule d'air par seconde. Elle s'exprime en Hertz (Hz).

Pour l'être humain, plus la fréquence d'un son sera élevée, plus le son sera perçu comme aigu. A l'inverse, plus la fréquence d'un son sera faible, plus le son sera perçu comme grave.

En pratique, pour caractériser un son, on utilise des intervalles de fréquence.

Chaque intervalle de fréquence est caractérisé par ses 2 bornes dont la plus haute fréquence (*f 2*) est le double de la plus basse (*f 1*) pour une octave, et la racine cubique de 2 pour le tiers d'octave.

L'analyse en fréquence par bande de tiers d'octave correspond à la résolution fréquentielle de l'oreille humaine.

1/1 octave	*1/3 octave*
$f2 = 2 * f1$ $fc = \sqrt{2} * f1$ $\Delta f / fc = 71\%$	$f2 = \sqrt[3]{2} * f1$ $\Delta f / fc = 23\%$

fc : fréquence centrale

$\Delta f = f2 - f1$

Niveau sonore équivalent Leq,T

Niveau sonore en dB intégré sur une période de mesure T. L'intégration est définie par une succession de niveaux sonores intermédiaires mesurés selon un intervalle d'intégration. Généralement dans l'environnement, l'intervalle d'intégration est fixé à 1 seconde (appelé Leq court). Le niveau global équivalent se note Leq,T, il s'exprime en dB. Lorsque les niveaux sont pondérés selon la pondération A, on obtient un indicateur noté LAeq,T.

Niveau de puissance acoustique

Ce niveau caractérise l'énergie acoustique d'une source sonore. Elle est exprimée en dBA et permet d'évaluer le niveau de bruit émis par un équipement indépendamment de son environnement.

Niveau résiduel (L_{res})

Le niveau résiduel caractérise le niveau de bruit obtenu dans les conditions environnementales initiales du site, c'est-à-dir en l'absence du bruit généré par l'établissement.

Niveau particulier (L_{part})

Le niveau particulier caractérise le niveau de bruit généré par l'activité de l'établissement.

Niveau ambiant (L_{amb})

Le niveau ambiant caractérise le niveau de bruit obtenu en considérant l'ensemble des sources présentes dans l'environnement du site. En l'occurrence, ce niveau sera la somme logarithmique du bruit résiduel et du bruit particulier de l'établissement.

Emergence acoustique (E)

L'émergence acoustique est fondée sur la différence entre le niveau de bruit équivalent pondéré A du bruit ambiant (comportant le bruit particulier de l'établissement en fonctionnement) et celui du résiduel.

$E = L_{eq}$ ambiant – L_{eq} résiduel
$E = L_{eq}$ établissement en fonctionnement – L_{eq} établissement à l'arrêt

Niveau fractile (L_n)

Le niveau fractile L_n représente le niveau sonore qui a été dépassé pendant n% du temps du mesurage. L'utilisation des niveaux fractiles permet dans certains cas de s'affranchir du bruit provenant d'évènements perturbateurs et non représentatifs.

Annexe 4: Etude sur la qualité de l’air -TECHNISIM

PROJET D'AMENAGEMENT DU CHEMIN DU PONT DE L'AUTURE

SENAS [Bouches-du-Rhône/13]

VOLET AIR & SANTE

ÉTAT ACTUEL & ANALYSE DES IMPACTS

Réf N : 242 201 012 et 221 611 250
V3

29 janvier 2024

Suivi des modifications

Nom du fichier	Version	Date	Contenu	Objet des modifications	Rédacteur	Relecteur	Superviseur
Rapport_étude_Citadia_Bouygues_Pont_Auture_Senas_Air_Santé_N1.doc	1	20/03/2023	État actuel Analyse des impacts	Première version	MC	CC	RG
Rapport_étude_Citadia_Bouygues_Pont_Auture_Senas_Air_Santé_N2.doc	2	14/09/2023	État actuel Analyse des impacts	Ajout du nouveau plan de masse + nouveaux trafics	MC	CC	RG
Rapport_étude_Citadia_Bouygues_Pont_Auture_Senas_Air_Santé_N3.doc	3	29/01/2024	État actuel Analyse des impacts	Ajout du nouveau plan de masse 2024 + nouveaux trafics	CC	RG	RG

Projet d'aménagement du chemin du pont de l'Auture

S é n a s [Bouches-du-Rhône/13]

Volet Air & Santé

État actuel & analyse des impacts

TECHNISIM Consultants

316 rue Paul Bert
69003 LYON

Fixe : 04 37 69 92 80

technisim@wanadoo.fr

SOMMAIRE

Préambule 12
1. Contexte général 13
2. Contexte législatif 14
3. Présentation du projet 15
4. Présentation du volet Air et santé 17
4.1. Définition des paramètres de l'étude 17
4.2. Définition du niveau de l'étude 18
4.3. Contenu de l'étude 19
État Actuel 20
5. Contenu de l'état actuel 21
6. Contentieux européen 22
7. Documents de Planification / Plans et programmes – Compatibilité du projet 23
8. Identification des principales sources d'émissions atmosphériques 34
8.1. Inventaire des émissions 34
8.1.1. Les émissions de la Métropole Aix-Marseille-Provence en 2020 34
8.1.2. Les émissions de la commune de Sénas en 2020 35
8.2. Réseaux de transports 35
8.3. Registre des émissions polluantes (secteur industriel) 38
8.4. Secteurs résidentiel et tertiaire 38
8.5. Secteur agricole 39
8.6. Synthèse 41
9. Qualité de l'air 42
9.1. Abaissement des seuils OMS de référence en 2021 42
9.2. Bilan de la qualité de l'air en Sud PACA en 2021 43
9.3. Zones sensibles pour la qualité de l'air 46
9.4. Zones couvertes par un PPA 47
9.5. Procédures d'information-recommandation et d'alerte 47
9.5.1. Fonctionnement de la procédure – Dispositif préfectoral 47
9.5.2. Historique des dépassements 51
9.6. Données AtmoSud 51
9.6.1. Mesures réalisées par AtmoSud 51
9.6.2. Indice ATMO 52
9.6.3. Modélisations AtmoSud au niveau de la zone d'étude 53
9.7. Exposition de la population à la pollution atmosphérique 62
9.7.1. Impact de l'abaissement des seuils OMS sur l'exposition de la population en Sud PACA 62
9.7.2. Exposition des populations de la région Sud PACA et du département des Bouches-du-Rhône en 2021 63
9.7.3. Exposition des population de la commune de Sénas 66
9.8. Synthèse 67
10. Impact sanitaire de la pollution atmosphérique sur la santé 68
10.1. Morbidité et coûts associés 68
10.2. Mortalité 69
11. Analyse de la zone d'étude 74
11.1. Recensement des projets pouvant induire des effets cumulés 74
11.2. Données météorologiques et topographiques 75
11.3. Occupation des sols 76
11.4. Identification des zones à enjeux sanitaires par ingestion 77
11.5. Analyse de la population de la zone d'étude 77
11.6. Identification des établissements vulnérables 78
11.7. Synthèse 79
12. Mesures *in situ* 80
12.1. Déroulement de la campagne de mesure 80
12.2. Conditions météorologiques 81
12.3. Résultats des mesures 82
12.3.1. Particules PM10 et PM2,5 82
12.3.2. Dioxyde d'azote 87
12.4. Synthèse des résultats 89
Conclusion de l'état actuel 90
13. Perspective d'évolution de l'état actuel 91
14. Conclusion de l'état actuel 91
Analyse des Impacts 96
15. Contenu de l'analyse des impacts 97
16. Impacts du projet sur la qualité de l'air en phase chantier 98
16.1. Quantification des émissions liées aux activités du chantier 98
16.2. Mesures de réduction des émissions liées aux activités du chantier 99
16.2.1. Mesures de réduction des gaz d'échappement des engins 99
16.2.2. Mesures de réduction des émissions de poussières 100
16.2.3. Mesures de réduction des émissions de COV et de HAP 100
16.2.4. Charte Chantiers Verts 101
16.3. Synthèse 101

17. Impact du projet sur la qualité de l'air en phase exploitation 102
17.1. Émissions provenant des bâtiments créés 102
17.1.1. Généralités – émissions atmosphériques des secteurs résidentiel et tertiaire 102
17.1.2. Émissions atmosphériques issues des bâtiments 108
17.1.3. Impacts du projet (secteur résidentiel/tertiaire) sur la qualité de l'air 108
17.2. Impact du trafic lié à l'exploitation du projet 109
17.2.1. Indice VK 109
17.2.2. Évaluation des consommations énergétiques 110
17.2.3. Émissions de polluants atmosphériques sur le réseau d'étude 111
17.2.4. Simulation numérique de la dispersion atmosphérique 116
17.3. Conclusion de l'impact du trafic routier lié au projet sur la qualité de l'air 137
18. Impacts du projet sur la santé – Évaluation quantitative des risques sanitaires [EQRS] 139
18.1. Hypothèses de travail retenues 139
18.2. Contenu et démarche de l'EQRS 140
18.3. Évaluation de l'indicateur sanitaire pour les effets à seuil - Quotients de danger 146
18.4. Évaluation de l'indicateur sanitaire pour les effets sans seuils : calcul de l'Excès de Risque Individuel (ERI) 152
18.5. Évaluation de l'indicateur sanitaire pour les effets aigus : comparaison avec les recommandations de l'OMS 153
18.6. Incertitudes relatives à l'EQRS 154
18.7. Synthèse de l'EQRS – Impact du projet sur la santé 156
19. Impact du projet sur les émissions de gaz à effet de serre 157
19.1. Généralités 157
19.2. Émissions de GES sur le réseau d'étude 160
20. Coûts collectifs des gaz à effet de serre et de la pollution atmosphérique 162
20.1. Coûts liés aux émissions de polluants atmosphériques 162
20.2. Coûts liés aux émissions de gaz à effet de serre 163
21. Effets de la pollution atmosphérique et des GES sur la santé et le climat 164
21.1. Effets généraux de la pollution atmosphérique sur la santé 164
21.2. Changements climatiques 166
21.3. Impacts directs des canicules et des fortes chaleurs sur la santé 167
21.4. Impacts du changement climatique et de la pollution atmosphérique sur les maladies allergiques 172
21.5. Impacts du changement climatique sur les maladies infectieuses et vectorielles 173
21.6. Impacts du changement climatique sur les concentrations en polluants atmosphériques 175
22. Effets de la pollution atmosphérique sur la faune, la flore, le sol et les bâtiments 177
22.1. Effets sur les sols 177
22.2. Effets sur la végétation 177
22.3. Effets sur la faune 179
22.4. Effets sur les bâtiments 180
23. Mesures d'évitement, de réduction et de compensation des impacts 181
23.1. Mesures d'évitement 182
23.2. Mesures de réduction 182
23.3. Aménagements du territoire 183
23.4. Lutte contre les îlots de chaleur urbains 183
Conclusion – Analyse des Impacts 184
24. Conclusion de l'analyse des impacts 185
Annexes 187
Annexe n°1 : Glossaire 188
Annexe n°2 : Fiches descriptives - mesures *in situ* 190
Annexe n°3 : Conditions météorologiques lors de la campagne de mesure *in situ* et normales 194
Annexe n°4 : Présentation des documents de planification - plans et programmes en faveur de la qualité de l'air – Contentieux européen 199
Annexe n°5 : Données de la station AtmoSud 234
Annexe n°6 : Historique des données sanitaires 235
Annexe n°7 : Métrologie des polluants 238
Annexe n°8 : Présentation des substances mesurées 241
Annexe n°9 : Réglementation des polluants atmosphériques 244
Annexe n°10 : Lignes directrices de l'OMS 246
Annexe n°11 : Données trafic considérées dans l'étude 247
Contact 249

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Localisation de l'aménagement du chemin du pont de l'Auture 15
Figure 2 : Plan masse du projet (Source : Bouygues Immobilier & SARL Jean-Fabrice Gallo Architectes – 21/12/2023) 16
Figure 3 : Zone d'étude définie pour l'état actuel du volet Air et Santé (cercle de 1 km de rayon centré sur le projet) 18
Figure 4 : Situation contentieuse de la France au titre de la qualité de l'air (décembre 2020).. 22
Figure 5 : Articulations des plans et schémas ayant lien avec la qualité de l'air (Source : AtmoSud)..... 23
Figure 6 : Émissions de polluants atmosphériques de la métropole Aix-Marseille-Provence en 2020 selon le secteur d'activité (Source : base de données CIGALE – Observatoire Régional de l'Énergie, du Climat et de l'Air [ORECA] Provence-Alpes-Côte d'Azur / inventaire AtmoSud v9.1)..... 34
Figure 7 : Émissions de polluants atmosphériques de la commune de Sénas en 2020 selon le secteur d'activité (Source : base de données CIGALE – Observatoire Régional de l'Énergie, du Climat et de l'Air [ORECA] Provence-Alpes-Côte d'Azur / inventaire AtmoSud v9.1)..... 35
Figure 8 : Réseaux de transport aux environs du projet 36
Figure 9 : Carte des Trafics Moyens Journaliers Annuels (TMJA) 2020 aux environs du projet (source : Opendatasoft)..... 37
Figure 10 : Comparatif des émissions du transport routier et ferroviaire [Source : le train, un mode de transport bon pour l'air et le climat ; Air Rhône-Alpes, Atmo Auvergne 2015] 38
Figure 11 : Environnement du projet par typologie de bâtiments..... 39
Figure 12 : Identification des zones agricoles en 2020 à proximité du projet par type de culture 39
Figure 13 : Émissions de particules primaires en 2010 au champ et par les engins agricoles en France (proportion des émissions totales agricoles) 40
Figure 14 : Évolution des émissions des engins non routiers du secteur agricole et sylvicole entre 1990 et 2010 (tableau en kilotonnes)..... 40
Figure 15 : Évolution des recommandations de l'OMS pour les PM10, PM2,5, le NO_2, l'O_3, le SO_2 et le CO selon la référence OMS de 2005 et de 2021..... 42
Figure 16 : Recommandations de l'OMS pour le NO_2, le SO_2 et le CO n'ayant pas été réévaluées et restant valides 43
Figure 17 : Évolution des concentrations de polluants réglementés par rapport à l'année de référence 2000 (base 100) (Source : AtmoSud) 43
Figure 18 : Emplacement des zones sensibles pour la qualité de l'air selon le SRCAE PACA..... 46
Figure 19 : Périmètre du PPA 13 des Bouches-du-Rhône (source : AtmoSud) 47
Figure 20 : Dispositif de gestion des épisodes de pollution de l'air 48
Figure 21 : Nombre de jours de dépassement des seuils d'information-recommandations et d'alerte pour le département des Bouches-du-Rhône du 1er janvier 2017 au 31 décembre 2022 inclus..... 51
Figure 22 : Localisation de la station de mesure AtmoSud « Salon » par rapport au projet 51
Figure 23 : Seuils et couleurs du nouvel indice ATMO entré en vigueur le 1er janvier 2021 52
Figure 24 : Modélisations réalisées par AtmoSud– Concentrations moyennes annuelles en NO_2, de 2018 à 2021..... 54
Figure 25 : Modélisations réalisées par AtmoSud – Concentrations moyennes annuelles en PM10, de 2018 à 2021..... 55
Figure 26 : Modélisations réalisées par AtmoSud – Concentrations moyennes journalières au-delà de la valeur cible de 35 jours par an de dépassement du seuil journalier (50 µg/m³) en PM10, de 2018 à 2021 56
Figure 27 : Modélisations réalisées par AtmoSud – Concentrations moyennes annuelles en PM2,5, de 2018 à 2021 57
Figure 28 : Modélisations réalisées par AtmoSud – Concentrations moyennes sur 8h au-delà de la valeur cible de 25 jours par an de dépassement du seuil de protection de la santé (120 µg/m³), de 2018 à 2021 58
Figure 29 : Modélisations réalisées par AtmoSud – Concentrations moyennes journalières maximales sur 8 heures au cours des six mois consécutifs où la concentration moyenne a été la plus élevée de 2018 à 2021..... 59
Figure 30 : Modélisations réalisées par AtmoSud - Indice Cumulé Air annuel ICAIR365, 2018-2021 61
Figure 31 : Comparaison de la population exposée en Sud PACA à des dépassements des recommandations OMS selon la référence de 2005 et de 2021 (Source : AtmoSud)..... 62
Figure 32 : Proportion de la population par département exposée au NO_2 en 2019 selon l'ancien et le nouveau seuil OMS (Source : AtmoSud) 62
Figure 33 : Proportion de la population par département exposée aux PM10 en 2019 selon l'ancien et le nouveau seuil OMS (Source : AtmoSud) 62
Figure 34 : Proportion de la population par département exposée aux PM2,5 en 2019 selon l'ancien et le nouveau seuil OMS (Source : AtmoSud) 63
Figure 35 : Carte de l'indice cumulé Air (ICAIR365) en 2021 pour les Bouches-du-Rhône (Source : AtmoSud) 64
Figure 36 : Évolution de 2012 à 2021 de la population exposée au dépassement de la valeur limite (VL) annuelle et de la ligne directrice (LD) de l'OMS (Réf.2021) pour le NO_2 et évolution des concentrations moyennes, en Sud PACA – source : AtmoSud..... 64
Figure 37 : Évolution de 2012 à 2021 de la population exposée au dépassement de la ligne directrice (LD) annuelle de l'OMS (réf.2021) pour les PM10 et évolution des concentrations moyennes, en Sud PACA (source : AtmoSud) 65
Figure 38 : Évolution de 2012 à 2021 de la population exposée au dépassement de la ligne directrice (LD) OMS (réf.2021) pour les PM2,5 et évolution des concentrations moyennes, en Sud PACA (source : AtmoSud)..... 65
Figure 39 : Évolution de 2012 à 2021 de la population exposée au dépassement de la valeur cible (VC) pour l'ozone en Sud PACA (source : AtmoSud) 66
Figure 40 : Poids total de l'exposition à long terme aux PM2,5 sur la mortalité de la population âgée de 30 ans et plus à l'échelle communale, du 1er janvier 2016 au 31 décembre 2019 en France métropolitaine (en %) (source : Santé Publique France)..... 70
Figure 41 : Poids total de l'exposition à long terme au NO_2 sur la mortalité de la population âgée de 30 ans et plus à l'échelle communale, du 1er janvier 2016 au 31 décembre 2019 en France métropolitaine (en %) (source : Santé Publique France) 70
Figure 42 : Poids total de l'exposition à long terme aux PM2,5 sur l'espérance de vie de la population âgée de 30 ans et plus à l'échelle communale, du 1er janvier 2016 au 31 décembre 2019 en France métropolitaine (en %) (source : Santé Publique France)..... 71
Figure 43 : Orientations d'Aménagement et de Programmation à proximité du projet (sources : d'après le PLU de Sénas) 74
Figure 44 : Rose des vents (source : meteoblue.com)..... 75
Figure 45 : Vitesse du vent (source : meteoblue.com) 75
Figure 46 : Topographie autour du projet (source : topographic-map.com) 76
Figure 47 : Composition de la zone d'étude (Corine Land Cover 2018) 76

Figure 48 : Population dans la zone d'étude répartie en carreaux de 200m de côté (données carroyées INSEE 2017 publiées en 2022) 77
Figure 49 : Localisation des établissements vulnérables à la pollution atmosphérique présents en l'état actuel 78
Figure 50 : Réceptacle, tube passif pour le NO_2 et micro-capteur laser 80
Figure 51 : Localisation des points de mesure *in situ* 81
Figure 52 : Résultats des mesures de particules PM10 et PM2,5 au point n°2 (fréquence de mesure : toutes les 5 minutes) 82
Figure 53 : Résultats des mesures de particules PM10 et PM2,5 au point n°4 (fréquence de mesure : toutes les 5 minutes) 82
Figure 54 : Résultats des mesures de particules PM10 et PM2,5 au point n°7 (fréquence de mesure : toutes les 5 minutes) 82
Figure 55 : Concentrations moyennes journalières en PM10 au point n°2 83
Figure 56 : Concentrations moyennes journalières en PM2.5 au point n°2 83
Figure 57 : Concentrations moyennes journalières en PM10 au point n°4 84
Figure 58 : Concentrations moyennes journalières en PM2.5 au point n°4 84
Figure 59 : Concentrations moyennes journalières en PM10 au point n°7 85
Figure 60 : Concentrations moyennes journalières en PM2.5 au point n°7 85
Figure 61 : Résultats des mesures en dioxyde d'azote 88
Figure 62 : Résultats des mesures *in situ* sur la zone d'étude (moyennes sur la période de mesure) 89
Figure 63 : Synthèse des enjeux sur la zone d'étude 95
Figure 64: Inventaire des émissions pour la France métropolitaine – Particules TSP 102
Figure 65: Inventaire des émissions pour la France métropolitaine – Particules PM10 103
Figure 66: Inventaire des émissions pour la France métropolitaine – Particules PM2,5 103
Figure 67: Inventaire des émissions pour la France métropolitaine – Particules PM1,0 104
Figure 68: Inventaire des émissions pour la France métropolitaine – Carbone suie 104
Figure 69: Émissions des substances acidifiantes, eutrophisantes et contribuant à la pollution photochimique provenant des secteurs résidentiel et tertiaire en France métropolitaine 105
Figure 70: Part des émissions des secteurs résidentiel et tertiaire dans les émissions totales de France métropolitaine – substances acidifiantes, eutrophisantes et contribuant à la pollution photochimique 106
Figure 71: Émissions des métaux provenant du secteur résidentiel-tertiaire en France métropolitaine 107
Figure 72: Part des émissions du secteur résidentiel-tertiaire dans les émissions totales de France métropolitaine – métaux 107
Figure 73 : Brins considérés / Réseau d'étude 109
Figure 74: Indices VK sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle 110
Figure 75 : Consommations énergétiques sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle 110
Figure 76 : Évolution moyenne des émissions de polluants en % (tous polluants confondus considérés dans l'étude) sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle comparativement à la situation actuelle 2023 112
Figure 77 : Émissions d'oxydes d'azote (éq.NO_2) sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle 114
Figure 78 : Émissions de monoxyde d'azote et dioxyde d'azote sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle 114
Figure 79 : Émissions de particules à l'échappement sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle 114
Figure 80 : Émissions de particules PM10 et PM2,5 sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle 114
Figure 81 : Émissions de CO sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle 115
Figure 82 : Émissions de COVNM sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle 115
Figure 83 : Émissions de benzène sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle 115
Figure 84 : Émissions de dioxyde de soufre sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle 115
Figure 85 : Émissions d'arsenic sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle 116
Figure 86 : Émissions de nickel sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle 116
Figure 87 : Émissions de benzo(a)pyrène sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle 116
Figure 88: Modélisation gaussienne d'un panache 117
Figure 89: Rose des vents utilisée pour les simulations 117
Figure 90: Terrain numérique utilisé dans les modélisations et grille de calcul 118
Figure 91: Emplacement des récepteurs ponctuels et zones sur la grille de calcul 118
Figure 92 : Concentrations en NO_2 – Moyenne annuelle – Situation N°0 – Actuel 2023 124
Figure 93 : Concentrations en NO_2 – Moyenne annuelle – Situation N°1 – 2028 – Fil de l'eau 125
Figure 94 : Concentrations en NO_2 – Moyenne annuelle – Situation N°2 – 2028 – Projet 125
Figure 95 : Concentrations en NO_2 – Moyenne annuelle – Situation N°3 – 2048 – Fil de l'eau 126
Figure 96 : Concentrations en NO_2 – Moyenne annuelle – Situation N°4 – 2048 – Projet 126
Figure 97 : Différence de concentration en dioxyde d'azote entre la situation Projet et Fil de l'eau en 2028 (Situation 2-situation 1) 127
Figure 98 : Différence de concentration en dioxyde d'azote entre la situation Projet et Fil de l'eau en 2048 (Situation 4-situation 3) 127
Figure 99 : Concentrations en PM10 – Moyenne annuelle – Situation N°0 – Actuel 2023 129
Figure 100 : Concentrations en PM10 – Moyenne annuelle – Situation N°1 – 2028 – Fil de l'eau 130
Figure 101 : Concentrations en PM10 – Moyenne annuelle – Situation N°2 – 2028 – Projet 130
Figure 102 : Concentrations en PM10 – Moyenne annuelle – Situation N°3 – 2048 – Fil de l'eau 131
Figure 103 : Concentrations en PM10 – Moyenne annuelle – Situation N°4 – 2048 – Projet 131
Figure 104 : Différence de concentration en PM10 entre la situation Projet et Fil de l'eau en 2028 (Situation 2-situation 1) 132
Figure 105 : Différence de concentration en PM10 entre la situation Projet et Fil de l'eau en 2048 (Situation 4-situation 3) 132
Figure 106 : Concentrations en PM2,5 – Moyenne annuelle – Situation N°0 – Actuel 2023 133
Figure 107 : Concentrations en PM2,5 – Moyenne annuelle – Situation N°1 – 2028 – Fil de l'eau 134
Figure 108 : Concentrations en PM2,5 – Moyenne annuelle – Situation N°2 – 2028 – Projet 134
Figure 109 : Concentrations en PM2,5 – Moyenne annuelle – Situation N°3 – 2048 – Fil de l'eau 135
Figure 110 : Concentrations en PM2,5 – Moyenne annuelle – Situation N°4 – 2048 – Projet 135
Figure 111 : Différence de concentration en PM2,5 entre la situation Projet et Fil de l'eau en 2028 (Situation 2-situation 1) 136
Figure 112 : Différence de concentration en PM2,5 entre la situation Projet et Fil de l'eau en 2048 (Situation 4-situation 3) 136

Figure 113 : Évolution pour les principaux polluants des concentrations maximales modélisées sur la zone d'étude aux horizons 2028 et 2048 (situation Fil de l'eau et Projet) comparativement à la situation actuelle 2023 137
Figure 114 : Schéma conceptuel de la démarche d'ERS 139
Figure 115: Logigramme – Choix des Valeurs Toxicologiques de Référence 141
Figure 116 : Quotients de danger cumulés par organes-cibles - Scénario écolier de maternelle - Voie inhalation - école maternelle 149
Figure 117 : Quotients de danger cumulés par organes-cibles - Scénario écolier de l'élémentaire - Voie inhalation - école élémentaire 1 149
Figure 118 : Quotients de danger cumulés par organes-cibles - Scénario écolier de l'élémentaire - Voie inhalation - école élémentaire 2 150
Figure 119 : Quotients de danger cumulés par organes-cibles - Scénario écolier du primaire - Voie inhalation - école primaire 150
Figure 120 : Quotients de danger cumulés par organes-cibles - Scénario personne âgée - Voie inhalation - EHPAD 150
Figure 121 : Quotients de danger cumulés par organes-cibles - Voie inhalation - Scénario résident 150
Figure 122 : ERI cumulés – Voie inhalation - scénario enfant (de 0 à 11 ans) 152
Figure 123 : ERI cumulés – Voie inhalation - scénario enfant (de 0 à 11 ans) 153
Figure 124 : ERI cumulés – Voie inhalation - scénario résident 153
Figure 125 : Inventaire des émissions de gaz à effet de serre par secteur d'activité en Sud PACA pour l'année 2021 (source : ORECA, édition 2022) 157
Figure 126 : Émissions de GES par département en Sud PACA en 2020 (source : Données AtmoSud, inventaire Cigale v9.1) 157
Figure 127 : Évolution des émissions de GES en équivalent CO_2 du secteur des usages/activités des bâtiments résidentiels/tertiaires en France [Métropole et Outre-mer UE] (Source : Citepa, avril 2023 - Format SECTEN) 158
Figure 128 : Mix énergétique et émissions de GES (PRG 100) des secteurs résidentiel et tertiaire en Sud PACA en 2020 (inventaire AtmoSud CIGALE v9.1) 159
Figure 129: Évolution des émissions de GES en équivalent CO_2 du transport routier (Source : Citepa, avril 2023 - Format SECTEN) 159
Figure 130 : Émissions de GES par type de transports en France (source : DataLAB Climat ; Chiffres clés du climat France, Europe et Monde - édition décembre 2022 ; Ministère de la Transition Écologique) 160
Figure 131 : Mix énergétique et émissions de GES (PRG 100) du secteur du transport routier en Sud PACA en 2020 (inventaire AtmoSud CIGALE v9.1) 160
Figure 132: Émissions des gaz à effet de serre (kg équivalent 100 ans CO_2/jour) sur le réseau d'étude – Phase exploitation 161
Figure 133: Proportions de dioxyde de carbone, de méthane et de protoxyde d'azote dans les émissions de GES calculées sur le réseau d'étude 161
Figure 134 : Coût annuel de la pollution atmosphérique sur le réseau d'étude 163
Figure 135 : Coût annuel des émissions de GES sur le réseau d'étude 163
Figure 136 : Évolution des températures moyennes annuelles en France depuis 1900 (Source : Météo France) 166
Figure 137 : Les 10 années les plus chaudes en France depuis 1900 (Source : Météo France) (Source : 167
Figure 138 : Caractéristiques des différentes vagues de chaleur de l'été 2022 en France métropolitaine (source : Santé Publique France) 167
Figure 139 : Nombre de jours de canicule par département pendant l'été 2022 (source : Santé Publique France) 168
Figure 140 : Nombre quotidien de passages aux urgences, d'hospitalisations, d'actes SOS Médecins, pour iCanicule, PACA, du 1er juin au 15 septembre 2022 (source : Santé Publique France) 169
Figure 141 : Sévérité des vagues de chaleur et surmortalité relative (% de décès en excès) par département pour les jours de dépassement des seuils d'alerte de l'été 2022, France métropolitaine (source : Santé Publique France) 169
Figure 142 : Mortalité en excès pendant les deux canicules, par âge, sur les périodes et les départements concernés par des dépassements des seuils d'alerte biométéorologiques, PACA, été 2022 (source : Santé Publique France ; données extrapolées) 170
Figure 143 : Caractéristiques des précédentes vagues de chaleurs, Paca, étés 2003-2022 (source : Santé Publique France ; données extrapolées) 170
Figure 144 : Vagues de chaleur recensées en France sur la période 1947- juillet 2022 (source : météo France) 171
Figure 145 : Évolution du nombre de jours de vagues de chaleur en France par an selon le scénario RCP8.5 (sans politique climatique) et les modèles Aladin de Météo-France (en haut) et WRF de l'IPSL (en bas) ; échelle graduée de 10 à 80 jours (source : http://www.drias-climat.fr) 171
Figure 146 : Calendrier pollinique 2022 à Aix-en-Provence (source : RNSA / République Française / ARS) 173
Figure 147 : Carte d'implantation du moustique tigre au 1er janvier 2022 en France métropolitaine 174
Figure 148 : Recensement des cas autochtones de maladies transmises par des vecteurs moustiques 174
Figure 149 : Impact de la baisse des émissions anthropiques en 2030 sur les concentrations de PM10 par rapport à 2013 (scénario émissions 2030 - scénario émissions 2013) à météo 2013 constante (source : CLIMAERA) 176
Figure 150 : Impact de la météo future 2030 sur les concentrations moyennes annuelles de PM10 par rapport à 2013 (scénario météo 2030 - scénario météo 2013) à émissions 2013 constantes (source : CLIMAERA) 176
Figure 151 : Évolution des températures pendant la période de mesure 194
Figure 152 : Évolution de la pression atmosphérique lors de la période de mesure 195
Figure 153 : Origine des vents lors de la période de mesure 196
Figure 154 : Rose des vents annuelle à Sénas (source : meteoblue) 196
Figure 155: Répartition des vitesses des vents selon l'échelle de Beaufort 197
Figure 156: Précipitations pendant la campagne de mesure 197
Figure 157 : Ensoleillement enregistré lors de la période de mesure 198
Figure 158 : Articulation des plans et schémas ayant lien avec la qualité de l'air (source : évaluation du PPA 2013- 2018 des Alpes-Maritimes ; AtmoSud) 199
Figure 159: Zones concernées par les dépassements en PM10 – début du contentieux européen 199
Figure 160 : Zones concernées par les dépassements en NO_2 au début du contentieux européen 200
Figure 161 : Situation contentieuse de la France au mois de décembre 2020 202
Figure 162 : Emplacement des zones sensibles pour la qualité de l'air selon le SRCAE PACA 206
Figure 163 : Liste des communes intégrées dans le PPA 13 (Source : AtmoSud) 207
Figure 164 : Périmètre du PPA 13 des Bouches-du-Rhône (source : AtmoSud) 207

Figure 165 : Carte de l'état d'avancement des PCAET en région Sud PACA en janvier 2023 (Source : DREAL PACA) 213
Figure 166 : Carte des territoires ayant bénéficié d'une subvention du programme TEPCV au 05-05-2017 en PACA..... 217
Figure 167 : Carte des territoires inscrits dans une démarche CTE en Sud PACA en juin 2020 217
Figure 168 : État d'avancement des CRTE en France au 19 janvier 2023 218
Figure 169 : Périmètre des CRTE des Bouches-du-Rhône 219
Figure 170 : Budgets carbone par secteur en Mt de CO_2 équivalent tels que définis dans la SNBC 2 (Source : Ministère de transition écologique et solidaire) 219
Figure 171 : Plans De Mobilités au sein de la région Sud PACA au 14 décembre 2022 (source : DREAL PACA)..... 220
Figure 172 : Les différents certificats qualité de l'air en fonction du type de véhicule 222
Figure 173 : Avancement du déploiement des ZFE-m 225
Figure 174 : Nombre de mois de perte d'espérance de vie - moyenne dans l'UE due aux particules fines (PM2,5) [Source : International Institute for Applied Systems Analysis]..... 235
Figure 175 : Échantillonneur passif pour le dioxyde d'azote (Passam) 238
Figure 176 : Micro-capteur laser utilisé pour les mesures en continu..... 240
Figure 177 : taille des particules – échelle et ordre de grandeur (source : CITEPA) 242
Figure 178 : Brins considérés..... 247

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Largeur minimale de la bande d'étude selon la charge de trafic 17
Tableau 2 : Type d'étude en fonction de la charge prévisionnelle de trafic et de la densité du bâti..... 18
Tableau 3 : Polluants à prendre en compte pour une étude de niveau I selon la note technique du 22 février 2019 19
Tableau 4 : Présentation des principaux documents de planification sur la qualité de l'air, l'environnement et la santé et cohérence du projet 24
Tableau 5 : Seuils de déclenchement des niveaux d'information et d'alerte 49
Tableau 6 : Mesures d'urgence du seuil d'alerte par secteur d'activité et typologie d'épisode de pollution de l'arrêté interpréfectoral n°000575 du 10 septembre 2019 - Bouches-du-Rhône 50
Tableau 7 : Caractéristiques de la station de mesure AtmoSud la plus proche du projet 51
Tableau 8 : Évolution et répartition des indices ATMO pour la commune de Sénas en 2022 53
Tableau 9 : Résultats numériques des modélisations AtmoSud au sein de l'emprise projet en 2021) (source : AtmoSud)..... 53
Tableau 10 : Nombre et proportion d'habitants exposés à des niveaux de polluants supérieurs aux recommandations OMS à Sénas de 2018 à 2021 (source : SIRSéPACA, ORS) 66
Tableau 11 : Estimation du nombre de décès prématurés attribuables aux différents polluants atmosphériques pour l'année 2020 et nombre d'année de vie perdues attribuables à la pollution atmosphérique en 2020 - Union Européenne et France (Source : EEA Air quality in Europe 2022)..... 69
Tableau 12 : Poids total de l'exposition à long terme aux PM2,5 et au NO_2 sur la mortalité et l'espérance de vie de la population âgée de 30 ans et plus en France métropolitaine du 1er janvier 2016 au 31 décembre 2019 (IC95 %) 71
Tableau 13 : Impact des PM10 et du NO_2 à court terme sur la mortalité en France métropolitaine du 16 mars au 22 juin 2020 (IC95%)..... 72
Tableau 14 : Impact de la diminution des concentrations de PM2,5 et de NO_2 sur la mortalité et l'espérance de vie en France métropolitaine du 1er juillet 2019 au 30 juin 2020 (IC95 %)..... 73
Tableau 15 : OAPs du PLU de Sénas – Approbation de la Modification n°2 du PLU : 22/03/2018..... 74
Tableau 16 : Normales climatologiques à la station Météo France « Salon-de-Provence »..... 75
Tableau 17 : Caractéristiques des ménages de la zone d'étude en 2017 (données carroyées INSEE 2017 publiées en 2022)..... 77
Tableau 18 : Population de la zone d'étude par tranches d'âges en 2017 (données carroyées INSEE 2017 publiées en 2022) 78
Tableau 19 : Liste des établissements vulnérables de la zone d'étude présents en l'état actuel 79
Tableau 20 : Typologie des points de mesure..... 80
Tableau 21 : Résultats des mesures en continu des particules PM10 et PM2,5 pour le point n°2 83
Tableau 22 : Résultats des mesures en continu des particules PM10 et PM2,5 pour le point n°4 84
Tableau 23 : Résultats des mesures en continu des particules PM10 et PM2,5 pour le point n°7 85
Tableau 24 : Résultats de mesures AtmoSud en particules PM10 et PM2,5 du 12 janvier au 9 février 2023 en moyennes journalières et en moyenne sur la période 87
Tableau 25 : Résultats des mesures de dioxyde d'azote [µg/m^3]..... 87
Tableau 26 : Données d'AtmoSud disponibles sur les concentrations en NO_2 mesurées du 12 janvier au 9 février 2023 88
Tableau 27 : Synthèse de l'état actuel et enjeux..... 92
Tableau 28 : Polluants à prendre en compte pour une étude de niveau I selon la note technique du 22 février 2019..... 97
Tableau 29: Ampleur relative des émissions de polluants atmosphériques dues aux activités de construction..... 99
Tableau 30: Indices VK sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle 110
Tableau 31: Consommations énergétiques sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle 110
Tableau 32 : Émissions de polluants en moyenne journalière annuelle sur le réseau d'étude pour les scénarios traités..... 112
Tableau 33 : Évolution des émissions moyennes journalières annuelles pour les principaux polluants sur le réseau d'étude- par polluant 113
Tableau 34 : Liste des récepteurs sur la zone grille 118
Tableau 35 : Concentrations maximales relevées sur la grille de calcul..... 119
Tableau 36 : Concentrations relevées au niveau de l'école maternelle..... 120
Tableau 37 : Concentrations relevées au niveau de l'école élémentaire 1 120
Tableau 38 : Concentrations relevées au niveau de l'école élémentaire 2 121
Tableau 39 : Concentrations relevées au niveau de l'école primaire..... 121
Tableau 40 : Concentrations relevées au niveau de l'EHPAD..... 122
Tableau 41 : Concentrations maximales relevées au niveau de l'emprise projet 122
Tableau 42 : Résultats des modélisations pour le dioxyde d'azote – moyenne annuelle..... 124
Tableau 43 : Résultats des modélisations pour le dioxyde d'azote – maximum horaire 124
Tableau 44 : Résultats des modélisations pour les particules PM10 – moyenne annuelle..... 128
Tableau 45 : Résultats des modélisations pour les particules PM10 – maximum journalier 129
Tableau 46 : Résultats des modélisations pour les particules PM2,5 – moyenne annuelle..... 133
Tableau 47 : Tableau récapitulatif des normes de la qualité de l'air mentionnées dans la réglementation française..... 137
Tableau 48 : Valeurs toxicologiques de référence des substances considérées pour les effets à seuils – Exposition CHRONIQUE – Inhalation..... 142
Tableau 49 : Valeurs toxicologiques de référence des substances considérées pour les effets SANS seuils – Exposition CHRONIQUE - Inhalation..... 143
Tableau 50 : Scénario d'exposition « écolier » et paramètres considérés 145
Tableau 51 : Scénario d'exposition « Personne âgée » et paramètres considérés 145
Tableau 52 : Scénario d'exposition « Résident » et paramètres considérés 145
Tableau 53 : Scénario d'exposition « enfant » et paramètres considérés 145
Tableau 54 : Quotients de dangers par composé au niveau de l'école maternelle – Voie inhalation - scénario écolier de maternelle 146
Tableau 55 : Quotients de dangers par composé au niveau de l'école élémentaire 1 – Voie inhalation - scénario écolier de l'élementaire 147
Tableau 56 : Quotients de dangers maximaux par composé au niveau de l'école élémentaire 2 – Voie inhalation - scénario écolier de l'élementaire..... 147
Tableau 57 : Quotients de dangers par composé au niveau de l'école primaire – Voie inhalation - scénario écolier du primaire..... 148
Tableau 58 : Quotients de dangers par composé au niveau de l'EHPAD – Voie inhalation - scénario personne âgée 148

Tableau 59 : Quotients de dangers maximaux par composé pour le scénario résident - Voie inhalation 149
Tableau 60 : Comparaison aux recommandations de l'OMS pour les substances sans VTR – NO_2 151
Tableau 61 : Comparaison aux recommandations de l'OMS pour les substances sans VTR – PM10 151
Tableau 62 : Comparaison aux recommandations de l'OMS pour les substances sans VTR – PM2,5 151
Tableau 63 : Excès de risque individuel – Voie inhalation - scénario « Enfant » - Maternelle et École élémentaire 1 152
Tableau 64 : Excès de risque individuel – Voie inhalation - scénario « Enfant » - École primaire 152
Tableau 65 : Excès de risque individuel – Voie inhalation - scénario « Résident » 153
Tableau 66 : Comparaison aux recommandations de l'OMS pour les effets aigus – PM10 153
Tableau 67 : Comparaison aux recommandations de l'OMS pour les effets aigus – PM2,5 154
Tableau 68 : Comparaison aux recommandations de l'OMS pour les effets aigus – NO_2 154
Tableau 69: Quantité de GES produits par le trafic routier sur le réseau d'étude considéré – Phase exploitation 161
Tableau 70 : Classes de densité 162
Tableau 71 : Coûts unitaire de la pollution atmosphérique générée par le transport routier (en $€_{2015}$ / 100 véhicules x km) 162
Tableau 72 : Estimation des coûts de la pollution atmosphérique générée par le transport routier sur le réseau d'étude 162
Tableau 73 : Estimation des coûts des GES générés par le transport routier du réseau d'étude 163
Tableau 74: Principaux pollens allergisants 173
Tableau 75 : Résultats des modélisations pour les oxydes d'azote – moyenne annuelle 179
Tableau 76 : Résultats des modélisations pour le dioxyde de soufre – moyenne annuelle 179
Tableau 77 : Vitesse du vent moyen journalier et rafales de vents maximales journaliers 195
Tableau 78 : Échelle de Beaufort 196
Tableau 79: Objectifs de réduction des émissions de polluants atmosphériques 211
Tableau 80: Concentrations en NO_2 relevées par AtmoSud à la station la plus proche du projet 234
Tableau 81 : Concentrations en PM10 relevées par AtmoSud à la station la plus proche du projet 234
Tableau 82 : Concentrations en PM2,5 relevées par AtmoSud à la station la plus proche du projet 234
Tableau 83: Concentrations en O_3 relevées par AtmoSud à la station la plus proche du projet 234
Tableau 84 : Critères nationaux de la qualité de l'air 244
Tableau 85 : Données trafics considérées pour chaque situation 248

Préambule

1. CONTEXTE GÉNÉRAL

La présente étude Air & Santé s'inscrit dans le cadre du projet du chemin du pont de l'Auture, sur le territoire de la commune de Sénas [Bouches-du-Rhône/13].

La première partie de l'étude constitue l'état actuel de la qualité de l'air sur la zone d'étude.
La seconde partie consiste en l'analyse des impacts du projet sur l'air et sur la santé.

L'étude est menée conformément aux préconisations de la ***Note technique NOR : TRET1833075N*** *du* ***22 février 2019*** relative à la prise en compte des effets sur la santé de la pollution de l'air dans les études d'impact des infrastructures routières. Il est bien entendu intégré le fait qu'il s'agit d'un projet d'aménagement urbain et non d'infrastructures routières. En effet, la méthodologie de la note est adaptable pour répondre à une problématique d'aménagement étant donné que la population potentielle induite par l'aménagement va modifier les flux de trafic de la zone. Par ailleurs, cette approche satisfait les services de l'État sur une thématique qui prend de plus en plus d'ampleur, avec notamment le renforcement du sujet de la qualité de l'air dans les plans et programmes locaux.

L'OMS donne dès 1946 une définition étendue de la santé : « la santé est un état de complet bien-être physique, mental et social, qui ne consiste pas seulement en une absence de maladie ou d'infirmité ».
Le guide « Agir pour un urbanisme favorable à la santé »[1] a pour but d'impulser une stratégie de décloisonnement qui se traduirait par l'adoption de choix d'aménagement favorables à la santé et minimisant les risques.
De nombreux facteurs liés à notre environnement physique, social et économique, influencent la santé. Ils sont connus sous le terme de « déterminants de la santé ».
Il peut s'agir de facteurs individuels (âge, sexe, patrimoine génétique, comportement, …), socio-économiques (accès au logement, à l'emploi, à la culture, à l'éducation, …), environnementaux (qualité de l'air, de l'eau, de l'environnement sonore, …), ou bien encore concernant les politiques urbaines (de transport, de l'habitat, …).

La pollution atmosphérique a pour conséquence de modifier le bien-être de la société[2] et induit des coûts liés à ces nuisances.

Il s'avère que les effets de la pollution peuvent être soit directs, soit indirects :

- Effets indirects (sur l'environnement), en termes de **dégradation :**
  - Bâti ;
  - Agriculture, forêts ;
  - Écosystème.
- Effets directs non sanitaires, en termes de **nuisances** :
  - Psychologiques ;
  - Olfactives ;
  - Esthétiques (Visibilité).
- Effets directs sanitaires (mortalité, morbidité).
  - Coûts directs :
    - Coûts d'hospitalisation ;
    - Coûts d'une consultation ;
    - Coûts de traitement ;
    - Valorisation d'un décès.
  - Coûts indirects :
    - Pertes productives associées ;
    - Aspects psychologiques ;
    - Douleur, désagrément et gêne physiques ;
    - Effets induits chez les proches ;
    - Effets induits sur les activités de loisir.

[1] « Agir pour un urbanisme favorable à la santé, concepts & outils » ; Guide EHESP/DGS, ROUÉ-LE GALL Anne, LE GALL Judith, POTELON Jean-Luc et CUZIN Ysaline, 2014. ISBN : 978-2-9549609-0-6

[2] Rapport d'information n°3772 enregistré le 19 mai 2016 à l'Assemblée nationale par le comité d'évaluation et de contrôle des politiques publiques sur l'évaluation des politiques publiques de lutte contre la pollution de l'air

2. CONTEXTE LÉGISLATIF

En France, la législation qui encadre la réalisation des études Air et Santé en général repose sur les textes suivants :

- La *Loi n°76/629 du 10/07/1976* relative à la protection de la nature et au contenu des études d'impact.
- Le *Décret modifié 77-1141 du 12 octobre 1977*, pris pour l'application de l'article 2 de la loi n°768-629 du 25 février 1993 relatif aux études d'impact et champ d'application des enquêtes publiques. Abrogé par le Décret 2005-935 2005-08-02 art. 8 sous réserves JORF 5 août 2005 (en tant qu'il s'applique en Nouvelle-Calédonie, en Polynésie française, à Wallis-et-Futuna, dans les Terres australes et antarctiques françaises et à Mayotte).
- La *Loi sur l'Air et l'Utilisation Rationnelle de l'Énergie*, dite loi "LAURE", n°96/1236 du 30/12/1996.
- La *Circulaire Mate n°98/36 du 17/02/98* relative à l'application de l'article 19 de la loi sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie complétant les études d'impact des projets d'aménagements.
- La *Circulaire DGS n°2001-185 du 11/04/2001* relative à l'analyse des effets sur la santé des études d'impact sanitaire.
- Le *Décret 93-245 du 25 février 1993* relatif aux études d'impact et champ d'application des enquêtes publiques.
- La *Circulaire du ministère de l'environnement n°93-73 du 27 septembre 1993* prise pour l'application du décret n°93-245 du 25 février 1993 relatifs aux études d'impact et au champ d'application des enquêtes publiques et modifiant le décret n°77-1141 du 12 octobre 1977 et l'annexe au décret n°85-453 du 23 avril 1985.
- La *Loi n°2010-788 du 12 juillet 2010* portant engagement national pour l'environnement, dite loi Grenelle 2, par son article 230 qui définit le champ d'application, les critères et le contenu des études d'impact, ainsi que les modalités de décision de l'autorité compétente.
- Le *Décret n° 2011-2019 du 29/12/11* qui porte réforme des études d'impact des projets de travaux, d'ouvrages ou d'aménagements.
- La *Circulaire n°87-88 du 27 octobre 1987* relative à la construction et à l'aménagement des autoroutes concédées modifiée par la circulaire 2002-63 du 22 octobre 2002 relative aux modalités d'élaboration et d'approbation des dossiers concernant les opérations d'aménagement sur des autoroutes en service, complétant et modifiant la circulaire du 27 octobre 1987 et la directive du 27 octobre 1987 relatives à la construction et à l'aménagement des autoroutes concédées.
- La **Note technique NOR : TRET1833075N** du ministère de la transition écologique et solidaire et du ministère des solidarités et de la santé du 22 février 2019 relative à la prise en compte des effets sur la santé de pollution de l'air dans les études d'impact des infrastructures routières.
- Le *Code de l'environnement* - Articles R221-1 à R221-3 - Définition des critères nationaux de la qualité de l'air.
- L'*Arrêté du 13/03/18 modifiant l'arrêté du 20 août 2014* relatif aux recommandations sanitaires en vue de prévenir les effets de la pollution de l'air sur la santé, pris en application de l'article R. 221-4 du Code de l'environnement.
- Le *Décret n° 2016-849 du 28/06/16 r*elatif au Plan Climat-Air-Énergie Territorial.
- Le *Décret n° 2016-753 du 07/06/16* relatif aux évaluations des émissions de gaz à effet de serre et de polluants atmosphériques à réaliser dans le cadre des plans de déplacements urbains.
- Le *Décret n°2010-1250 du 21 octobre 2010* relatif à la qualité de l'air, transposant la directive 2008/50/CE du Parlement européen et du Conseil du 21 mai 2008 et décrivant les critères de qualité de l'air et de réduction des émissions de polluants dans l'objectif d'améliorer la qualité de l'air et de protéger la santé humaine.

La présente étude est réalisée conformément à ces textes, et se fonde également sur les documents en liste ci-dessous :

- Méthodologie définie dans l'instruction de l'Équipement de mars 1996 relative à la prise en compte de l'environnement et du paysage dans la conception et la réalisation des projets routier.
- Guide méthodologique sur le volet « Air et Santé » des études d'impact routières de février 2019 (annexe de la Note technique du 22 février 2019 relative à la prise en compte des effets sur la santé de la pollution de l'air dans les études d'impacts des infrastructures routières).
- Guide « *Agir pour un urbanisme favorable à la santé, concepts & outils* » ; Guide EHESP/DGS, ROUÉ-LE GALL Anne, LE GALL Judith, POTELON Jean-Luc et CUZIN Ysaline, 2014.
- Normes ISO ou AFNOR correspondant aux protocoles analytiques des différents polluants à analyser.

3. PRÉSENTATION DU PROJET

Le projet consiste en l'aménagement du Chemin du pont de l'Auture, dans son intégralité. Il est situé en zone 2AU du PLU de la commune de Sénas (approuvé le 20/09/2016) et dans le périmètre de l'OAP « Pont de l'Auture ».

L'emprise projet est située à l'ouest de la route départementale 7N (RD7N). Celle-ci est classée en catégorie 3 par le classement sonore des infrastructures de transports terrestres des Bouches-du-Rhône, approuvé par arrêté préfectoral du 19/05/2016.

L'objectif du projet est de permettre la réalisation d'un nouveau quartier en continuité de l'urbanisation existante. L'aménagement prend en compte la rubrique 39a du tableau annexe de l'article R. 122-2 du code de l'environnement. Sur des terrains d'une surface totale de 45 789 m², le projet consiste en la construction d'un programme immobilier, comprenant :

- La réalisation d'un ensemble de logements, sous la forme de villas individuelles accolées et d'immeubles semi-collectifs de 4 à 6 logements, et composé de logements en accession libre et de logements locatifs sociaux ;
- La création de places de stationnement pour les véhicules, dont des garages, des places sous une pergola végétale et des places pour les visiteurs ;
- La restructuration du réseau viaire par le déclassement de voies communales et la création de nouvelles voies ;
- La création de cheminements doux (piétons, 2 roues) ;
- L'aménagement de dispositifs de rétention des eaux pluviales ;
- La démolition d'une maison individuelle et de sa piscine attenante, présentes actuellement sur l'emprise projet ;
- La réalisation d'espaces verts communs et de jardins privatifs.

Les intentions de réalisation du projet sont données en figure page suivante.

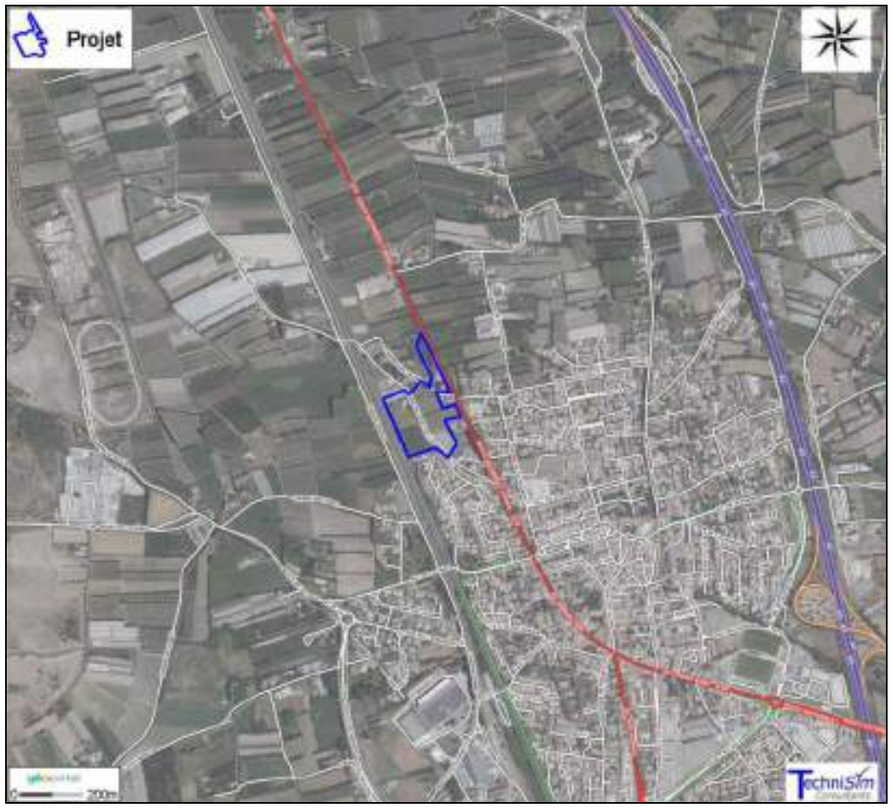


Figure 1 : Localisation de l'aménagement du chemin du pont de l'Auture

Figure 2 : Plan masse du projet (Source : Bouygues Immobilier & SARL Jean-Fabrice Gallo Architectes – 21/12/2023**)**

4. PRESENTATION DU VOLET AIR ET SANTÉ

À propos de l'impact du projet sur la circulation automobile, il est utile de rappeler que la **Note technique [NOR : TRET1833075N] du 22 février 2019** relative à la prise en compte des effets sur la santé de la pollution de l'air dans les études d'impact des infrastructures routières pour qualifier les impacts consécutifs aux augmentations de trafic induites par le projet, ainsi que le *Guide méthodologique du CEREMA* sur le volet « Air & Santé » des études d'impacts routières, viennent préciser le contenu des volets Air & Santé.

4.1. DÉFINITION DES PARAMÈTRES DE L'ÉTUDE

❖ **Définition du réseau d'étude**

Selon la *Note technique du* 22 *février 2019*, le réseau d'étude est un objet linéique composé d'un ensemble de voies, c'est-à-dire :

- **Le projet routier étudié** (y compris les différentes variantes de tracé) ;
- **L'ensemble des voies dont le trafic est affecté significativement par le projet**. Il est intéressant de retenir que deux cas de figure sont distingués pour les trafics :
  - *Supérieurs à 5 000 véhicules/jour* : la modification du trafic engendrée par la mise en service du projet est considérée comme significative lorsque la variation relative de trafic entre le scénario au 'Fil de l'eau' et le scénario projet de référence au même horizon est supérieure à 10 %, en positif ou bien en négatif.
  - *Inférieurs à 5 000 véhicules/jour* : la modification de trafic engendrée par la mise en service du projet est considérée comme significative lorsque la variation absolue de trafic entre le scénario au 'Fil de l'eau' et le scénario projet de référence au même horizon est supérieure à 500 véhicules/jour, en positif ou en négatif.
- L'ensemble des projets d'infrastructures routières « existants ou approuvés » tels que définis dans l'article R 122-5 paragraphe II.5 e) du Code de l'Environnement, à savoir les projets qui lors du dépôt de l'étude d'impact ont fait l'objet :
  - D'une étude d'incidence environnementale au titre de l'article R. 181-14 et d'une enquête publique ;
  - D'une évaluation environnementale au titre du Code précité et pour lesquels un avis de l'Autorité environnementale a été rendu public.

  Sont exclus les projets ayant fait l'objet d'un arrêté mentionnant un délai et devenu caducs, ceux dont la décision d'autorisation est devenue caduque, dont l'enquête publique n'est plus valable ainsi que ceux qui ont été officiellement abandonnés par le maître d'ouvrage.

En milieu interurbain, la variation de trafic est évaluée à partir du **T**rafic **M**oyen **J**ournalier **A**nnuel (TMJA).
En milieu urbain, en fonction des données de trafic disponibles et du projet, la variation de trafic est examinée à l'**H**eure de **P**ointe la plus chargée (du soir ou du matin) ou à partir du **T**rafic **M**oyen **J**ournalier **A**nnuel.

❖ **Définition de la bande d'étude**

Une bande d'étude est une zone située autour d'un axe routier (objet linéique) dont la largeur est adaptée en fonction de l'influence du projet sur la pollution atmosphérique locale. Elle complète le réseau d'étude en lui apportant une dimension surfacique et est donc définie autour de chaque axe du réseau d'étude (*Note technique du* 22 *février 2019).*

La largeur de la bande d'étude varie en fonction du type des composés examinés (gazeux ou particulaire) et du trafic circulant sur la voie (dans les deux sens de circulation) :

- Pour l'évaluation des polluants présents dans les retombées particulaires, la largeur de la bande d'étude est de 200 m centrée sur l'axe de la voie, quel que soit le trafic ;
- Concernant la pollution gazeuse, la largeur minimale de la bande d'étude varie selon le trafic à l'horizon d'étude le plus lointain sur la voie considérée. Elle est définie selon les données du tableau ci-dessous.

Tableau 1 : Largeur minimale de la bande d'étude selon la charge de trafic

TMJA (véh/j) à l'horizon d'étude le plus lointain	Largeur minimale de la bande d'étude centrée sur l'axe de la voie
> 50 000	600 mètres
25 000 < TMJA ≤ 50 000	400 mètres
10 000 < TMJA ≤ 25 000	300 mètres
≤ 10 000	200 mètres

❖ **Définition de la zone d'étude**

L'ensemble des bandes d'études définies autour de chaque voie du réseau d'étude permet de circonscrire les calculs de dispersion et les populations à prendre en compte dans le volet santé (*Note technique du 22 février 2019*).

Étant donné que l'opération consiste en un aménagement urbain, il sera considéré en tant que zone d'étude – pour l'**état actuel** – un cercle de 1 km de rayon, centré sur le projet.

La planche suivante repère la zone d'étude considérée pour l'état actuel.

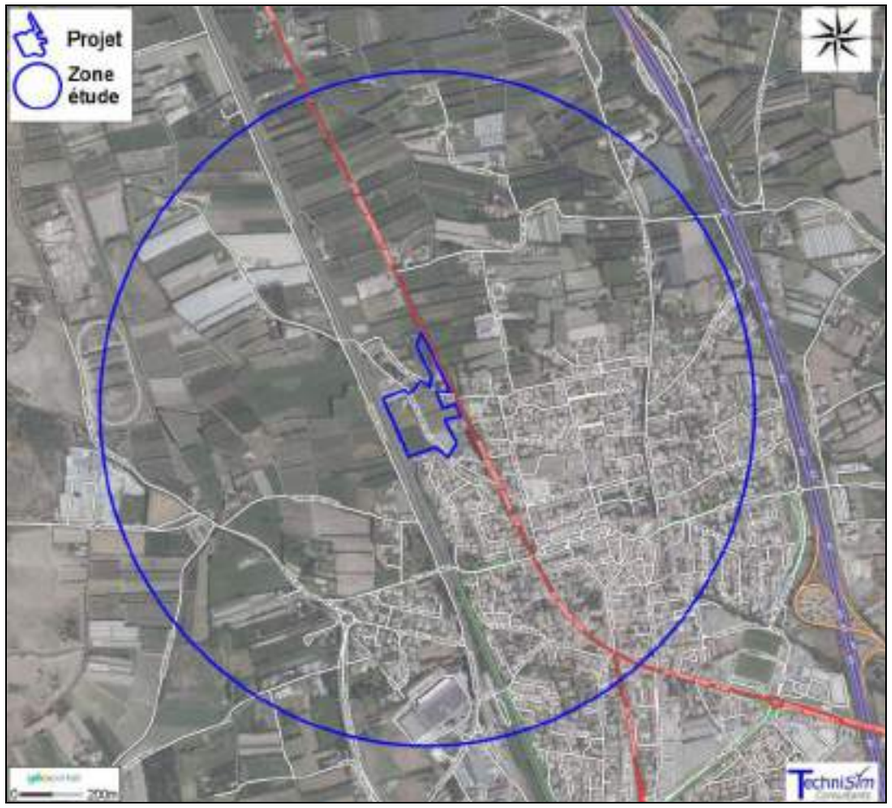


Figure 3 : Zone d'étude définie pour l'état actuel du volet Air et Santé (cercle de 1 km de rayon centré sur le projet**)**

4.2. DÉFINITION DU NIVEAU DE L'ÉTUDE

Pour rappel, le niveau d'étude est défini à l'horizon d'étude le plus lointain, c'est-à-dire celui pour lequel les trafics seront les plus élevés. Cela à l'aide des trois critères ci-dessous :

- La charge prévisionnelle de trafic en Véhicules/Jour ;
- La densité de population correspondant à la zone la plus densément peuplée traversée par le projet ;
- La longueur du projet.

Le niveau d'étude permet de discriminer les polluants à retenir en fonction du degré de précision de l'étude.
Le tableau qui suit précise les quatre niveaux d'étude déterminés, sachant que le niveau **I** est le plus exigeant en termes de précision et d'investigation.

Tableau 2 : Type d'étude en fonction de la charge prévisionnelle de trafic et de la densité du bâti

Densité [hab./km²]	Trafic à l'horizon d'étude le plus lointain (selon tronçons homogènes de plus de 1 km)			
	> 50 000 véh/j	25 000 à 50 000 véh/j	10 000 à 25 000 véh/j	≤ 10 000 véh/j
Densité ≥ 10 000 hab./km²	I	I	II	II si Lprojet > 5 km ou III si Lprojet ≤ 5 km
2 000 hab. /km² < Densité < 10 000 hab./km²	I	II	II	II si Lprojet > 25 km ou III si Lprojet ≤ 25 km
Densité ≤ 2 000 hab./km²	I	II	II	II si Lprojet > 50 km ou III si Lprojet ≤ 50 km
Pas de bâti	III	III	IV	IV

❖ **Adaptation du niveau de l'étude**

Le niveau d'étude doit être adapté en fonction de plusieurs paramètres :

- **La présence de lieux dits 'vulnérables' dans la bande d'étude du projet :** une étude de niveau II est remontée au niveau I au droit des lieux vulnérables et non sur la totalité de la bande d'étude du projet ;
- **Les milieux mixtes (urbains et interurbains) :** l'absence totale de population sur certains tronçons supérieurs à 1 km autorise l'application d'un niveau d'étude moins exigeant sur ces sections ;
- **L'importance de la population :** si la population présente dans la bande d'étude du projet dépasse 100 000 habitants, une étude de niveau II est remontée au niveau I. Une étude de niveau III est remontée au niveau II. (*Note* : Il n'y a pas lieu de remonter les études de niveau IV) ;
- **L'existence d'un Plan de Protection de l'Atmosphère ou son projet de mise en place :** si un PPA est approuvé ou doit être réalisé sur un périmètre qui englobe la zone d'étude, le niveau d'étude est remonté d'un niveau, quel que soit le niveau d'étude initial.

Compte tenu de la densité de population au sein de la zone d'étude (**1 229 hab./km²),** de la présence de la **RD7N en bordure du projet** (trafics de l'ordre de 10 000 véh/j), et de l'existence du **P**lan de **P**rotection de l'**A**tmosphère des Bouches-du-Rhône, il sera réalisé une étude **inspirée et adaptée des études routières de niveau I**.

4.3. CONTENU DE L'ÉTUDE

L'étude du projet d'aménagement du chemin du pont de l'Auture sur le territoire de la commune de Sénas traitera les éléments ci-dessous :

- Caractérisation bibliographique de l'état actuel avec un niveau de détail correspondant à une étude niveau I ;
- Campagne de mesures *in situ* (particules PM10 et PM2,5 et NO_2) sur la zone d'étude ;
- Estimation des émissions de polluants sur le réseau d'étude ;
- Estimation des émissions de Gaz à Effet de Serre (GES) ;
- Estimation de la consommation énergétique ;
- Estimation des concentrations modélisées sur la zone d'étude ;
- Évaluation des Risques Sanitaires (ERS) sur la zone d'étude ;
- Présentation bibliographique des effets sanitaires de la pollution automobile sur la population ;
- Analyse des coûts collectifs de l'impact sanitaire des pollutions et des nuisances ;
- Évaluation de l'impact de la pollution atmosphérique sur la faune, la flore, le sol et les bâtiments.

Vis-à-vis d'une étude de niveau I, les polluants à prendre en compte selon la note technique du 22 février 2019 sont ceux listés dans le tableau suivant.

Tableau 3 : Polluants à prendre en compte pour une étude de niveau I selon la note technique du 22 février 2019

<table>
<tr><th colspan="3">Polluants à considérer pour une étude de niveau I</th></tr>
<tr><td colspan="3">Polluants servant à l'évaluation des impacts du projet sur la qualité de l'air</td></tr>
<tr><td colspan="2">Oxydes d'azote (NOx)
Monoxyde de carbone (CO)
Dioxyde de soufre (SO_2)
Composés Organiques Volatils Non Méthaniques (COVNM)</td><td>Particules PM10 et PM2,5
Benzène
Arsenic
Nickel
Benzo(a)pyrène</td></tr>
<tr><td colspan="3">Polluants servant à l'Évaluation des Risques Sanitaires</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Voie respiratoire</td><td>Effets aigus</td><td>Particules PM10 et PM2,5
Dioxyde d'azote (NO_2)</td></tr>
<tr><td>Effets chroniques</td><td>Particules PM10 et PM2,5
Dioxyde d'azote (NO_2)
Benzène
16 HAP* dont le benzo(a)pyrène
1,3-Butadiène
Chrome
Nickel
Arsenic</td></tr>
<tr><td>Voie orale
(si risque ingestion identifié)</td><td>Effets chroniques</td><td>16 HAP* dont le benzo(a)pyrène</td></tr>
</table>

*16 HAP = acénaphtène, acénaphtylène, anthracène, benzo(a)anthracène, benzo(a)pyrène, benzo(b)fluoranthène, benzo(k)fluoranthène, benzo(ghi)pérylène, chrysène, dibenzo(a,h)anthracène, fluorène, fluoranthène, indéno(1,2,3-cd)pyrène, phénanthrène, pyrène et benzo(j)fluoranthène.

État Actuel

5. CONTENU DE L'ÉTAT ACTUEL

Dans l'étude « Air », l'état dit 'actuel' permet de qualifier les paramètres environnementaux relatifs à l'air avant la mise en œuvre du projet d'aménagement. Cet état actuel servira de référence au suivi de la qualité de l'air pour les années à venir.
L'état actuel expose le contexte réglementaire et politique ainsi que la stratégie mise en œuvre en matière de qualité de l'air et dans lesquels s'inscrit le projet.
Il qualifie les enjeux et évalue les vulnérabilités existantes sur la zone d'étude.

L'état actuel exige de traiter les thèmes suivants :

- Analyse de la compatibilité du projet avec les documents de planification (SRCAE, PPA, PDU) et de sa cohérence avec les actions du PNSE et PRSE.
- Identification, à l'échelle de la zone étudiée, des secteurs à enjeux en termes de qualité de l'air et restitution sous forme cartographique des zones suivantes :
  - Zones où les valeurs limites sont dépassées pour les polluants dont la surveillance est réglementée par l'article 221-1 du code de l'environnement ;
  - Zones couvertes par un Plan de Protection de l'Atmosphère ;
  - Zones sensibles au regard de l'article 222-2 du Code de l'environnement ;
  - Zones où des actions de réduction des émissions des indicateurs de pollutions tels que les PM10, PM2,5, NO_2 et précurseurs de l'ozone sont mises en place dans le domaine d'étude afin de réduire leurs concentrations.
- Identification et restitution sous forme cartographique des principales sources d'émissions sur la zone d'étude à partir des données disponibles et réalisation d'un état des lieux des secteurs de fortes émissions.
- Localisation des populations, des établissements vulnérables et décompte de la population générale.
- Recensement des projets « existants ou approuvés » au titre de l'article R.122-5 II 5° e) du Code de l'environnement.
- Données relatives à l'impact sanitaire des populations.
- Identification des zones de cultures présentant des enjeux sanitaires par ingestion, en l'occurrence les jardins potagers.
- Caractérisation plus fine, par rapport aux données bibliographiques, de la qualité de l'air par des mesures in situ dans la zone d'étude.
- Un état sanitaire initial de la population est présenté si une étude d'impact sanitaire de la pollution atmosphérique (EISPA) est disponible dans la zone d'étude.

6. CONTENTIEUX EUROPÉEN

La France est depuis plusieurs années, visée par des procédures relatives au non-respect de la directive 2008/50/CE pour les particules PM10 et le dioxyde d'azote. Bien que la qualité de l'air se soit améliorée depuis le début des procédures de contentieux, certaines zones demeurent dans le spectre de ces procédures.
L'historique détaillé des procédures des contentieux pour les PM10 et le dioxyde d'azote est fourni en annexe (Annexe : Présentation des documents de planification).

La situation contentieuse de la France au 03 décembre 2020 au titre de la qualité de l'air[3] est donnée en figure suivante.

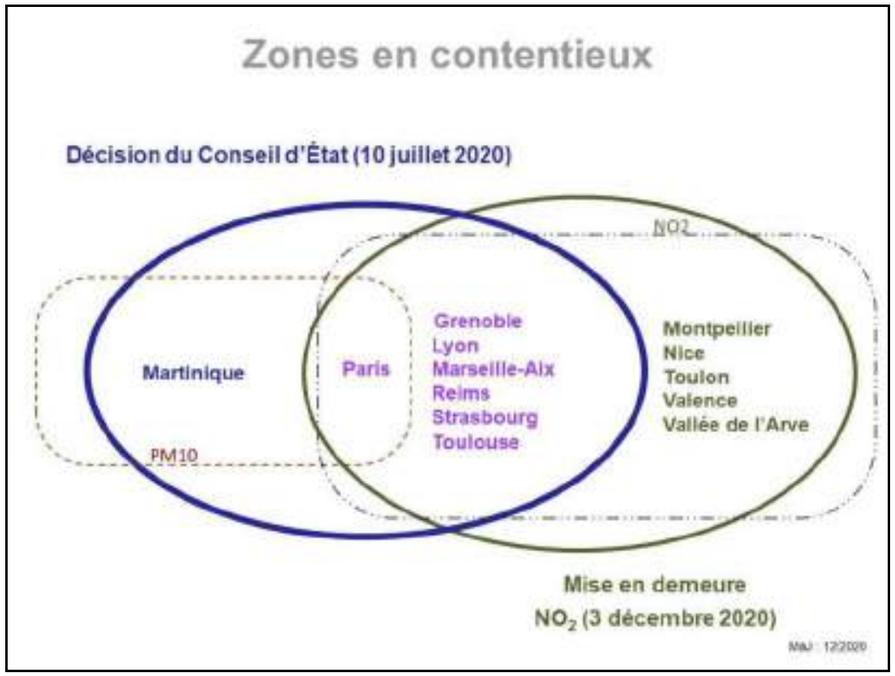


Figure 4 : Situation contentieuse de la France au titre de la qualité de l'air (décembre 2020)

La commune de Sénas est incluse dans le périmètre du contentieux au titre de la zone de Marseille-Aix, pour les PM10 et pour le dioxyde d'azote.

[3] https://www.ecologie.gouv.fr/pollution-lair-origines-situation-et-impacts#e5

❖ **Décision de justice du Conseil d'état et astreintes financières**

Le 04 août 2021, le Conseil d'État a relevé que les données provisoires pour l'année 2020 indiquent « que les dépassements persistent pour Paris et Lyon et que les taux ne sont que légèrement inférieurs aux seuils limites pour Toulouse, **Marseille-Aix** et Grenoble, alors même que plusieurs sources de pollution, notamment la circulation routière, ont été très fortement diminuées avec les mesures prises pour faire face à la crise sanitaire ». Autrement dit, « l'État n'a pas su prouver que cette baisse de la pollution de l'air dans certaines zones concernées était le fruit de politiques publiques de lutte contre la pollution de l'air et non le résultat des limitations d'activités et de déplacements liés à la crise sanitaire et au(x) confinement(s) ».
Le Conseil d'État considère les mesures mises en avant pour renverser la tendance « dans le délai le plus court possible » (instauration de nouvelles zones à faible émission [ZFE], interdiction progressive des chaudières à gaz ou à fioul, entre autres) insuffisantes et incertaines. « Aucun nouveau plan de protection de l'air n'a été adopté pour les zones concernées, alors que ces plans constituent aujourd'hui un outil connu et adapté pour préciser les actions à mener et évaluer dans quel calendrier elles permettront de repasser sous les valeurs limites ».
En conséquence, le Conseil d'État condamne le Gouvernement à payer une astreinte fixe de 10 millions d'euros au titre de son premier semestre de retard sur l'astreinte (du 11 janvier au 11 juillet 2021).

Après analyse des nouveaux éléments fournis par le ministère chargé de l'écologie, en lecture de la décision n°428409 du 17 octobre 2022, le Conseil d'État liquide deux nouvelles astreintes pour le second semestre 2021 et le premier semestre 2022, soit un montant total de 20 millions d'euros.

À la suite de la présente décision, le Conseil d'État réexaminera en 2023 les actions de l'État menées à partir du second semestre 2022 (juillet 2022-janvier 2023).

7. DOCUMENTS DE PLANIFICATION / PLANS ET PROGRAMMES – COMPATIBILITE DU PROJET

Des moyens politiques et stratégiques ont été mis en place à différentes échelles pour encadrer les actions sur la thématique de la pollution de l'air et de ses effets sur la santé des populations. D'autres plans et programmes stratégiques ne sont pas dédiés à l'amélioration de la qualité de l'air mais les actions mises en œuvre ont une influence sur celle-ci.

- Échelle nationale : Code de l'environnement, Loi d'Orientation des Mobilités, Plan Climat, Plan national de Réduction des Émissions de Polluants Atmosphériques (PREPA), Stratégie Nationale Bas Carbone (SNBC2), Loi n°2015-992 du 17 août 2015 (relative à la Transition énergétique pour la croissance verte), Plan National Santé-Environnement (PNSE).

- Échelle régionale : Schéma Régional d'Aménagement de Développement Durable et d'Égalité des Territoires (SRADDET) ; Plan Régional Santé-Environnement (PRSE).

- Échelle intercommunale : Plan de Protection de l'Atmosphère (PPA) et Feuille de route Qualité de l'air ; Plan Climat Air Énergie territorial (PCAET) et Plan de Mobilité (PDM).

- Échelle locale : Plan Local d'Urbanisme (PLU).

Le graphique ci-contre précise l'articulation des différents documents.

Information : Les principaux outils dans lesquels le projet se structure sont disponibles en annexe de ce rapport (Annexe : Présentation des documents de planification).

Les lignes-directrices de ces outils ainsi que la cohérence du projet sont synthétisées dans le tableau également suivant.

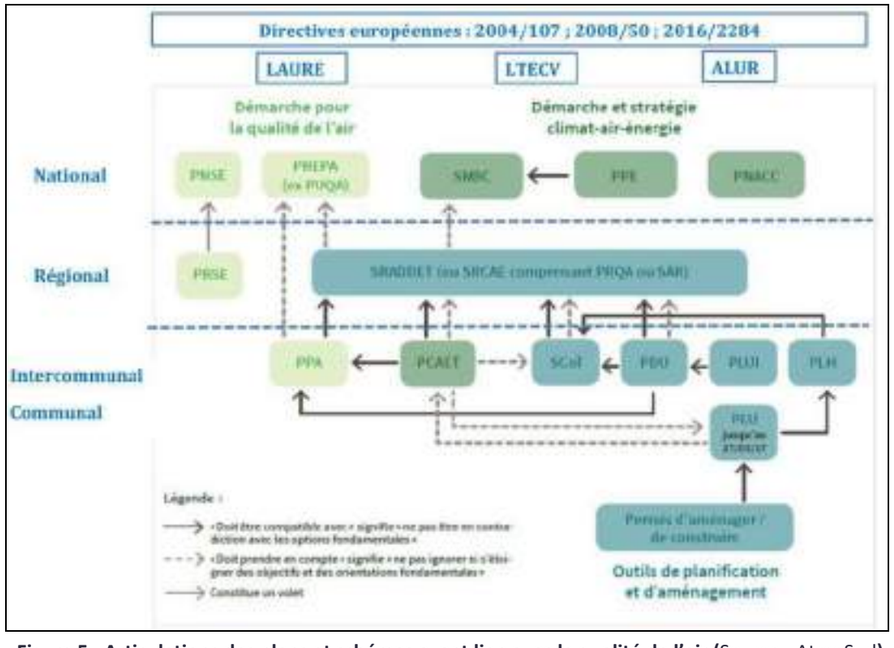


Figure 5 : Articulations des plans et schémas ayant lien avec la qualité de l'air (Source : AtmoSud**)**

En l'état actuel, le projet s'inscrit en cohérence avec les différents documents relatifs à la qualité de l'air.

Tableau 4 : Présentation des principaux documents de planification sur la qualité de l'air, l'environnement et la santé et cohérence du projet

<table>
<tr><th>DOCUMENTS DE PLANIFICATION</th><th>ZONES D'ACTION</th><th>OBJET(S)/OBJECTIF(S)</th><th>ÉLÉMENTS du PROJET en COHÉRENCE avec le thème AIR du DOCUMENT</th></tr>
<tr><td colspan="4">Réduction des émissions polluantes</td></tr>
<tr><td>Loi d'Orientation des Mobilités
(2019)</td><td>Territoire national</td><td>La Loi d'orientation des Mobilités n°2019-1428 du 24 décembre 2019 engage une transformation profonde, pour répondre à l'impératif d'améliorer concrètement la mobilité au quotidien, pour tous les citoyens et dans tous les territoires, grâce à des solutions de transports plus efficaces plus propres plus accessibles.
Les 15 mesures-clés de ladite loi sont les suivantes :
1. Des solutions alternatives à la voiture individuelle sur 100 % du territoire
2. Une augmentation de 40 % des investissements pour améliorer les transports du quotidien
3. La priorité à la remise en état des réseaux routier et ferroviaire
4. Un plan sans précédent pour développer les transports en commun et désenclaver les territoires
5. La mobilité facilitée pour les personnes en situation de handicap
6. Un accompagnement à la mobilité pour tout demandeur d'emploi
7. 100 % des informations sur l'offre de mobilité accessibles et la possibilité de faire un trajet porte-à-porte avec un seul titre de transport
8. Des navettes autonomes en circulation dès l'année 2020
9. Un forfait mobilité durable : jusqu'à 400 €/an pour aller au travail en vélo ou en covoiturage
10. Un plan pour développer le covoiturage
11. Un plan vélo pour tripler sa part dans les déplacements d'ici 2024
12. Un nouveau cadre pour les solutions en libre-service
13. Le déploiement du véhicule électrique facilité grâce aux bornes de recharge électriques
14. Le déploiement de zones à faibles émissions pour un air plus respirable
15. Le permis de conduire moins cher et plus rapide</td><td>Création de cheminements doux (piétons, 2 roues).
Incitation à l'usage du vélo par la création de locaux vélos.</td></tr>
<tr><td>Plan Climat
(2017)</td><td>Territoire national</td><td>Le Plan Climat vise à accélérer la transition énergétique et climatique à travers un programme d'actions, telles que les suivantes :
Généralisation de la prime à la conversion des véhicules
Crédit d'impôt pour la transition énergétique : accompagner les travaux les plus efficaces en économies d'énergie
Changement des chaudières au fioul
Objectif de faire disparaître en dix ans les logements mal isolés qui conduisent à la précarité énergétique
Objectif de mettre fin à la vente de voiture à essence ou au diesel en 2040
Plan de déploiement de l'hydrogène
Faire converger la fiscalité entre le diesel et l'essence avant 2022
Accélérer la montée en puissance du prix du carbone
Neutralité des émissions de gaz à effet de serre à l'horizon 2050</td><td>Renouvellement du parc immobilier par des bâtiments neufs isolés et moins énergivores.</td></tr>
<tr><td>PREPA
Plan national de réduction des émissions de polluants atmosphériques
[Décret n°2017-949 du 10 mai 2017 fixant les objectifs nationaux de réduction des émissions de certains polluants atmosphériques]
[Arrêté du 08/12/2022 établissant le plan national de réduction des émissions de polluants atmosphériques]</td><td>Territoire national</td><td>Le PREPA fixe la stratégie de l'État pour réduire les émissions de polluants atmosphériques au niveau national et respecter les exigences européennes. Les objectifs de réduction des émissions par rapport à celles de 2005 sont les suivants :
<table>
<tr><th>POLLUANTS</th><th>À partir de 2020</th><th>À partir de 2030</th></tr>
<tr><td>Dioxyde de soufre</td><td>-55 %</td><td>-77 %</td></tr>
<tr><td>Oxydes d'azote</td><td>-50 %</td><td>-69 %</td></tr>
<tr><td>Composés organiques volatils</td><td>-43 %</td><td>-52 %</td></tr>
<tr><td>Ammoniac</td><td>-4 %</td><td>-13 %</td></tr>
<tr><td>Particules PM2,5</td><td>-27 %</td><td>-57 %</td></tr>
</table>
En 2021, un groupe de travail a été constitué au Conseil national de l'air pour débattre de la révision de l'arrêté PREPA. L''arrêté PREPA révisé du 08 décembre 2022 est paru au JO du 16 décembre 2022.</td><td>Création de cheminements doux (piétons, 2 roues).
Incitation à l'usage du vélo par la création de locaux vélos.
Renouvellement du parc immobilier par des bâtiments neufs isolés et moins énergivores.</td></tr>
</table>

DOCUMENTS DE PLANIFICATION	ZONES D'ACTION	OBJET(S)/OBJECTIF(S)	ÉLÉMENTS du PROJET en COHÉRENCE avec le thème AIR du DOCUMENT
SNBC 2 Stratégie Nationale Bas Carbone [Décret n° 2015-1491 du 18 novembre 2015 relatif aux budgets carbone nationaux et à la stratégie nationale bas-carbone] modifié par [Décret n° 2020-457 du 21 avril 2020 relatif aux budgets carbone nationaux et à la stratégie nationale bas-carbone]	Territoire national	Adoptée pour la première fois en 2015, la SNBC a été révisée en 2018-2019, en visant d'atteindre la neutralité carbone en 2050, soit au moins un facteur 6 par rapport à 1990 (ambition rehaussée par rapport à la première SNBC qui visait le facteur 4, soit une réduction de 75 % de ses émissions GES à l'horizon 2050 par rapport à 1990). La nouvelle version de la SNBC et les budgets carbone pour les périodes 2019-2023, 2024-2028 et 2029-2033 ont été adoptés par décret le 21 avril 2020. Les objectifs fixés par cette SNBC révisée par secteurs seront les suivants : • Transports : baisse de 28 % des émissions de GES en 2030 par rapport à 2015 et décarbonation complète en 2050 (hors aérien) • Bâtiment : baisse de 49 % des émissions de GES en 2030 par rapport à 2015 et décarbonation complète en 2050 • Agriculture : baisse de 19 % des émissions de GES en 2030 par rapport à 2015 et de 46 % en 2050 • Forêts et sous-bois : maximiser les puits de carbone (séquestration dans les sols, la forêt et les produits bois) en 2050 • Production d'énergie : baisse de 33 % des émissions de GES en 2030 par rapport à 2015 et décarbonation complète en 2050 • Industrie : baisse de 35 % des émissions de GES en 2030 par rapport à 2015 et de 81 % en 2050 • Déchets : baisse de 35 % des émissions de GES en 2030 par rapport à 2015 et de 66 % en 2050.	Création de cheminements doux (piétons, 2 roues). Incitation à l'usage du vélo par la création de locaux vélos. Renouvellement du parc immobilier par des bâtiments neufs isolés et moins énergivores.
Loi n°2015-992 du 17 août 2015 relative à la Transition Énergétique Pour la Croissance Verte (TEPCV)	Territoire national	Fixation des objectifs sur les moyens et longs termes : • Réduire les émissions de gaz à effet de serre de 40 % entre 1990 et 2030 et diviser par 4 les émissions de gaz à effet de serre entre 1990 et 2050 (facteur 4). La trajectoire est précisée dans les budgets carbone. • Réduire la consommation énergétique finale de 50 % en 2050 par rapport à la référence 2012 en visant un objectif intermédiaire de 20 % en 2030 • Réduire la consommation énergétique primaire d'énergies fossiles de 30 % en 2030 par rapport à 2012 • Porter la part des énergies renouvelables à 23 % de la consommation finale brute d'énergie en 2020, et à 32 % de la consommation finale brute d'énergie en 2030 • Porter la part du nucléaire dans la production d'électricité à 50 % à l'horizon 2025 • Atteindre un niveau de performance énergétique conforme aux normes « bâtiment basse consommation » pour l'ensemble du parc de logements en 2050 • Lutter contre la précarité énergétique • Affirmer un droit à l'accès de tous à l'énergie sans coût excessif au regard des ressources des ménages • Réduire de 50 % la quantité de déchets mis en décharge à l'horizon 2025 et découpler progressivement la croissance économique et la consommation matières premières	Création de cheminements doux (piétons, 2 roues). Incitation à l'usage du vélo par la création de locaux vélos. Renouvellement du parc immobilier par des bâtiments neufs isolés et moins énergivores.
SRADDET Schéma Régional d'Aménagement, de Développement Durable et d'Égalité des Territoires (2019)	Région Sud PACA	Pour la région Sud-PACA, le projet de SRADDET a été arrêté lors de l'assemblée régionale du 18 octobre 2018. Le SRADDET a été voté le 26 juin 2019 (délibération n°19-350) et approuvé le 15 octobre 2019 par le préfet de région. Les ambitions chiffrées du SRADDET de la région Sud-PACA sont : • Atteindre un taux moyen de croissance démographique de 0,4 % à l'horizon 2050 ; • Atteindre un report modal de la voiture individuelle vers d'autres modes plus collectifs et durables de 15 % à l'horizon 2030 ; • Diminuer de moitié le rythme de la consommation d'espaces agricoles, naturels et forestiers par rapport à 2006-2014 (soit 375 ha/an) et de concentrer les nouveaux développements en zones urbaines ; • Atteindre la neutralité en carbone et couvrir 100 % de la consommation énergétique par les énergies renouvelables à l'horizon 2050 ; • Atteindre une production (modulée par espace) d'environ 30 000 logements (résidences principales) par an à l'horizon 2030 en cohérence avec la stratégie urbaine, c'est-à-dire construits prioritairement dans les centralités. En outre, la stratégie régionale engage à consacrer 50 % de la production totale à une offre de logements abordables à destination des jeunes et des actifs (toujours prioritairement dans les trois niveaux de centralité).	Création de cheminements doux (piétons, 2 roues). Incitation à l'usage du vélo par la création de locaux vélos. Les objectifs n°21 et n°22 sont concernés. La végétalisation du projet répond à l'objectif n°37 de favoriser la nature en centre-ville. Renouvellement du parc immobilier par des bâtiments neufs isolés et moins énergivores.

DOCUMENTS DE PLANIFICATION	ZONES D'ACTION	OBJET(S)/OBJECTIF(S)	ÉLÉMENTS du PROJET en COHÉRENCE avec le thème AIR du DOCUMENT
		Compte tenu à la fois des critères de densité de population et /ou de présence d'écosystèmes protégés ainsi que des niveaux d'émission de polluants atmosphériques, la commune de Sénas fait partie de la Zone Sensible pour la Qualité de l'Air au sens du SRCAE (désormais intégré au SRADDET). Le SRADDET porte la stratégie régionale pour un aménagement durable et attractif du territoire. À cette fin, il définit 68 objectifs et 52 règles à moyen et long terme (2030 et 2050) à destination des acteurs publics de la région. Sont listés ci-dessous les objectifs concernant la qualité de l'air ou pouvant exercer un impact sur celle-ci ainsi que les objectifs en lien avec les déplacements. **LIGNE DIRECTRICE 1 : Renforcer et pérenniser l'attractivité du territoire régional** • Objectif 2 : Définir et déployer une stratégie portuaire et fluviale régionale • Objectif 3 : Améliorer la performance de la chaine logistique jusqu'au dernier kilomètre, en favorisant le report modal • Objectif 10 : Améliorer la résilience du territoire face aux risques et au changement climatique, garantir l'accès à tous à la ressource en eau • Objectif 11 : Déployer des opérations d'aménagement exemplaires • Objectif 12 : Diminuer la consommation totale d'énergie primaire de 27 % en 2030 et de 50 % en 2050 par rapport à 2012 • Objectif 13 : faire de la biodiversité et de sa connaissance un levier de développement et d'aménagement innovant • Objectif 14 : préserver les ressources en eau souterraine, les milieux aquatiques et les zones humides • Objectif 15 : préserver et promouvoir la biodiversité et les fonctionnalités écologiques des milieux terrestres, littoraux et marins • Objectif 17 : préserver les identités paysagères et améliorer le cadre de vie des habitants • Objectif 19 : augmenter la production d'énergie thermique et électrique en assurant un mix énergétique diversifié pour une région neutre en carbone à l'horizon 2050 • Objectif 20 : Accompagner le développement de « territoires intelligents » avec des services numériques utiles aux habitants, aux visiteurs et aux entreprises • Objectif 21 : améliorer la qualité de l'air et préserver la santé de la population • Objectif 22 : contribuer au déploiement de modes de transport propres et au développement des nouvelles mobilités • Objectif 23 : faciliter tous les types de report de la voiture individuelle vers d'autres modes plus collectifs et durables **LIGNE DIRECTRICE 2 : Maitriser la consommation de l'espace, renforcer les centralités et leur mise en réseau** • Objectif 31 : recentrer le développement sur les espaces les plus métropolisés • Objectif 32 : maitriser le développement des espaces sous influence métropolitaine • Objectif 34 : préserver la qualité des espaces ruraux et naturels et l'accès aux services dans les centres locaux et de proximité • Objectif 35 : conforter les centralités en privilégiant le renouvellement urbain et la cohérence urbanisme-transport • Objectif 36 : réinvestir les centres-villes et centre bourgs par des stratégies intégrées • Objectif 37 : rechercher la qualité des espaces publics et favoriser la nature en ville • Objectif 39 : fluidifier l'intermodalité par l'optimisation des pôles d'échanges multimodaux • Objectif 41 : déployer des offres de transports en commun adaptées aux territoires, selon trois niveaux d'intensité urbaine • Objectif 42 : rechercher des complémentarités plus étroites et une meilleure coordination entre dessertes urbaine, interurbaines et ferroviaires • Objectif 43 : accompagner les dynamiques territoriales avec des offres de transport adaptées aux	

DOCUMENTS DE PLANIFICATION	ZONES D'ACTION	OBJET(S)/OBJECTIF(S)	ÉLÉMENTS du PROJET en COHÉRENCE avec le thème AIR du DOCUMENT
		évolutions sociodémographiques (en cohérence avec la stratégie urbaine régionale) • Objectif 45 : arrêter un schéma d'itinéraires d'intérêt régional contribuant à un maillage performant entre les polarités régionales • Objectif 47 : maitriser l'étalement urbain et promouvoir des formes urbaines moins consommatrices d'espace • Objectif 48 : préserver le socle naturel, agricole et paysager régional • Objectif 49 : préserver le potentiel de production agricole régional • Objectif 50 : décliner la Trame verte et bleue régionale et assurer la prise en compte des continuités écologiques et des habitats dans les documents d'urbanisme et les projets de territoire **<u>LIGNE DIRECTRICE 3 : Conjuguer égalité et diversité pour des territoires solidaires accueillants</u>** • Objectif 55 : structurer les campagnes urbaines et veiller à un développement harmonieux des territoires sous pression • Objectif 58 : soutenir l'économie de proximité	
PPA Plan de Protection de l'Atmosphère (2022)	107 communes des Bouches-du-Rhône	Le Plan de Protection de l'Atmosphère révisé [PPA 13] des Bouches-du-Rhône a été approuvé le 02 mai 2022 (arrêté interpréfectoral n°2022-87-PPA 13). L'objectif (2025) est de mettre en place des actions en vue de limiter les émissions de polluants et maintenir ou ramener les concentrations en polluants à des niveaux inférieurs aux normes. Il concerne 107 communes. *La commune de Sénas est sous couvert du Plan de Protection de l'Atmosphère des Bouches-du-Rhône.* Les actions (55) propres à ce PPA ont été ventilées sous 7 secteurs. Les actions des secteurs des transports et de l'aménagement sont détaillées ci-dessous : • **Transport maritime (5) :** • Action 1 : Déployer les connexions électriques des navires à quai. • Action 2 : Étendre la mise en œuvre de la « Charte bleue » auprès de tous les armements de croisière. • Action 3 : Mettre en place les conditions favorables pour l'avitaillement GNL des navires. • Action 4 : Engager les acteurs du cabotage touristique dans la conversion de leur flotte. • Action 5 : Renforcer le contrôle de la mise en œuvre de l'annexe VI de la convention MARPOL et de la directive 2016/802 UE sur le secteur des navires à passagers. • **Transport aérien (4) :** • Action 6 : Réviser l'arrêté ministériel de restrictions d'exploitation de l'aéroport Marseille Provence (prescription sur l'utilisation des APU). • Action 7 : Optimiser les phases de roulage via la sensibilisation des compagnies aériennes. • Action 8 : Améliorer la performance énergétique de la centrale de production chaud/froid. • Action 9 : Amplifier l'amélioration de la desserte de l'aéroport par les transports en commun. • **Transport terrestre (18) :** • Action 10 : Mettre en place une zone à faibles émissions mobilité dans le centre-ville élargi de Marseille. • Action 11 : Définir les opportunités d'abaissement des vitesses sur autoroutes. • Action 12 : Développer l'offre de transports en commun. • Action 13 : Améliorer le niveau de service des transports en commun : les voies dédiées aux bus sur autoroutes. • Action 14 : Développer les infrastructures essentielles à l'utilisation des transports en commun. • Action 15 : Augmenter la part du covoiturage. • Action 16 : Densifier le réseau de véhicules en autopartage. • Action 17 : Déployer le Plan Vélo. • Action 18 : Accompagner le développement des solutions de micromobilités électriques. • Action 19 : Aider à la conversion des flottes grand public / professionnelles. • Action 20 : Renouveler les flottes des opérateurs de transports publics. • Action 21 : Développer le maillage de bornes de recharge (électrique) / stations (GNV) / bornes hydrogène.	Incitation à l'usage du vélo par la création de locaux vélos et de cheminements doux (piétons, 2 roues).

DOCUMENTS DE PLANIFICATION	ZONES D'ACTION	OBJET(S)/OBJECTIF(S)	ÉLÉMENTS du PROJET en COHÉRENCE avec le thème AIR du DOCUMENT
		• Action 22 : Créer les infrastructures visant au report modal vers le rail. • Action 23 : Accompagner la mise en œuvre des plans de mobilité des entreprises et des zones d'activités. • Action 24 : Favoriser la constitution d'associations de ZA/ZI pour la mise en réseau sur les sujets qualité de l'air. • Action 25 : Renforcer l'animation des ZA/ZI sur les alternatives : covoiturage, télétravail, coworking. • Action 26 : Lutter contre les fraudes à l'AD Blue. • Action 27 : Mettre en place un observatoire partenarial de la mobilité. • **Résidentiel – Aménagement (6) :** • Action 42 : Intégrer les enjeux «qualité de l'air» dans les projets. • Action 43 : Renforcer, en lien avec la collectivité, la prise en compte de la qualité de l'air dans les document d'urbanisme et les projets, en limitant l'exposition des populations dans les zones les plus exposées. • Action 44 : Déployer la plate-forme métropolitaine de rénovation énergétique, notamment sur les enjeux "chauffage". • Action 45 : Établir un répertoire des copropriétés les plus énergivores/polluantes. • Action 46 : Élaborer et mettre en œuvre un Plan Chauffage au bois. • Action 47 : Accélérer la mise en œuvre du Fond Air Bois.	
Feuille de route qualité de l'air (2018)	Zone administrative de surveillance ZAG Marseille-Aix	Le PPA est complété par la feuille de route Qualité de l'air de la zone de surveillance de Marseille-Aix. La feuille de route vise à renforcer la mobilisation et l'engagement de l'ensemble des acteurs locaux pour une amélioration durable de la qualité de l'air. Elle combine des actions mises en œuvre à court et moyen terme, visant à limiter l'impact des principaux secteurs contributeurs du territoire que sont notamment les transports, le secteur résidentiel et le brûlage des déchets verts. Chaque action a été présentée et discutée dans le cadre du comité de pilotage associant les services de l'État, les collectivités, les personnalités qualifiées et associations de la zone de surveillance de Marseille-Aix. Chaque action est affectée d'un ou plusieurs indicateurs de suivi susceptibles d'évoluer au regard de la disponibilité de la donnée et de sa pertinence. Cette feuille de route sera suivie dans le cadre du comité de suivi du plan de protection de l'atmosphère des Bouches-du-Rhône et sera, par la suite, intégrée au Plan de Protection de l'Atmosphère. *La commune de Sénas fait partie de la Zone de surveillance de Marseille-Aix.* La feuille de route pour la zone de surveillance de **Marseille-Aix** comporte 9 axes, déclinés en 55 actions : • Axe 1 – Ancrer le réflexe Air • Axe 2 – Désengorger les zones denses • Axe 3 – Favoriser les transports les plus propres • Axe 4 – Encourager les alternatives à la voiture individuelle • Axe 5 – Limiter l'impact du trafic poids lourds • Axe 6 – Atténuer l'empreinte environnementale de l'activité maritime et portuaire • Axe 7 – Améliorer la performance environnementale du bâti • Axe 8 – Gérer efficacement les déchets verts • Axe 9 – Poursuivre la réduction des émissions industrielles	La construction de ces nouveaux logements prendra en compte les actions de l'axe 7 (Améliorer la performance environnementale du bâti). Incitation à l'usage du vélo par la création de locaux vélos et de cheminements doux (piétons, 2 roues) (axes 3 et 4).
PCAEM Plan Climat Air Énergie Métropolitain (2021)	Métropole Aix-Marseille-Provence	*La commune de Sénas fait partie du périmètre du PCAEM de la métropole Aix-Marseille-Provence (AMP) adopté en Conseil Métropolitain le 16 décembre 2021.* La stratégie du PCAEM 2021-2027 s'articule autour de cinq ambitions à l'horizon 2050 : • Inventer une métropole neutre en carbone ; • Réduire de 50 % les consommations énergétiques de l'ensemble des secteurs ; • Couvrir 100 % des besoins de consommation d'énergie par des énergies renouvelables ; • Diminuer de 50 % la population exposée aux pollutions atmosphériques et sonores pour préserver son cadre de vie et sa santé ; • Adapter le territoire aux impacts du changement climatique pour assurer la pérennité de son développement.	Intégration d'espaces verts. Incitation à l'usage du vélo par la création de locaux vélos et de cheminements doux (piétons, 2 roues). Renouvellement du parc immobilier par des bâtiments neufs isolés et moins énergivores.

DOCUMENTS DE PLANIFICATION	ZONES D'ACTION	OBJET(S)/OBJECTIF(S)	ÉLÉMENTS du PROJET en COHÉRENCE avec le thème AIR du DOCUMENT

		Ces ambitions se déclinent en 100 actions, réparties en 13 axes d'interventions transversaux. Les Actions concernant les transports et le résidentiel/tertiaire sont listées ci-après.
		• **Axe 1 : Plaçons l'exemplarité au cœur de l'action publique aux différentes échelles**
		• **Axe 2 : Favorisons un aménagement résilient face aux changements climatiques**
		  • 10. Favoriser l'intégration des enjeux climat, air, énergie, bruit, santé dans la requalification des tissus urbains existants.
		  • 11. Optimiser la séquestration du carbone.
		  • 12. Lutter contre les îlots de chaleur urbain (ICU).
		  • 14. Anticiper l'évolution des risques naturels sur les aménagements urbains.
		  • 15. Élaborer et mettre en œuvre une stratégie métropolitaine de désimperméabilisation et de préservation des sols naturels.
		• **Axe 3 : Offrons de vraies alternatives pour une mobilité durable**
		  • 17. Assurer la transition énergétique de la flotte des bus et cars métropolitains et développer les transports urbains et interurbains.
		  • 18. Poursuivre le plan d'actions en faveur du vélo.
		  • 19. Renforcer les dispositifs en faveur du covoiturage.
		  • 20. Étudier la mise en œuvre d'un service métropolitain de fret ferroviaire.
		  • 21. Étudier la mise en place d'un schéma directeur de la logistique et du transport de marchandises en ville.
		  • 22. Étudier la possibilité d'utiliser les infrastructures ferroviaires pour un usage mixte (transport de fret et transport de voyageurs).
		  • 23. Améliorer l'impact environnemental des véhicules.
		  • 24. Accompagner la création d'une Zone à faibles émissions mobilité (ZFE-m).
		  • 25. Mettre en œuvre un conseil mobilité au service du monde économique (entreprises et des zones d'activités).
		  • 26. Innover pour une mobilité plus durable au sein des zones d'activités.
		• **Axe 4 : Accompagnons la transition des moteurs économiques**
		• **Axe 5 : Renforçons les enjeux climat-air-énergie dans les activités portuaires et aéroportuaires**
		• **Axe 6 : Maîtrisons les impacts air, énergie, bruit sur les équipements et le bâti**
		  • 44. Élaborer une charte de la construction et de la rénovation durables.
		  • 45. Animer le service public de la rénovation énergétique de l'habitat privé.
		  • 46. Favoriser l'accès des communes à une ingénierie énergétique.
		  • 47. Accompagner les communes pour leurs travaux de rénovation énergétique.
		  • 48. Accompagner les communes dans la maîtrise de leurs consommations énergétiques à travers des économes de Flux.
		  • 49. Consommer juste pour un éclairage durable.
		  • 50. Développer des réseaux de chaleur et de froid sur les opérations d'aménagement et programmes neufs.
		  • 51. Pérenniser et développer des réseaux de chaleur dans le parc social.
		  • 52. Améliorer la qualité de l'air intérieur (QAI) et dépolluer l'air des équipements éducatifs et des bâtiments publics.
		  • 53. Développer la construction et la rénovation en bois local dans les bâtiments dont la Métropole est propriétaire.
		• **Axe 7 : Développons un mix énergétique basé sur des énergies renouvelables et de récupération.**
		• **Axe 8 : Agissons en faveur de la prévention des déchets et optimisons leur valorisation**
		• **Axe 9 : Accompagnons une agriculture et des pratiques alimentaires plus durables**
		• **Axe 10 : Protégeons la ressource en eau et optimisons sa gestion**
		• **Axe 11 : Préservons la biodiversité, les ressources naturelles et les milieux aquatiques et terrestres**
		• **Axe 12 : Mobilisons les acteurs autour des enjeux climat-air-énergie sur le territoire**
		• **Axe 13 : Animons la démarche Plan climat métropolitain**	

DOCUMENTS DE PLANIFICATION	ZONES D'ACTION	OBJET(S)/OBJECTIF(S)	ÉLÉMENTS du PROJET en COHÉRENCE avec le thème AIR du DOCUMENT
TEPCV (Territoire à Énergie Positive pour la Croissance Verte)	-	Les Territoires à énergie positive pour la croissance verte sont des territoires qui s'engagent dans une démarche permettant d'atteindre l'équilibre entre la consommation et la production d'énergie à l'échelle locale. Leur plan d'action d'appuie sur 4 piliers : • Favoriser l'efficacité énergétique ; • Réduire des émissions de gaz à effet de serre ; • Diminuer la consommation d'énergies fossiles ; • Développer les énergies renouvelables. *Ni la commune de Sénas, ni la métropole d'Aix-Marseille-Provence ne font partie d'un territoire labellisé TEPCV.*	Non concerné
CTE Contrat de Transition Écologique	-	Le dispositif CTE (Contrat de Transition Écologique) succède à TEPCV (Territoires à énergie positive pour la croissance verte). Lancés en 2018, les contrats de transition écologique (CTE) traduisent les engagements environnementaux pris par la France (Plan climat, COP21, One Planet Summit) au niveau local. Ce sont des outils au service de la transformation écologique de territoires volontaires, autour de projets durables et concrets. Ce dispositif est une démarche volontaire qui fixe les grands objectifs et engagements en matière de transition écologique à l'échelle privilégiée des EPCI et de leurs groupements. *Ni la commune de Sénas, ni la métropole d'Aix-Marseille-Provence ne font partie d'un territoire labellisé CTE.*	Non concerné
CRTE Contrat de Relance et de Transition Écologique	Métropole Aix-Marseille-Provence	En novembre 2020, les Contrats de Relance et de Transition Écologique (CRTE) prennent la suite des Contrats de Transition Écologique (CTE). Les CRTE répondent à une triple ambition : la transition écologique, le développement économique et la cohésion territoriale. Destinés à tous les territoires (rural, urbain, ultra marin), les CRTE ont vocation à participer activement à la réussite du plan « France Relance », le plan de relance économique et écologique de la France, à court terme. À plus long terme, ces contrats permettront d'accélérer les dynamiques de transformations à l'œuvre dans tous les territoires dans les six prochaines années. Ainsi, l'ensemble des territoires de la métropole et des outre-mer se verront proposer l'élaboration d'un CRTE. *La commune de Sénas appartient à la Métropole Aix-Marseille-Provence dont le protocole de Contrat de Relance et Transition Écologique est approuvé par délibération des collectivités mais non encore signé au 19 janvier 2023.*	Non concerné

PDM
Plan de Mobilités
(2021)
	Métropole Aix-Marseille-Provence	Le PDU est un outil global de planification de la mobilité à l'échelle d'une agglomération. L'établissement d'un plan de déplacements urbains est obligatoire dans les périmètres de transports urbains inclus dans les agglomérations de plus de 100 000 habitants. Il définit les principes d'organisation du transport et du stationnement des personnes et des marchandises, tous modes confondus. La Loi d'Orientation des Mobilités fait évoluer le « Plan de Déplacements Urbains » (PDU) en « Plan de Mobilités » (PDM).
		La commune de Sénas est soumise au PDM de la Métropole Aix-Marseille-Provence (2020 – 2030) approuvé par le conseil de la Métropole le 16 décembre 2021.
		Ce PDM s'organise autour de 4 enjeux majeurs, 17 objectifs stratégiques et opérationnels.
		• **Enjeu 1 : Une métropole polycentrique aux densités contrastés**
		  • Objectif 1 : Une mobilité adaptée à la taille des communes
		  • Objectif 2 : Une mobilité adaptée aux pôles stratégiques
		• **Enjeu 2 : Un cadre de vie remarquable et respirable**
		  • Objectif 3 : Améliorer la transition énergétique :
		  ○ -28% de GES entre 2012 et 2030.
		  ○ -29% de consommation d'énergie entre 2012 et 2030.
		  • Objectif 4 : Améliorer la santé publique :
		  ○ -75% d'oxydes d'azote entre 2012 et 2030.
		  ○ -47% de particules PM10 entre 2012 et 2030.
		  ○ -55% de particules PM2,5 entre 2012 et 2030.
		  ○ -37% des composés organiques volatiles entre 2012 et 2030.
		  • Objectif 5 : Limiter l'impact sur l'environnement.
		• **Enjeu 3 : Une métropole attractive, fluide et accessible à tous**
		  • Objectif 6 : Relier efficacement les pôles urbains.
			Incitation à l'usage du vélo par la création de locaux vélos et de cheminements doux (piétons, 2 roues).

DOCUMENTS DE PLANIFICATION	ZONES D'ACTION	OBJET(S)/OBJECTIF(S)	ÉLÉMENTS du PROJET en COHÉRENCE avec le thème AIR du DOCUMENT
		• Objectif 7 : Faciliter l'accès aux pôles logistiques et le report modal. • Objectif 8 : L'accessibilité multimodale aux portes d'entrée. • Objectif 9 : Le droit à la mobilité. • **Enjeu 4 : Une combinaison de modes de déplacement** • Objectif 10 : -15 % de déplacements en voiture ou moto. • Objectif 11 : Plus de personnes par voiture. • Objectif 12 : Partager l'espace public. • Objectif 13 : La marche, le mode des courtes distances. • Objectif 14 : 7 % des déplacements à vélo. • Objectif 15 : +50 % d'usage des TC. • Objectif 16 : Connecter les modes. • Objectif 17 : Une logistique urbaine durable.	
PLUi Plan Local d'Urbanisme intercommunal (à élaborer)	Territoire du Pays Salonais	Par délibération du Conseil de territoire du 27 juin 2022, est acté le lancement d'une démarche d'élaboration d'un futur PLUi incluant les communes membres du pays Salonais (17 communes dont Sénas). Dans l'attente de réalisation et approbation du PLUi, les PLU communaux restent en vigueur.	Non concerné
PLU Plan Local d'Urbanisme (2016)	Commune de Sénas	Le PLU de Sénas a été approuvé par délibération du Conseil Municipal du 20 septembre 2016. Le PADD de la commune de Sénas s'inscrit dans un esprit de « développement durable ». Il a pour objectif de définir une urbanisation qui réponde : • À la politique de protection et de mise en valeur des paysages agricoles, naturels et urbains ; • À la gestion des déplacements ; • À l'offre en équipements, services et habitat ; • Au développement économique. En prenant en compte « l'Agenda 21 », la loi « Solidarité et Renouvellement Urbains » (SRU), la loi portant « Engagement National pour l'Environnement » (Loi du Grenelle II) et la loi pour « l'Accès au Logement et un Urbanisme Rénové » (ALUR). Pour répondre à ces enjeux, ce PADD s'articule autour de 4 grandes orientations : • Mettre en place les conditions d'un développement urbain maîtrisé. • Préserver l'environnement, les paysages et le cadre de vie. • Favoriser le développement économique. • Structurer les déplacements.	L'aménagement de nouveaux bâtiments induit le renouvellement du parc immobilier par des bâtiments neufs isolés et moins énergivores (en faveur du cadre et de la qualité de vie et du développement durable). Des locaux et des voies pour vélos vont être mis en place pour inciter à l'utilisation du vélo. La végétalisation du projet contribue à la qualité paysagère.
Émissions des véhicules			
Certificat Crit'Air	Territoire national	La vignette Crit'Air permet d'identifier les véhicules les moins polluants par le biais d'un autocollant sécurisé de couleur apposé sur le véhicule et intitulé certificat qualité de l'air (Crit'Air). *La commune de Sénas est incluse dans le périmètre de la **ZPAd Bouches-du-Rhône**.* La loi d'orientation des mobilités (LOM), du 24/12/2019 définit un cadre législatif pour les zones environnementales, désormais appelées Zones à Faibles Émissions. L'article 119 de la loi Climat et résilience, publiée durant l'été 2021, est venue renforcer, en particulier, par l'instauration, avant fin 2024, de zones à faibles émissions mobilité (ZFE-m) dans les agglomérations métropolitaines de plus de 150 000 habitants. Un arrêté publié fin décembre 2021 établit la liste ces agglomérations et les communes qu'elles incluent. Ainsi 43 agglomérations sont désormais dans l'obligation de mettre en place une zone à faibles émissions mobilité, soit 33 agglomérations de plus par rapport à celles instaurées par la Loi d'Orientation des Mobilités. *La commune de Sénas n'a pas l'obligation d'instaurer une ZFE sur son territoire et ne fait pas partie du périmètre de la ZFE-m de Marseille.*	Non concerné

DOCUMENTS DE PLANIFICATION	ZONES D'ACTION	OBJET(S)/OBJECTIF(S)	ÉLÉMENTS du PROJET en COHÉRENCE avec le thème AIR du DOCUMENT
Environnement & Santé			

PNSE 4
Plan National Santé Environnement
(2021)
	Territoire national	Le Plan National Santé Environnement (PNSE) vise à développer une approche pluridisciplinaire du thème « Santé – Environnement » sur le court et le moyen terme.
		Le quatrième Plan National Santé Environnement (PNSE 4), période 2021-2025, intitulé « Un environnement, une santé », a été lancé le 07 mai 2021 par les ministres de la Transition Écologique, et des Solidarités et de la Santé, dans un contexte spécifique. D'un côté, les attentes citoyennes sur les questions de santé environnement sont de plus en plus fortes. Au nom du principe de précaution, le citoyen souhaite que l'impact du progrès scientifique sur son environnement et sur sa santé soit évalué et anticipé.
		Par ailleurs, la crise sanitaire de la Covid-19 a fait émerger des interrogations sur le rapport au vivant, et rappelle le lien étroit entre santé humaine, santé animale et santé de l'environnement.
		Le PNSE 4 comporte 20 actions réparties en 4 axes :
		• **AXE 1 : S'informer, se former et informer sur l'état de mon environnement et les bons gestes à adopter pour notre santé et celle des écosystèmes**
		  • Action 1 : Connaître l'état de son environnement et des bonnes pratiques à adopter
		  • Action 2 : Identifier les substances dangereuses pour la santé et l'environnement dans les objets du quotidien
		  • Action 3 : Être mieux informé sur la bonne utilisation des produits ménagers et leur impact sur la santé et l'environnement
		  • Action 4 : Informer les propriétaires d'animaux sur l'utilisation des produits biocides
		  • Action 5 : Approfondir les connaissances des professionnels sur les liens entre l'environnement et la santé
		  • Action 6 : Se renseigner sur les conseils de prévention avant et après la grossesse
		  • Action 7 : Informer et sensibiliser les jeunes à la santé environnement
		• **AXE 2 : Réduire les expositions environnementales affectant la santé humaine et celle des écosystèmes sur l'ensemble du territoire**
		  • Action 8 : Maitriser l'exposition aux ondes électromagnétiques et améliorer la connaissance des impacts sanitaires
		  • Action 9 : Réduire les nuisances liées à la lumière artificielle pour la santé et l'environnement
		  • Action 10 : Prévenir et agir dans les territoires concernés par la pollution des sols
		  • Action 11 : Prévenir les impacts sanitaires des espèces nuisibles par des méthodes compatibles avec la préservation de l'environnement
		  • Action 12 : Mieux comprendre et prévenir les cas de légionellose
		  • Action 13 : Mieux gérer les risques sanitaires et environnementaux des nanomatériaux
		  • Action 14 : Améliorer la qualité de l'air intérieur au-delà des actions à la source sur les produits ménagers et les biocides
		  • Action 15 : Réduire l'exposition au bruit
		• **AXE 3 : Démultiplier les actions concrètes menées par les collectivités dans les territoires**
		  • Action 16 : Créer une plateforme collaborative pour les collectivités et renforcer l'expertise des territoires pour réduire les inégalités sociales et territoriales en santé environnement
		  • Action 17 : Renforcer la sensibilisation des urbanistes et aménageurs des territoires pour mieux prendre en compte la santé environnement
		• **AXE 4 : Mieux connaître les expositions et les effets de l'environnement sur la santé des populations et sur les écosystèmes**
		  • Action 18 : Créer un espace commun de partage de données environnementales pour la santé, le Green Data for Health
		  • Action 19 : Structurer et renforcer la recherche sur l'exposome et mieux connaître les maladies liées aux atteintes à l'environnement
		  • Action 20 : Surveiller la santé de la faune terrestre et prévenir les zoonoses.
			Non concerné

DOCUMENTS DE PLANIFICATION	ZONES D'ACTION	OBJET(S)/OBJECTIF(S)	ÉLÉMENTS du PROJET en COHÉRENCE avec le thème AIR du DOCUMENT
PRSE 3 Plan Régional Santé Environnement (2017)	Région Sud PACA	Déclinant au niveau régional le 3e Plan National Santé Environnement, le PRSE 3 PACA (2015-2021) a été adopté le 06 décembre 2017 de manière tripartite (ARS, DREAL, Région). Il comprend 9 orientations déclinées en actions : Air (18 actions) ; Eau (8 actions) ; Habitat (6 actions) ; Bruit (1 action) ; Risques émergents et changement climatique (4 actions) ; Système de santé (3 actions) ; Urbanisme (5 actions) ; Déchets (3 actions) ; Alimentation (3 actions). Les actions notables en termes de qualité de l'air sont, par exemple : • Réduire les émissions polluantes issues de l'industrie et des transports notamment sur la partie Ouest des Bouches-du-Rhône ; • Mieux caractériser les émissions issues du secteur industriel et des transports notamment sur la partie Ouest des Bouches-du-Rhône ; • Consolider les données sanitaires et environnementales disponibles notamment pour la partie Ouest des Bouches-du-Rhône ; • Réduire les émissions liées aux secteurs résidentiel et agricole ; • Réduire les émissions de particules du secteur résidentiel en rappelant l'interdiction de brûlage des déchets verts et les solutions mises à disposition par les collectivités ; • Améliorer la prise en compte de la problématique santé environnement dans les documents de planification territoriale relatifs aux déplacements (voyageurs et marchandises) ainsi qu'à l'urbanisme et au logement (feuille de route transports) ; • Promouvoir les mobilités actives, évaluer et valoriser leurs effets sur la santé et l'environnement (feuille de route transports) ; • Réduire les émissions polluantes issues des transports, notamment par la promotion des transports en commun ; • Renforcer la surveillance, les prévisions et l'information sur les concentrations de pollens et de moisissures allergisantes dans l'air extérieur et évaluer l'exposition de la population ; • Former et informer les élus et les professionnels (santé, environnement, etc.) sur la qualité de l'air ; • Informer, sensibiliser, éduquer les jeunes et le public à la qualité de l'air ; • Former les professionnels de la périnatalité aux risques sanitaires liés à l'environnement ; • Tester, sur la base du volontariat, la mise en place de quelques études d'impact sur la santé à l'échelle d'un quartier permettant d'intégrer au mieux les enjeux sanitaires et environnementaux ; • Améliorer la gestion des déchets issus du BTP (poussière, plastique, amiante, plomb) et développer la mise en place des chantiers propres. Conformément à l'instruction interministérielle N°DGS/SDEA/DGPR/2022/80 du 13 avril 2022 relative à la définition et la mise en œuvre des plans régionaux santé environnement, le PRSE 4 (2022-2028) sera élaboré en lien avec les partenaires de la région [Agence Régionale de Santé (ARS), la Direction de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement (DREAL) et la Région Sud] avant fin 2023.	Incitation à l'usage du vélo par la création de locaux vélos et de cheminements doux (piétons, 2 roues). Renouvellement du parc immobilier par des bâtiments neufs isolés et moins énergivores.

8. IDENTIFICATION DES PRINCIPALES SOURCES D'ÉMISSIONS ATMOSPHÉRIQUES

8.1. INVENTAIRE DES ÉMISSIONS

Les données reprises dans ce sous-chapitre émanent du programme CIGALE (Consultation d'Inventaires Géolocalisés Air-Climat-Énergie) d'AtmoSud, et des bilans d'AtmoSud.
Les derniers inventaires disponibles en date sont ceux de 2020. Il est important de retenir que l'année 2020 a été particulière du fait de l'épidémie de Covid-19 et des confinements liés. Les émissions du secteur des transports ne sont vraisemblablement pas représentatives d'une situation « normale ».

Les émissions sont calculées pour plusieurs polluants et concernent plusieurs secteurs :

- **Agriculture** (agriculture, sylviculture et aquaculture hors utilisation des terres, leurs changements et la forêt).
- **Transport routier.**
- **Autres transports** (maritime, aérien, ferroviaire, fluvial).
- **Résidentiel.**
- **Tertiaire** (tertiaire, commercial et institutionnel).
- **Industrie hors branche énergie** (Industrie manufacturière, construction).
- **Branche Énergie** (l'inventaire des polluants atmosphériques - hors GES - comptabilise les émissions sur le lieu de rejet. L'inventaire des émissions de gaz à effet de serre comptabilise les émissions directes liées à tous les secteurs d'activité hormis celui de la production d'électricité, de chaleur et de froid, dont seule la part d'émissions indirectes liée à la consommation à l'intérieur du territoire est comptabilisée).
- **Déchets** (traitement des déchets).
- **Émetteurs non inclus** (émissions non prises en compte dans les totaux sectoriels ainsi que les sources non anthropiques. Il s'agit notamment de la remise en suspension des particules fines, des feux de forêt et des sources naturelles : [végétation, NOx et COVNM des champs et cultures, NOx des cheptels]. Les émissions de GES des cycles LTO internationaux sont également rapportées dans cette catégorie. Pour information, les émissions et consommations des phases croisières de l'aviation et du maritime ne sont pas rapportées dans Cigale).

8.1.1. Les émissions de la Métropole Aix-Marseille-Provence en 2020

Le graphique suivant illustre le bilan 2020 des émissions de polluants atmosphériques de la Métropole Aix-Marseille-Provence.

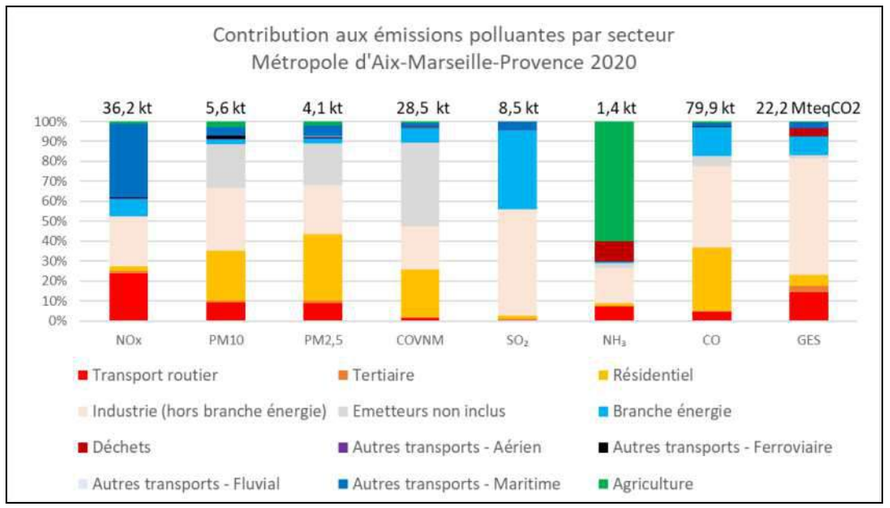


Figure 6 : Émissions de polluants atmosphériques de la métropole Aix-Marseille-Provence en 2020 selon le secteur d'activité (Source : base de données CIGALE – Observatoire Régional de l'Énergie, du Climat et de l'Air [ORECA] Provence-Alpes-Côte d'Azur / inventaire AtmoSud v9.1)

En 2020, la répartition des polluants de la métropole Aix-Marseille-Provence est la suivante :

- **Oxydes d'azote (NOx)** : le transport maritime est le premier contributeur (36,8 %) suivi par les industries (24,8 %), le transport routier (23,7 %) et la branche énergie (8,3 %).
- **Composés Organiques Volatils Non Méthaniques (COVNM)** : les émetteurs non inclus sont les principaux émetteurs (42,3 %) suivis par le résidentiel (23,9 %), l'industrie (21,5 %) et la branche énergie (7,5 %).
- **Particules PM10** : le secteur de l'industrie est le principal contributeur (31,2 %) suivi par le résidentiel (25,1 %), les émetteurs non inclus (22,0 %) et le transport routier (9,3 %).
- **Particules PM2,5** : le résidentiel est le principal contributeur (33,5 %) suivi par les industries (24,6 %), les émetteurs non inclus (20,8 %) et le transport routier (9,0 %).
- **Dioxyde de soufre (SO_2)** : l'industrie est l'émetteur majoritaire (53,2 %) suivi par la branche d'énergie (39,5 %).

- **Ammoniac (NH_3)** : l'agriculture est le contributeur majoritaire (60,0 %), suivi par les industries (17,6 %), les déchets (10,4 %) et le transport routier (7,3 %).
- **Monoxyde de carbone (CO)** : le secteur industriel est l'émetteur principal (40.6 %) suivi par le résidentiel (31,8 %), la branche énergie (14,4 %) et le transport routier (4,7 %).

Dans la métropole Aix-Marseille-Provence, les principaux secteurs émetteurs de polluants atmosphériques en 2020 sont l'**industrie** (NOx, CO, NH_3, PM10, PM2,5, COVNM, SO_2), le **transport routier** (NOx, PM10, PM2,5, NH_3, CO), le **résidentiel** (PM10, PM2,5, COVNM, CO), les **émetteurs non inclus** (COVNM, PM10, PM2,5) et la **branche énergie** (NOx, COVNM, SO_2, CO).

8.1.2. Les émissions de la commune de Sénas en 2020

Les principaux contributeurs aux émissions de polluants en 2020 pour la commune de Sénas sont :

- **Oxydes d'azote (NOx)** : le transport routier est le contributeur largement majoritaire (89,2 %) suivi par l'agriculture (6,9 %).
- **Composés Organiques Volatils Non Méthaniques (COVNM)** : le résidentiel est le principal contributeur (45,1 %) suivi par les émetteurs non inclus (36,2 %) et l'agriculture (7,6 %).
- **Particules PM10** : l'industrie est le premier contributeur (34,3 %) suivi par le transport routier (23,9 %), la branche énergie (17,9 %) et le tertiaire (14,5 %).
- **Particules PM2,5** : le résidentiel est le contributeur majoritaire (56,6 %), suivi par le transport routier (18,4 %) et les émetteurs non inclus (16,2 %).
- **Dioxyde de soufre (SO_2)** : l'émetteur majoritaire est le résidentiel (58,7 %) suivi par le transport routier (19,3 %) et le tertiaire (14,3 %).
- **Ammoniac (NH_3)** : l'agriculture est le contributeur quasi exclusif (91,8 %) suivi par le transport routier (7,0 %).
- **Monoxyde de carbone (CO)** : le contributeur prépondérant est le résidentiel (73,1 %) suivi par le transport routier (23,0 %).

L'histogramme suivant représente le bilan 2020 des émissions de polluants atmosphériques pour la commune de Sénas.

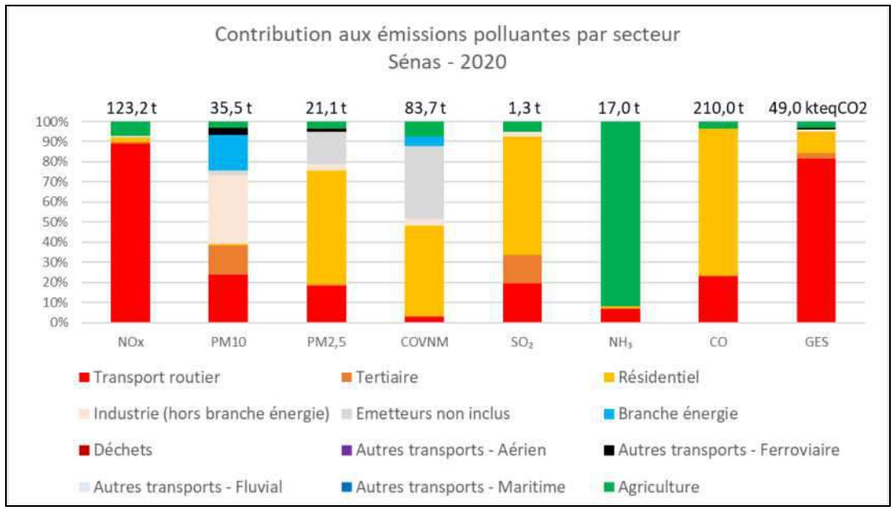


Figure 7 : Émissions de polluants atmosphériques de la commune de Sénas en 2020 selon le secteur d'activité (Source : base de données CIGALE – Observatoire Régional de l'Énergie, du Climat et de l'Air [ORECA] Provence-Alpes-Côte d'Azur / inventaire AtmoSud v9.1)

Sur le territoire de la commune de Sénas, en 2020, les principaux secteurs émetteurs de polluants atmosphériques sont le **transport routier** (NOx, NH_3, CO, PM10, PM2,5, SO_2), le **résidentiel** (PM2,5, COVNM, CO, SO_2), l'**agriculture** (NOx, COVNM, NH_3), le **tertiaire** (PM10, SO_2) et **l'industrie** (PM10).

8.2. RÉSEAUX DE TRANSPORTS

Le réseau routier est le principal point d'étude de la partie Air du projet.
Néanmoins, d'autres réseaux de transport (aérien, ferroviaire, fluvial) peuvent impliquer des rejets de polluants atmosphériques. Il convient donc de les analyser.

Sur la zone d'étude, pour le secteur des transports, le transport routier est le principal contributeur aux émissions de polluants atmosphériques. Le transport ferroviaire contribue également mais de manière négligeable devant les émissions du transport routier.

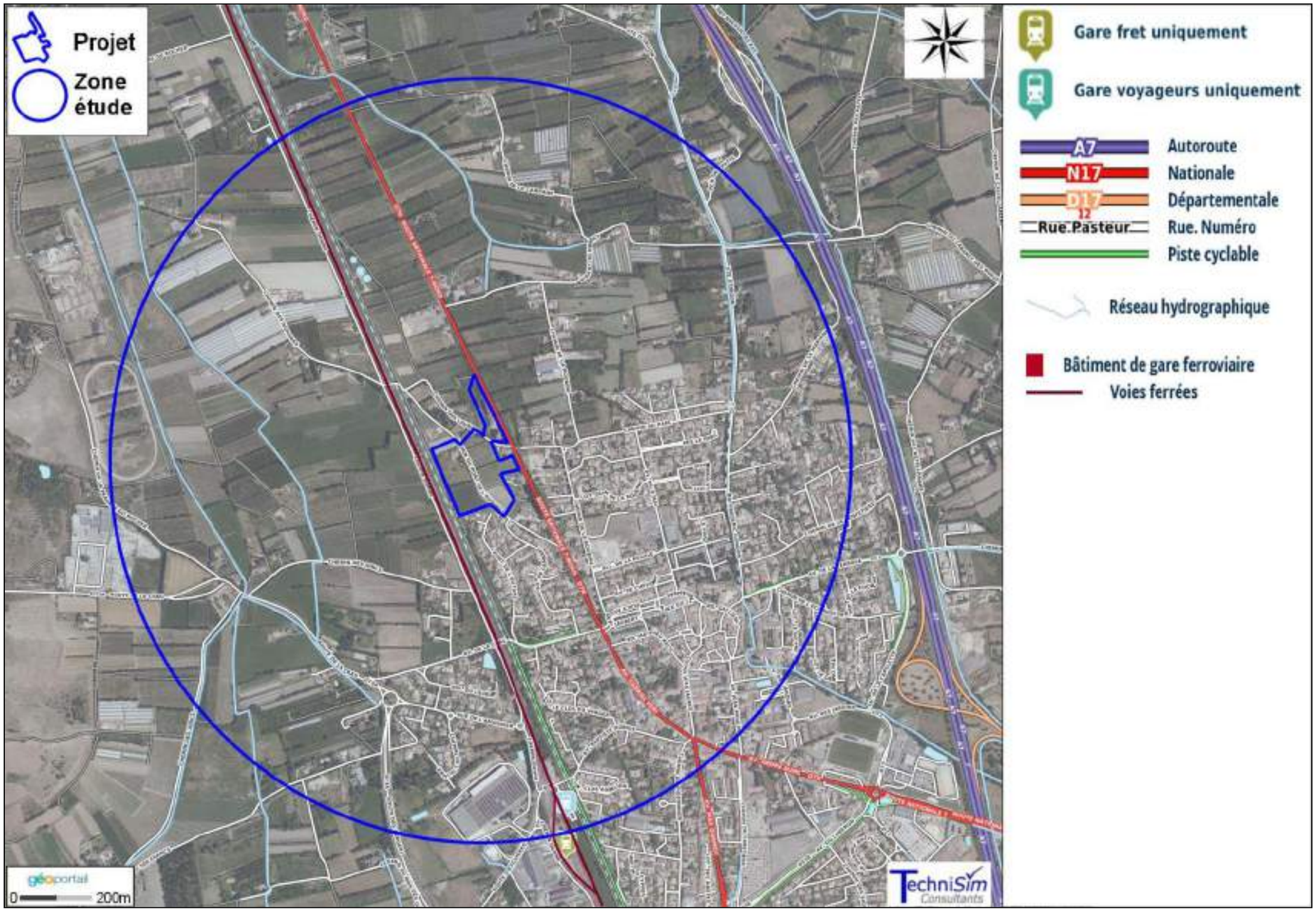


Figure 8 : Réseaux de transport aux environs du projet

❖ **Transport routier**

Le trafic automobile impacte la qualité de l'air par le rejet de polluants dus aux moteurs à combustion des véhicules, et aussi par l'abrasion induite par le roulage et le freinage : usure des équipements et de la route, etc.
Le trafic routier est générateur d'oxydes d'azote ; de particules PM10, PM2,5 et diesel ; de Gaz à Effet de Serre ; de composés organiques volatils ; de métaux, …

La planche suivante repère les principaux axes routiers de la zone d'étude avec leurs trafics respectifs (TMJA).

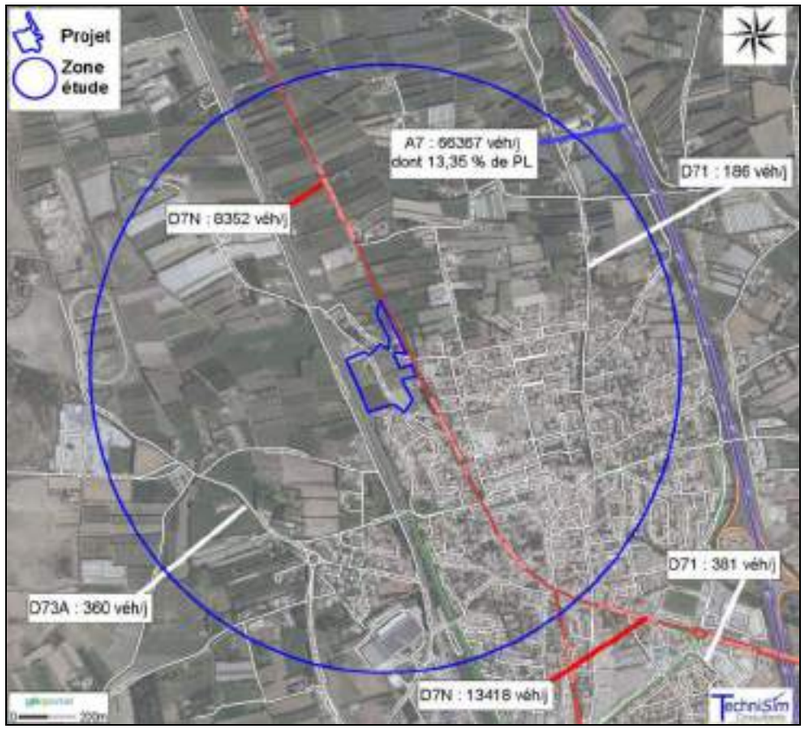


Figure 9 : Carte des Trafics Moyens Journaliers Annuels (TMJA) 2020 aux environs du projet (source : Opendatasoft[4]**)**

En 2020, la zone d'étude comprend plusieurs routes départementales présentant les trafics suivants :

- D7N (entre les D569 et D568) : 8 352 véh/j.
- D73A (entre les D569 et D72) : 360 véh/j.
- D73 (entre les D73B et D7N) : 186 véh/j.

En 2020, en dehors de la zone d'étude, il est également noté la présence des voies suivantes :

- D7N (entre la D568 et le rond-point N7-A7-Sénas) : 13 418 véh/j.
- D71 (entre les D311 et D71D) : 381 véh/j.
- A7 : 66 367 véh/j dont 13,35 % de Poids lourds.

Sur le territoire de Sénas en 2020, la répartition des consommations énergétiques du **transport routier** est la suivante (Source : cigale.atmosud.org / inventaire v9.1) :

- Produits pétroliers (91,83 %) ;
- Autres énergies renouvelables (8,13 %) ;
- Gaz naturel (0,01 %) ;
- Électricité - Émissions indirectes (0,04 %).

❖ **Transport ferroviaire**

Le réseau ferré est émetteur principalement de particules (PM10 et PM2,5) et de métaux (dont les principaux sont le fer, le cuivre et le zinc), notamment dus aux frottements des caténaires, des rails, et aux freinages lorsqu'il s'agit de voies électrifiées. Concernant les trains fonctionnant au diesel (très minoritaires sur le réseau ferré en France métropolitaine), des polluants liés à la combustion sont également émis.

En 2019 en France, d'après le CITEPA[5], le transport ferroviaire représentait 18,4 % des émissions de cuivre, 6,7 % des émissions de PM10, 3,5 % des émissions de PM2,5 et 1,2 % des émissions de NOx par rapport au total des émissions des transports.

[4]https://data.opendatasoft.com/explore/dataset/comptage-routier-base-routiere-metropole-2020%40ampmetropole/table/?refine.nomcomm=S%C3%A9nas

[5] CITEPA_Transports_Secten_ed2021

La voie ferrée la plus proche longe le projet par l'est (ligne SNCF n°925). La gare de Sénas est située à moins d'un kilomètre du périmètre sud.
En 2021, cette ligne (reliant les gares d'Avignon et Miramas) est empruntée par des TER et des trains de fret. Le trafic des voyageurs s'arrêtant à Sénas, est de moins de 100 000 voyageurs[6].
Selon l'Atlas du réseau ferré en France (SNCF) au 1er avril 2020, la voie ferrée desservant la gare de Sénas est une ligne mixte électrifiée à double voie.
Selon le rapport final : « verdissement des matériels roulants du transport ferroviaire en France » de Benoit Simian, en 2017, entre 10 et 20 trains roulant au diesel circulaient encore sur cette ligne.

L'influence du transport ferroviaire (en termes de facteur d'émission et nombre de passages par jour) peut être considérée comme négligeable en comparaison au transport routier (cf. figure suivante).

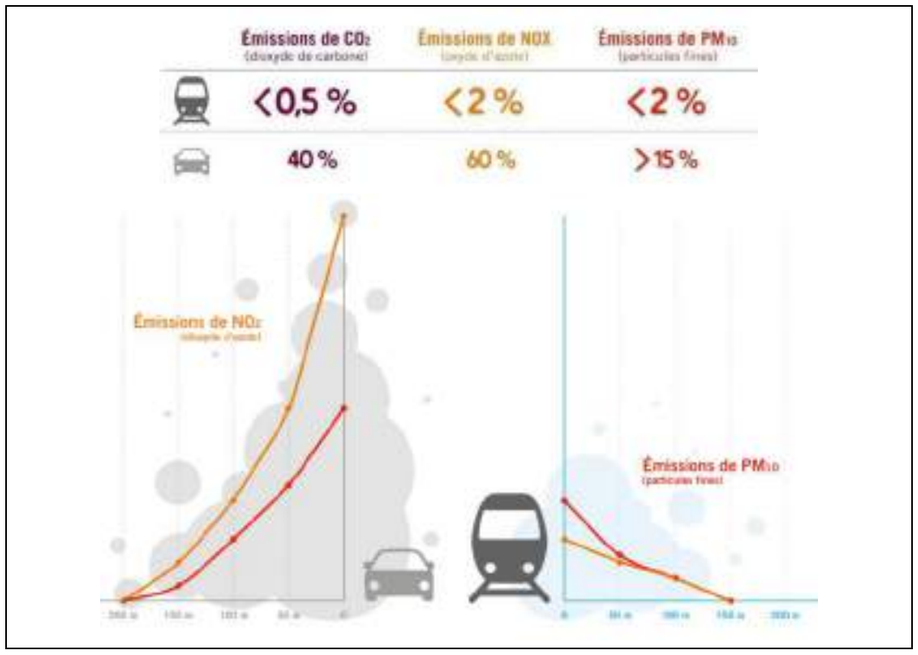


Figure 10 : Comparatif des émissions du transport routier et ferroviaire [Source : le train, un mode de transport bon pour l'air et le climat ; Air Rhône-Alpes, Atmo Auvergne 2015**]**

❖ **Transport fluvial**

Le transport fluvial est émetteur de NOx, particules, COVNM, SO_2.

Il n'existe aucune voie navigable dans la zone du projet.
La voie fluviale la plus proche est le Rhône, situé à 36 km environ à l'ouest du projet.

❖ **Transport aérien**

Les aéroports sont émetteurs de gaz à effet de serre (dioxyde de carbone [CO_2] principalement, et dans une moindre mesure : méthane [CH_4] et protoxyde d'azote [N_2O]), d'hydrofluorocarbures [HFC] ; d'oxydes d'azote [NOx] ; de COV (Composés Organiques Volatils) et particules.
En outre, selon les données du Centre interprofessionnel technique d'études de la pollution atmosphérique (CITEPA), le secteur du transport aérien est une source non négligeable de dioxyde de soufre [SO_2] et de plomb [Pb].

Aucun aéroport/aérodrome n'est compris au sein de la zone d'étude.
L'aérodrome le plus proche est l'aérodrome de Salon-Eyguières, situé à 10,2 km au sud-ouest du projet.

8.3. REGISTRE DES ÉMISSIONS POLLUANTES (SECTEUR INDUSTRIEL)

Selon les données du Registre Français des Émissions Polluantes (IREP), aucun établissement déclarant des rejets de polluants atmosphériques n'est sis dans la zone d'étude.

8.4. SECTEURS RÉSIDENTIEL ET TERTIAIRE

Le secteur résidentiel/tertiaire se décompose en deux sous-secteurs : le résidentiel, majoritairement émetteur, et le tertiaire.
Les émissions proviennent principalement de la climatisation des bâtiments, des appareils de combustion fixes (chaudières, inserts, foyers fermés et ouverts, cuisinières, etc.), et de l'utilisation de peintures et de produits contenant des solvants[7].

[6] https://ressources.data.sncf.com/explore/dataset/frequentation-gares/table/?disjunctive.nom_gare&disjunctive.code_postal&sort=nom_gare&q=S%C3%A9nas

[7] Données du CITEPA : centre Interprofessionnel Technique d'Études de la Pollution Atmosphérique

D'autres sources mineures existent pour le secteur résidentiel, parmi lesquelles il est possible de citer les feux ouverts de déchets verts et autres, la consommation de tabac, l'utilisation de feux d'artifice et les engins mobiles non routiers (loisirs et jardinage).

Ce secteur est émetteur de NOx, PM10, PM2,5, COVNM, de métaux (As et Cr), HAP et dioxines/furanes.

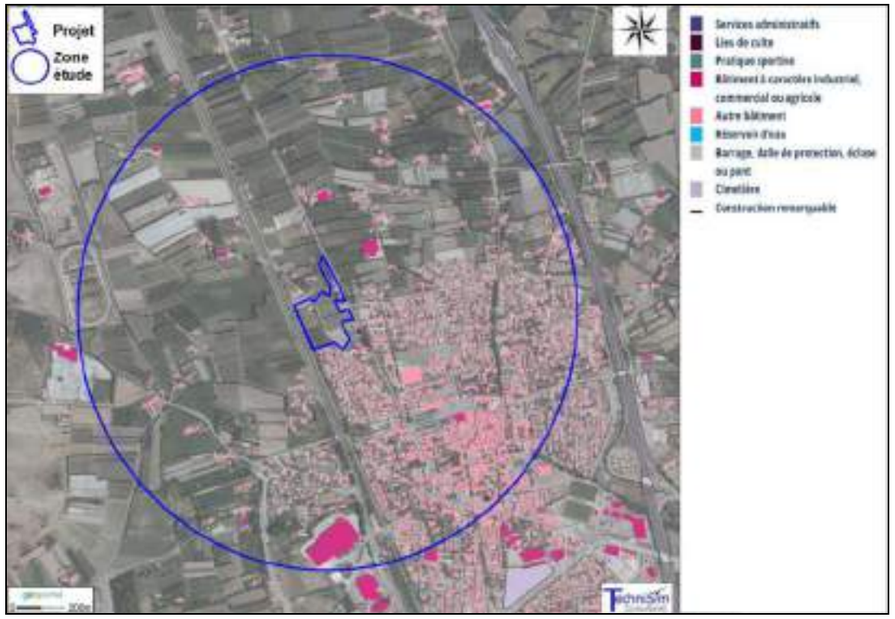


Figure 11 : Environnement du projet par typologie de bâtiments

En l'état actuel, l'emprise projet comporte, des « autres bâtiments » notamment quelques habitations.
La zone d'étude, comporte en majorité des « autres bâtiments » (habitations notamment) et quelques bâtiments à caractère industriel/commercial ou agricole.

Sur le territoire de la commune de Sénas, les secteurs résidentiel et tertiaire ont consommé en 2020 les énergies suivantes (Source : cigale.atmosud.org / inventaire v9.1) :

- Électricité - Émissions indirectes (64,81 % du secteur résidentiel et 76,58 % du secteur tertiaire) ;
- Gaz naturel (3,13 % du secteur résidentiel et 14,76 % du secteur tertiaire) ;
- Produits pétroliers (9,71 % du secteur résidentiel et 8,51 % du secteur tertiaire) ;
- Bois-énergie (22,09 % du secteur résidentiel et 0,16 % du secteur tertiaire) ;
- Chaleur et froid issus de réseaux – Émissions indirectes (0,25 % du secteur résidentiel et 0,00 % du secteur tertiaire).

Les secteurs résidentiel & tertiaire peuvent constituer des émetteurs importants sur la zone d'étude, en fonction des types d'énergie utilisés (notamment en cas d'utilisation de bois et/ou de produits pétroliers comme combustibles).

8.5. SECTEUR AGRICOLE

Le secteur agricole est émetteur de GES, NH_3, NOx, PM10, PM2,5, COVNM, SO_2.

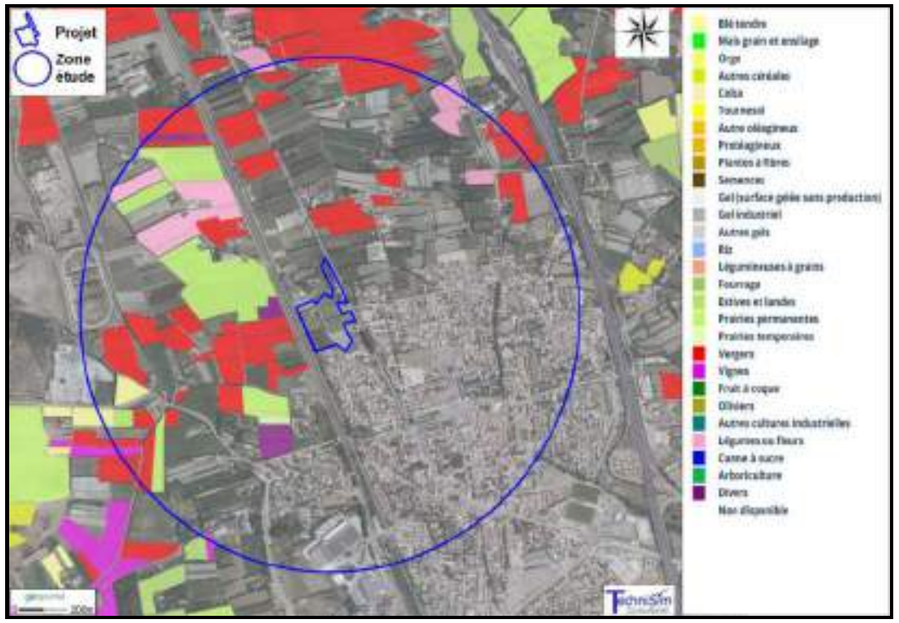


Figure 12 : Identification des zones agricoles en 2020 à proximité du projet par type de culture

En l'état actuel, aucune parcelle agricole n'est présente sur l'emprise projet.
De nombreuses parcelles agricoles de différents types de cultures sont présentes sur la zone d'étude et à l'extérieur de cette dernière.
Le secteur agricole est donc un contributeur non négligeable concernant les émissions de polluants sur la zone d'étude.

Sur le territoire de Sénas en 2020, **l'agriculture** a consommé les énergies suivantes, (Source : cigale.atmosud.org / inventaire v9.1) :

- Produits pétroliers (35,21 %) ;
- Autres énergies renouvelables (1,60 %) ;
- Gaz naturel (0,00 %) ;
- Électricité - Émissions indirectes (63,19 %).

Le secteur agricole est émetteur de polluants atmosphériques, notamment de particules fines[8]. Selon le centre interprofessionnel d'étude de la pollution atmosphérique (Citepa), l'agriculture serait responsable en 2010, de 48 % des émissions de particules totales et de 97 % des émissions d'ammoniac. Ce gaz est considéré comme un précurseur de particules secondaires qui se forment après condensation de plusieurs composés chimiques présents dans l'air. Les travaux des champs sont identifiés comme la principale source de particules primaires ; l'élevage émet près de 77 % de l'ammoniac d'origine agricole. Les pratiques culturales sont responsables de l'essentiel des poussières totales émises par l'agriculture. Chaque année, plus de 400 kt de poussières totales sont générées par les travaux au champ (cf. figure suivante).

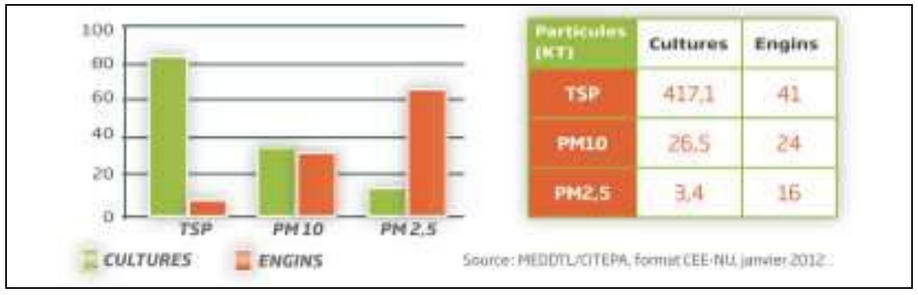


Figure 13 : Émissions de particules primaires en 2010 au champ et par les engins agricoles en France (proportion des émissions totales agricoles)

Les engins agricoles sont fortement émetteurs de PM2,5. Concernant les PM10, les engins agricoles en émettent autant que les travaux aux champs.

Le graphe suivant synthétise l'évolution des émissions des engins non routiers du secteur agricole et sylvicole entre 1990 et 2010.

Il est possible d'observer une baisse des émissions, notamment grâce à l'évolution des moteurs des engins au regard des émissions dues à la combustion.
Pour les émissions de poussières dues à l'abrasion, celles-ci ont augmenté sur la période, en lien avec l'augmentation du nombre d'engins.

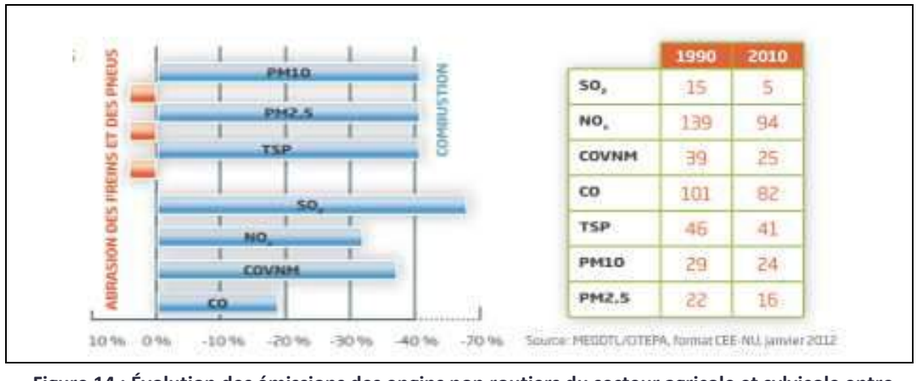


Figure 14 : Évolution des émissions des engins non routiers du secteur agricole et sylvicole entre 1990 et 2010 (tableau en kilotonnes)

Par ailleurs, la pratique du brûlage des résidus constitue une autre source agricole de particules. Le brûlage serait responsable de plus de 60 % des émissions de PM2,5 provenant des cultures, hors engins agricoles. Cette pratique est interdite - sauf dérogation préfectorale - pour des raisons agronomiques ou sanitaires avant tout.
Afin de réduire les émissions de particules liées au brûlage, il est indispensable d'assurer une combustion lente et complète. La technique du *backfire* (faire démarrer le feu contre le sens du vent) donnerait de bons résultats.

Le projet équilibre[9] est une étude indépendante menée à l'initiative d'un consortium de transporteurs portant sur les consommations et émissions de véhicules agricoles (tracteurs) de 44t fonctionnant au diesel ou au GNV. La méthode développée dans l'étude est validée par le Cluster Cara (ex-pôle LUTB Transport & Mobility Systems). Les résultats préliminaires indiquent que les émissions (pour les véhicules testés) de NOx varient entre 32,5 g/100km sur autoroute à 125,9 g/100km en zone urbaine dense pour les véhicules diesel et de 8,9 g/100km sur autoroute à de 109,1 g/100km en zone urbaine dense pour les véhicules GNV. L'ordre de grandeur des émissions sur routes de campagne apparaît intermédiaire dans la fourchette précédemment citée.

[8] « *Les émissions agricoles de particules dans l'air - État des lieux et leviers d'actions* » – Mars 2012 – ISBN 978-2-35838-220-5

[9] Projet équilibre – Analyse des consommations et émissions de CO_2 et NOx sur des tracteurs routiers 44 tonnes GNV et Diesel – Rapport à mi-parcours – Avril 2017.

8.6. SYNTHÈSE

Sur le territoire de la commune de Sénas, en 2020, les principaux secteurs émetteurs de polluants atmosphériques sont le **transport routier** (NOx, NH_3, CO, PM10, PM2,5, SO_2), le **résidentiel** (PM2,5, COVNM, CO, SO_2), l'**agriculture** (NOx, COVNM, NH_3), le **tertiaire** (PM10, SO_2) et **l'industrie** (PM10).

Secteur des transports :
-La zone d'étude comprend plusieurs routes départementales présentant les trafics suivants en 2020 : 8 352 véh/j sur la D7N (entre les D569 et D568) ; 360 véh/j sur la D73A (entre les D569 et D72) et 186 véh/j sur la D73 (entre les D73B et D7N).
En dehors de la zone d'étude, les voies suivantes présentent des trafics notables en 2020 : 13 418 véh/j sur la D7N (entre la D568 et le rond-point N7-A7-Sénas) ; 381 véh/j sur la D71 (entre les D311 et D71D) et 66 367 véh/j dont 13,35 % de Poids Lourds sur l'A7.
-La voie ferrée la plus proche longe le projet par l'est (ligne SNCF n°925). La gare de Sénas est située à moins d'un kilomètre du périmètre sud. L'influence du transport ferroviaire (en termes de facteur d'émission de particules et nombre de passages par jour) peut être considérée comme négligeable en comparaison au transport routier.
-Il n'y a aucune voie navigable dans la zone d'étude.
-Aucun aéroport/aérodrome n'est situé au sein de la zone d'étude.

Les **secteurs résidentiel & tertiaire** peuvent constituer des émetteurs importants sur la zone d'étude et à proximité du projet, en fonction des types d'énergie utilisés, d'autant plus si utilisation de bois ou de produits pétroliers comme combustibles.

Secteur agricole :
-En l'état actuel, il n'y a pas la présence de parcelles agricoles sur l'emprise projet.
-De nombreuses parcelles agricoles de différentes cultures sont présentes sur la zone d'étude et à l'extérieur de cette dernière.
Le secteur agricole est donc un contributeur non négligeable concernant les émissions de polluants sur la zone d'étude.

Secteur industriel :
-Selon les données du Registre Français des Émissions Polluantes (IREP), aucun établissement déclarant des rejets de polluants atmosphériques n'est installé sur la zone d'étude.

À l'échelle de la zone d'étude, les secteurs émetteurs de polluants sont le transport routier, le résidentiel /tertiaire, l'agriculture et de manière minoritaire le transport ferroviaire.

9. QUALITÉ DE L'AIR

La Loi sur l'Air et l'Utilisation Rationnelle de l'Énergie, dite loi 'LAURE', reconnaît à chacun le droit de respirer un air qui ne nuise pas à sa santé. Aussi, l'État assure-t-il - avec le concours des collectivités territoriales - la surveillance de la qualité de l'air au moyen d'un dispositif technique dont la mise en œuvre est confiée à des organismes agréés. Il s'agit des Associations Agréées de Surveillance de la Qualité de l'Air (AASQA). Ces associations sont régies par la « Loi 1901 ».
La surveillance de la qualité de l'air (objectifs de qualité, seuils d'alerte et valeurs limites) est entrée en vigueur avec la mise en place du Décret n°98360 du 16 mai 1998.
Un autre décret datant lui aussi du 16 mai 1998 (n°98-361) porte sur l'agrément des organismes de la qualité de l'air.

Le rôle essentiel de ces organismes est l'information du public sur la qualité de l'air ambiant. Les AASQA mesurent également les incidences négatives de la pollution atmosphérique sur les écosystèmes, conséquemment à l'arrêté du 16 avril 2021 relatif au dispositif national de surveillance de la qualité de l'air ambiant.
Ces associations de surveillance de la qualité de l'air ont une compétence régionale, mais déployable à l'échelle locale.

Concernant la région Sud Provence-Alpes-Côte d'Azur, l'organisme en charge de cette mission est l'association AtmoSud.

9.1. ABAISSEMENT DES SEUILS OMS DE REFERENCE EN 2021

La pollution atmosphérique constitue l'une des principales menaces environnementales pour la santé. Améliorer la qualité de l'air, en réduisant notamment les émissions, permet d'atténuer les changements climatiques et préserve la santé des populations.
Au cours du mois de septembre 2021, les lignes directrices de l'organisation mondiale de la santé (OMS) ont été abaissées afin de réduire l'incidence de la pollution atmosphérique sur la santé[10].

Les lignes directrices mondiales sur la qualité de l'air ne sont pas juridiquement contraignantes. Elles accordent aux décideurs d'orienter la réglementation en vigueur au sein des États ainsi que les politiques publiques mises en œuvre. En France, les valeurs réglementaires pour la qualité de l'air sont une déclinaison des directives européennes. Elles devraient être revues prochainement. Ces valeurs réglementaires ne sont pas forcément calquées sur les seuils sanitaires définis par l'OMS. Ces préconisations rappellent l'importance d'une meilleure qualité de l'air pour la santé sans oublier que les changements climatiques et la pollution atmosphérique figurent parmi les principales menaces environnementales.

Figure 15 : Évolution des recommandations de l'OMS pour les PM10, PM2,5, le NO_2, l'O_3, le SO_2 et le CO selon la référence OMS de 2005 et de 2021

La figure suivante présente les recommandations de l'OMS n'ayant pas été réévaluées et demeurant donc valables.

[10] https://www.who.int/fr/news/item/22-09-2021-new-who-global-air-quality-guidelines-aim-to-save-millions-of-lives-from-air-pollution

Polluant	Durée retenue	Recommandations sur la qualité de l'air restant valides
NO_2, µg/m³	1 heure	200
SO_2, µg/m³	10 minutes	500
CO, mg/m³	8 heures	10
	1 heure	35
	15 minutes	100

Figure 16 : Recommandations de l'OMS pour le NO_2, le SO_2 et le CO n'ayant pas été réévaluées et restant valides

9.2. BILAN DE LA QUALITÉ DE L'AIR EN SUD PACA EN 2021

Le dernier bilan régional annuel publié par AtmoSud est celui concernant 2021.

Au cours de l'année 2021, malgré une légère remontée par rapport à 2020 année très atypique (sans toutefois atteindre les niveaux de 2019), la tendance à la baisse des traceurs de la pollution atmosphérique, observée depuis 20 ans, se poursuit et confirme la nécessité de maintenir les efforts de réduction des émissions.

Cette baisse en région Sud PACA est observée pour l'ensemble des principaux indicateurs de la pollution, sauf pour l'ozone dont la formation est très dépendante des conditions météorologiques (cf. figure suivante).
Cette baisse est attribuée à la réduction des émissions dans tous les secteurs d'activité, dans le cadre de l'évolution de la réglementation et des plans et programmes déployés dans les territoires, comme les PPA. La baisse des émissions est obtenue grâce à :

- L'utilisation de carburant de meilleure qualité (moins soufré pour l'industrie par exemple) ;
- L'amélioration de la performance énergétique des motorisations et des processus ;
- Le recours à des moyens d'abattement et de filtration avant émission dans l'air.

Cette tendance à la baisse a été plus forte en 2020 que la trajectoire normale du fait des périodes de confinement, engendrée par la situation sanitaire, qui ont conduit à une baisse d'activité dans différents domaines, notamment le trafic routier. L'année 2020 reste, bien entendu, une année hors normes.

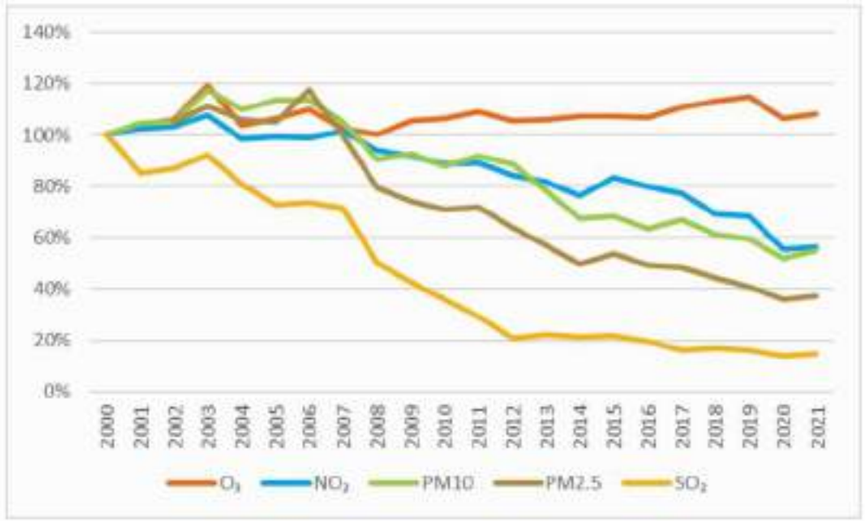


Figure 17 : Évolution des concentrations de polluants réglementés par rapport à l'année de référence 2000 (base 100) (Source : AtmoSud**)**

Avec 28 épisodes de pollution aux particules fines PM10 et à l'ozone pour l'ensemble de la région, 2021 se voit moins polluée que 2019 (34 épisodes). Les particules fines sont à l'origine de la majorité des épisodes de pollution (17), ce qui n'était plus le cas depuis 2017 et seulement 11 épisodes sont attribués à l'ozone.
La comparaison avec 2020 est peu pertinente en raison de la spécificité de cette année qui, avec 11 épisodes de pollution pour l'ozone et les particules fines PM10, a connu 3 fois moins d'épisodes qu'en 2019.

Des efforts restent à mener, aussi bien dans les villes que dans les campagnes. Les zones les plus urbanisées du territoire, où les sources de pollution sont les plus nombreuses et dans lesquelles la dispersion des polluants est moins efficace, restent des zones à enjeux vis-à-vis de la qualité de l'air.
Il existe un large panel de moyens à mettre en œuvre pour l'amélioration de la qualité de l'air : évolutions technologiques, aménagement et révision des transports et de l'urbanisme, économies d'énergie, adaptation des comportements individuels ...
Dans les zones rurales, les enjeux de qualité de l'air ne font pas exception, en lien avec la pollution générée par le chauffage au bois, le brûlage des déchets verts, et l'ozone qui pour sa part impacte l'ensemble de la région.

En septembre 2021, les lignes directrices de l'OMS relatives à la qualité de l'air ont été révisées afin de mieux protéger les populations. Ces nouvelles valeurs, basées sur des données d'impact sanitaire plus récentes, sont nettement abaissées pour les principaux polluants atmosphériques. Elles visent ainsi à éviter des millions de décès liés à la pollution atmosphérique, l'une des principales menaces environnementales pour la santé. Mécaniquement cela implique une forte augmentation du nombre de personnes exposées à des dépassements.
Les lignes directrices annuelles et journalières ont été abaissées pour les PM10, les PM2.5, le NO_2 et le CO. Deux nouvelles Lignes Directrices ont été créées : annuelle pour l'ozone et journalière pour le NO_2. Enfin, la Ligne Directrice journalières pour le SO_2 a été revue à la hausse.

❖ **Dioxyde d'azote (NO_2)**

La valeur limite annuelle (40 µg/m^3) de dioxyde d'azote est respectée pour la majorité des points de mesures de la région, à l'exception de la station trafic de Marseille Rabatau. Les valeurs les plus importantes sont observées à proximité du trafic routier, principal secteur émetteur de dioxyde d'azote. D'autres points de mesure non directement impactés par le trafic routier présentent des valeurs élevées. C'est le cas de Marseille Saint-Louis, probablement à cause de la présence d'autres sources émettrices de dioxyde d'azote, comme le transport maritime.
Des concentrations dépassant les 30 µg/m^3 sont toujours observées dans les zones PPA Bouches-du-Rhône et Var. La zone PPA Alpes-Maritimes présente des concentrations proches de cette valeur.

La baisse des concentrations moyennes de dioxyde d'azote au cours des 20 dernières années dans la région Provence-Alpes-Côte d'Azur s'est poursuivie. La légère remontée observée en 2021 par rapport à 2020 n'influe pas sur cette décroissance. La forte baisse de 2020 est due à la diminution du trafic routier, conséquence des mesures de confinement et de télétravail prises à la suite de la crise sanitaire.

❖ **Particules PM10 et PM2,5**

Les valeurs limites de particules fines PM10 (40 µg/m^3 en moyenne annuelle et 50 µg/m^3 en moyenne journalière, à ne pas dépasser plus de 35 jours par an) sont respectées dans l'ensemble des points de mesures de la région. L'objectif de qualité (30 µg/m^3) est dépassé, en situation trafic à Marseille.
L'abaissement de la ligne directrice de l'OMS (15 µg/m^3) conduira au dépassement de cette valeur sur la quasi-totalité des sites excepté 3 stations de fond.
Pour l'ensemble des zones PPA de la région, le constat est similaire avec le respect de la valeur limite pour la protection de la santé mais le dépassement la ligne directrice de l'OMS. Seule la zone PPA des Bouches-du-Rhône ne respecte pas l'objectif qualité.

La valeur limite des particules fines PM2.5 (25 µg/m^3 en moyenne annuelle) ainsi que l'objectif de qualité (20 µg/m^3) sont respectés sur la totalité des points de mesures de la région. En revanche, la ligne directrice de l'OMS, de 2021 (5 µg/m^3) est dépassée sur l'ensemble de la région, quelle que soit la typologie de la zone concernée (trafic, urbain de fond et industriel). Ce constat sur les PM2,5, concerne toutes les zones PPA de la région.

La baisse des concentrations moyennes de particules au cours des 20 dernières années en Provence-Alpes-Côte d'Azur s'est maintenue en 2021 et ce quelles que soient les zones concernées. Ne tenant pas compte de 2020, année atypique, la baisse par rapport à 2019 est comparable pour les PM2.5 et les PM10. Elle est davantage prononcée dans les zones impactées par le trafic routier, probablement en lien avec le déploiement du télétravail.

❖ **Ozone (O_3)**

La valeur cible en ozone pour la protection de la santé (120 µg/m^3 sur 8 heures à ne pas dépasser plus de 25 jours par an) n'a pas été respectée sur 20 % des points de la région. Ce constat concerne aussi bien des sites périurbains et ruraux que des sites urbains impactés par les activités industrielles. Les zones concernées sont celles couvertes par les PPA (Bouches-du-Rhône et Vaucluse) et hors PPA.
L'objectif à long terme en ozone pour la protection de la végétation (AOT40) est nettement dépassé sur l'ensemble des points de mesure de la région, toutes zones confondues. En revanche, la valeur cible pour la protection de la végétation n'est dépassée que sur quelques sites, répartis sur la zone hors PPA et la zone PPA des Bouches-du-Rhône.

Après une légère baisse en 2020 due à une météorologie dispersive et la baisse d'activité liée à la pandémie, la concentration de la moyenne annuelle en ozone en 2021 s'inscrit pleinement dans la tendance générale : l'ozone reste le seul indicateur ne montrant pas de diminution significative au cours des dernières années, maintenant cette problématique chronique pour l'ensemble de la région.

❖ **Dioxyde de soufre (SO_2)**

L'objectif de qualité (50 µg/m^3 en moyenne annuelle) de dioxyde de soufre est très nettement respecté dans l'ensemble des points de mesures de la région. Cette conformité est également observée pour les autres valeurs de référence : moyenne hivernale (20 µg/m^3) et valeur limite de protection de la santé (3 jours > 125 µg/m^3 ou 24 heures > 350 µg/m^3).
Ce constat est fait pour tous les types de points de mesure : fond ou industriel. La ligne directrice de l'OMS (3 jours > 40 µg/m^3) est également respectée sur tous les sites de mesure.

La baisse importante (plus de 80 %) des concentrations moyennes de dioxyde de soufre au cours des 20 dernières années dans la région Provence-Alpes-Côte d'Azur s'est maintenue en 2021. Des niveaux très faibles en moyenne annuelle ont été enregistrés au cours des cinq dernières années dans toutes les zones de la région. Les valeurs horaires maximales diminuent également et ont atteint, en 2021, 196 µg/m^3 à Martigues Les Laurons. Ces pointes sont observées essentiellement lorsque les stations sont sous les vents des activités émettrices de dioxyde de soufre : industrie, transport maritime…

❖ **Monoxyde de carbone (CO)**

Les concentrations de monoxyde de carbone CO sont en baisse depuis plus de 20 ans en lien notamment avec la baisse des émissions par les activités humaines, notamment le transport routier et la production d'énergie. Les émissions du secteur résidentiel (chauffage domestique) sont stables depuis 2007. Les émissions de l'industrie sont en légère baisse, avec de fortes variations liées aux évolutions de l'activité. Les émissions naturelles sont essentiellement liées aux incendies (notamment en 2016 et 2017).

En raison des niveaux de concentration faibles et en baisse continue, un seul point de mesure permanent est maintenu par AtmoSud. Il a été déplacé depuis le site Marignane vers Marseille Longchamp début 2022. Le site de Port-de-Bouc-La Lèque a été rééquipé à partir de juin 2021. La valeur limite pour la protection de la santé (maximum des moyennes sur 8 heures glissantes : 10 mg/m³) est largement respectée lors des mesures.

❖ **Benzène (C_6H_6)**

La valeur limite du benzène (5 µg/m^3/an) est respectée dans l'ensemble de la région depuis plusieurs années. L'objectif de qualité (2 µg/m^3) également est respecté sur l'ensemble de points de mesure bien que juste atteint en site trafic. Les valeurs les plus importantes sont observées dans les zones impactées par les activités industrielles ou le trafic routier.

Les concentrations moyennes annuelles de benzène sont relativement stables ces cinq dernières années, voire entament une baisse depuis 2019. En 2021, la diminution est moins prononcée qu'en 2020, année particulièrement touchée par les contraintes sanitaires liées à la COVID-19.

❖ **Métaux lourds**

Les valeurs cibles et objectifs de qualité, établis pour les 4 métaux réglementés, sont très largement respectés dans la région depuis plusieurs années, avec une tendance générale à la baisse, malgré quelques variations ponctuelles. En s'affranchissant de la particularité de l'année 2020, 2021 s'inscrit dans cette tendance, à l'exception du plomb en légère hausse à Marseille.

❖ **Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)**

La valeur cible pour les HAP est établie pour le benzo(a)pyrène. Fixée à 1 ng/m^3 en moyenne annuelle elle est nettement respectée dans la région depuis plusieurs années.
En 2021, les concentrations en moyenne annuelle bien que n'atteignant pas 0,5 ng/m^3 soit la moitié de la valeur cible sont en légère hausse sur l'ensemble des points de mesure.

❖ **Impact sur la qualité de l'air en 2020 des confinements et des restrictions de déplacements en lien avec la lutte contre l'épidémie de Covid-19**

En 2020, la baisse drastique du trafic routier lors du premier confinement lié à la pandémie de Covid-19 a eu une incidence notable sur la qualité de l'air en impactant directement les émissions de polluants émis par le trafic automobile. Cet évènement a permis de mesurer l'efficacité de la diminution importante des sources de pollution dans l'atmosphère, en conditions réelles.

En mars 2021, AtmoSud a publié un état des lieux concernant la qualité de l'air en 2020, dont les conclusions sont retranscrites ci-après.

- **Confinement strict du 17 mars au 11 mai 2020 : une baisse remarquable de la pollution atmosphérique**

  Au cours du premier confinement, les restrictions de sortie (fermeture des écoles, télétravail…) ont un impact sur la qualité de l'air. Sur les stations « trafic » des principales agglomérations de la région, les concentrations en oxydes d'azote, traceurs du trafic routier, ont diminué : baisse de 60 % par rapport aux années précédentes.

  Au début du confinement, les niveaux de particules fines PM2.5, émises par le trafic, le secteur industriel et le chauffage au bois ont augmenté sur l'ensemble des agglomérations des stations « urbaines ». Cette évolution est liée à la hausse de l'utilisation du chauffage au bois (plus de temps de présence à domicile) et aux conditions météorologiques. À partir de mi-avril, avec des températures en hausse et une baisse d'activité (trafic routier, chauffage au bois...), les concentrations en particules fines ont diminué sur l'ensemble des agglomérations : -40% sur les stations urbaines par rapport aux années précédentes.

- **Deuxième confinement du 30 octobre au 15 décembre 2020 : un impact moins marqué sur la qualité de l'air**

  Le trafic routier a moindrement baissé au cours de cette période car les établissements scolaires sont demeurés ouverts, ainsi que nombreux établissements recevant du public. Les concentrations en oxydes d'azote ont cependant diminué de 25 % sur les stations « trafic » par rapport aux années précédentes à la même période.

  L'évolution des concentrations journalières de particules fines PM2.5 est similaire à celui du premier confinement : augmentation de 19 % par rapport aux années précédentes à la même période. Les conditions météorologiques de ce deuxième confinement ne peuvent cette fois-ci pas réellement expliquer cette légère augmentation des particules fines. En revanche, la part de l'activité humaine confinée sur cette période peut être avancée : l'arrivée du froid a favorisé l'utilisation du chauffage domestique ; le télétravail a également pu accentuer son utilisation.

- **Couvre-feu de 18h à 6h du matin depuis le 16 janvier 2021**.

  Du 16 janvier au 8 mars 2021, la pointe du soir de dioxyde d'azote, traceur du trafic routier, est observée plus tôt (19h) que les années précédentes sur la même période (20h). De plus, la valeur du « pic » est plus faible : 32 µg/m^3/h en 2021 contre 45 µg/m^3/h en moyenne pour les années 2018 à 2020 (sur la période du 16 janvier au 8 mars).

  Les moyennes journalières en oxydes d'azote n'ont pas fortement diminué, contrairement à la période de confinement. La baisse observée par rapport aux années passées peut être rattachée à divers facteurs : évolution du parc automobile, météorologie différente et réduction du trafic routier (télétravail).

9.3. ZONES SENSIBLES POUR LA QUALITÉ DE L'AIR

L'état des lieux à réaliser dans le cadre du SRCAE doit définir des « Zones Sensibles pour la Qualité de l'Air ». Dans ces zones, les actions en faveur de la qualité de l'air doivent être jugées préférables à d'éventuelles actions portant sur le climat et dont la synergie avec les actions de gestion de la qualité de l'air n'est pas assurée.

La définition des zones sensibles en Provence-Alpes-Côte d'Azur a été élaborée à partir de la méthodologie définie au niveau national, appliquée dans toutes les régions élaborant leur SRCAE. Les polluants retenus dans la définition de ces zones sont les particules fines (PM10) et le (NO_2).

Ces zones sont définies en croisant :

- Les zones où les niveaux d'émissions sont excessifs ;
- Les zones qui, par leur densité de population ou la présence d'écosystèmes protégés, peuvent être jugées plus sensibles à une dégradation de la qualité de l'air.

La cartographie des zones sensibles pour la qualité de l'air en Sud PACA est illustrée ci-après.

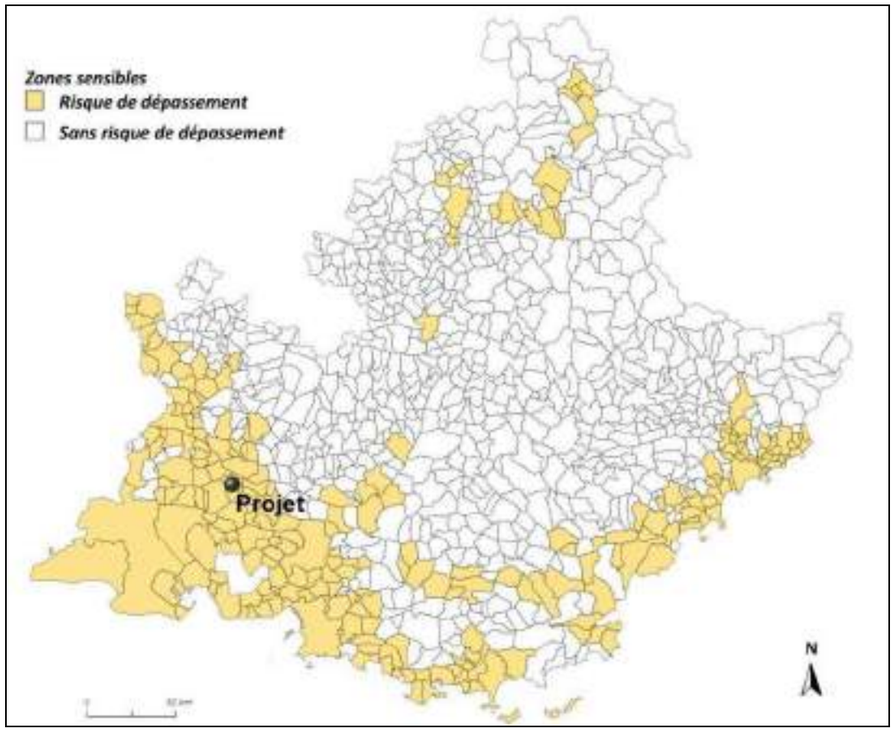


Figure 18 : Emplacement des zones sensibles pour la qualité de l'air selon le SRCAE PACA

La zone d'étude est incluse dans la **Z**one **S**ensible pour la **Q**ualité de l'**A**ir en Provence-Alpes-Côte d'Azur au sens du SRCAE.

9.4. ZONES COUVERTES PAR UN PPA

En région Sud-Provence-Alpes-Côte d'Azur, plusieurs Plans de Protection de l'Atmosphère sont en vigueur :

- PPA des Alpes-Maritimes.
- PPA des Bouches-du-Rhône.
- PPA de l'agglomération du Var.
- PPA de l'agglomération de Vaucluse.

La cartographie du PPA des Bouches-du-Rhône est illustrée ci-après.

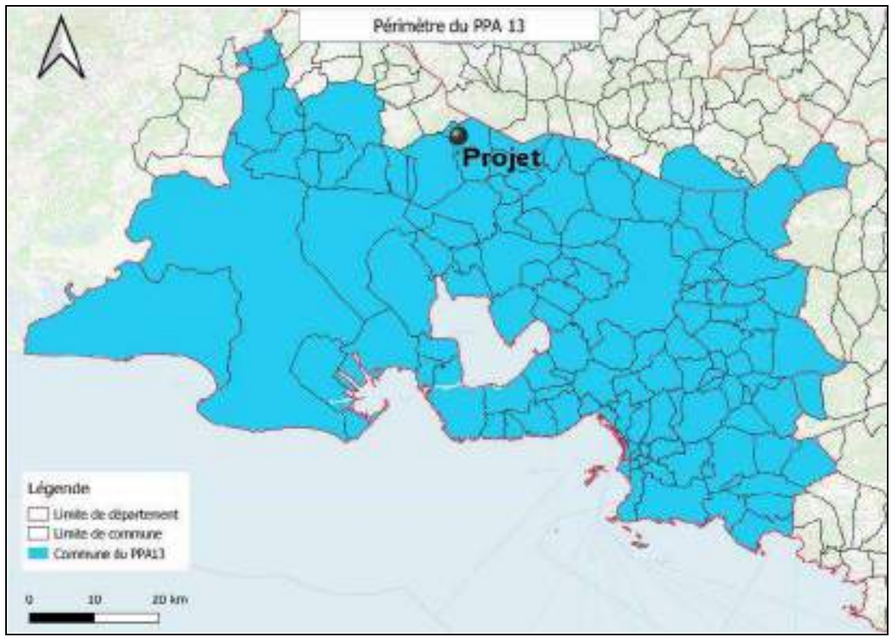


Figure 19 : Périmètre du PPA 13 des Bouches-du-Rhône (source : AtmoSud)

La zone d'étude est couverte par le **P**lan de **P**rotection de l'**A**tmosphère des Bouches-du-Rhône.

9.5. PROCÉDURES D'INFORMATION-RECOMMANDATION ET D'ALERTE

Dans le Code de l'environnement, sont définis des seuils d'information/recommandations et d'alerte pour différents polluants. Ces seuils correspondent à des niveaux d'urgence, c'est-à-dire à des concentrations de substances polluantes dans l'atmosphère au-delà desquelles une exposition de courte durée présente un risque pour la santé humaine ou un risque de dégradation de l'environnement.

9.5.1. Fonctionnement de la procédure – Dispositif préfectoral

Le dispositif de gestion des procédures concerne les épisodes de pollution aux particules (PM10), au dioxyde d'azote (NO_2), et à l'ozone (O_3).
Pour information : le dioxyde de soufre (SO_2) est ajouté à la liste des polluants uniquement pour le département des Bouches-du-Rhône.

Le dispositif a été renforcé en 2017 sur les départements de la région pour une meilleure gestion des épisodes de pollution :

- Le dispositif est activé plus fréquemment, et ce, compte tenu de la réglementation désormais plus stricte
- Les mesures réglementaires sont adaptées au contexte local et à la durée ainsi qu'à l'intensité du pic de pollution. Elles sont décidées en réunion, sous l'égide du préfet, d'un Comité associant les représentants de l'État, des collectivités territoriales et des experts scientifiques de la qualité de l'air

Le dispositif prévoit deux niveaux de réponse :

- Une procédure *d'information-recommandations* : dès le premier jour des prévisions de dépassements des seuils de polluants ;
- Une procédure *d'alerte* : à partir de deux jours consécutifs de dépassement des seuils de polluants. Les mesures peuvent être de niveau 1 ou 2, et sont précisées au cas par cas.

Les mesures prévues en cas de pics de pollution de l'air portent, d'une part, sur l'adoption de comportements permettant de réduire la vulnérabilité des publics les plus sensibles et, d'autre part, sur des mesures susceptibles de réduire les émissions de polluants.

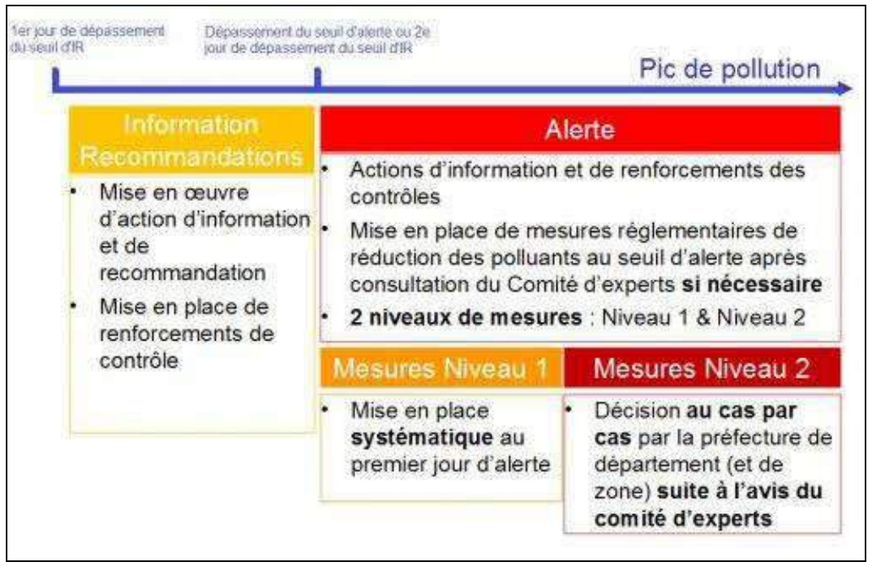


Figure 20 : Dispositif de gestion des épisodes de pollution de l'air

Le dispositif est agencé sur les départements de la région avec :

- **Un arrêté préfectoral <u>zonal</u>** définissant le cadre général harmonisé à l'échelle de la zone : polluants concernés, critères de déclenchement et modalités de mise en œuvre des procédures, modalités de diffusion de l'information, cas spécifiques de la coordination de la zone de défense et de sécurité, mise en place d'un comité d'experts pour la décision de certaines mesures d'urgence (l'arrêté a été signé le 20 juin 2017 par le préfet de la zone de défense et de sécurité Sud) ;
- **Un arrêté préfectoral <u>départemental</u>** déclinant la mise en œuvre du dispositif dans le département : liste des renforcements de contrôle, liste des mesures d'urgence par typologie d'épisodes (nature, durée, ampleur), composition et modalités de consultation du comité d'experts.

  Pour les Bouches-du-Rhône, l'arrêté interpréfectoral révisé n°000575 a été signé le 10 septembre 2019 par le préfet du département des Bouches-du-Rhône et le préfet de police des Bouches-du-Rhône. Le critère de déclenchement des procédures est basé sur l'arrêté zonal. Les polluants visés par les procédures organisées par cet arrêté départemental sont le dioxyde d'azote, l'ozone et les particules PM10.

La caractérisation d'un épisode de pollution donné est confiée à l'expertise de l'Aasqa compétente. Le prévisionniste caractérise un épisode de pollution en s'appuyant sur la modélisation (prévision) ou sur le constat d'un dépassement de seuil, ou pour le seuil d'alerte sur persistance.

Le dépassement d'un seuil de pollution est caractérisé :

<u>Soit</u> à partir :

- D'un critère de **<u>superficie</u>,** dès lors qu'une surface d'au moins 100 km² au total dans une région est concernée par un dépassement des seuils d'ozone, de dioxyde d'azote et/ou de particules PM10 estimé par modélisation en situation de fond ;
- D'un critère de **<u>population</u> :**
  - Pour les départements de Haute-Garonne, des Alpes-Maritimes, **des Bouches-du-Rhône**, du Gard, de l'Hérault, du Var, du Vaucluse : lorsqu'au moins 10 % de la population du département sont concernés par un dépassement de seuils d'ozone, de dioxyde d'azote et/ou de particules PM10 estimé par modélisation de fond ;
  - Pour les départements des Alpes-de-Haute-Provence, des Hautes-Alpes, de l'Aude, de la Lozère, des Pyrénées-Orientales, de l'Ariège, de l'Aveyron, du Gers, du Lot, des Hautes-Pyrénées, du Tarn, du Tarn-et-Garonne : lorsqu'au moins une population de 50 000 habitants au total dans le département est concernée par un dépassement de seuils d'ozone, de dioxyde d'azote et/ou de particules PM10 estimé par modélisation en situation de fond ;

<u>Soit</u>

- **En considérant les situations locales particulières portant sur un territoire plus limité,** notamment les vallées encaissées ou mal ventilées, les zones de résidence à proximité de voiries à fort trafic, les bassins industriels.

❖ **<u>Niveau d'information et de recommandations</u>**

Ce niveau est déclenché lorsque le seuil d'information de l'un des polluants est atteint ou risque de l'être. Le seuil d'information correspond à un niveau de concentration de polluants dans l'atmosphère au-delà duquel une exposition de courte durée a des effets limités et transitoires sur la santé des catégories de populations particulièrement sensibles (enfants, personnes âgées, asthmatiques et insuffisants respiratoires chroniques, ...).

Il comprend des actions d'information de la population, des recommandations sanitaires aux catégories de populations particulièrement sensibles en cas d'exposition de courte durée, ainsi que des recommandations et des mesures visant à réduire certaines des émissions polluantes, comme par exemple, la recommandation faite par les autorités aux conducteurs de véhicules à moteur de limiter leur vitesse.

❖ **Niveau d'alerte**

Ce niveau est déclenché lorsque le seuil d'alerte de l'un des polluants est atteint ou risque de l'être.
Le seuil d'alerte correspond à un niveau de concentration de polluants dans l'atmosphère au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé humaine ou de dégradation de l'environnement, et à partir duquel des mesures d'urgence doivent être prises.
En sus des actions prévues au niveau d'information et de recommandations, ce niveau comprend des mesures de restriction ou de suspension des activités concourant à la pollution (industries et transports), y compris, le cas échéant, la circulation des véhicules.

❖ **Mesures d'urgence applicables à certaines Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE)**

Pour le secteur industriel, certaines ICPE font l'objet de prescriptions particulières en cas d'épisodes de pollution pour un polluant donné.
Ces prescriptions sont prévues dans leurs arrêtés d'autorisation d'exploiter.

❖ **Mesures d'urgence applicables au secteur des transports en fonction de la typologie de l'épisode**

Les préfets des départements peuvent mettre en place les mesures de restriction de la circulation selon les classes de véhicules définies par l'arrêté interministériel du 21 Juin 2016. Le ministre chargé de l'aviation civile décide des mesures relevant du secteur aérien conformément à l'instruction technique du 24 septembre 2014. Les services locaux de l'aviation civile, informés d'un épisode de pollution en cours ou à venir, peuvent activer tout ou partie des mesures prévues dans l'arrêté préfectoral relatif à la gestion des épisodes de pollution de l'air ambiant.
Durant la période d'application des mesures d'interdiction de la circulation de certaines catégories de voitures particulières, les autorités organisatrices de transports concernées peuvent faciliter par toute mesure tarifaire incitative l'accès aux réseaux de transport public en commun de voyageurs.

Le tableau suivant précise les seuils de déclenchement des niveaux d'information et d'alerte du public en cas d'épisode de pollution dans la région pour les polluants concernés.

Tableau 5 : Seuils de déclenchement des niveaux d'information et d'alerte

POLLUANTS	Seuil d'information et de recommandations	Seuil d'alerte
Particules en suspension (PM10)	50 µg/m³ en moyenne journalière calculée de 0 h à 0 h	80 µg/m³ en moyenne journalière calculée de 0 h à 0 h **Déclenchement sur persistance pour J et J+1 si** 50 µg/m³ en moyenne journalière calculée de 0 h à 0 h pendant 2 jours consécutifs : J-1 et J et/ou J et prévision de dépassement pour J+1
Ozone (O_3)	180 µg/m³ en moyenne horaire dépassé pendant une heure	**Protection sanitaire de toute la population :** 240 µg/m³ en moyenne horaire, sur 1 heure **Mise en œuvre progressive de mesures d'urgence :** **1er seuil :** 240 µg/m³ en moyenne horaire, dépassé pendant 3 heures consécutives **2e seuil :** 300 µg/m³ en moyenne horaire, dépassé pendant 3 heures consécutives **3e seuil :** 360 µg/m³ en moyenne horaire
Dioxyde d'azote (NO_2)	200 µg/m³ en moyenne horaire dépassé pendant 1 heure	400 µg/m³ en moyenne horaire, dépassé pendant 3 heures consécutives ou **Déclenchement pour J et J+1 si** 200 µg/m³ en moyenne horaire, dépassé pendant 1 heure pendant 2 jours consécutifs J-1 et J et que les prévisions font craindre un dépassement pour le lendemain (J+1)
Dioxyde de soufre (SO_2)	300 µg/m³ en moyenne horaire dépassé pendant 1 heure	500 µg/m³ en moyenne horaire, dépassé pendant 3 heures consécutives

Le tableau suivant dresse la liste des mesures d'urgence à même d'être décidées par le préfet des Bouches-du-Rhône en fonction des secteurs d'activités et de la typologie de l'épisode de pollution.

Tableau 6 : Mesures d'urgence du seuil d'alerte par secteur d'activité et typologie d'épisode de pollution de l'arrêté interpréfectoral n°000575 du 10 septembre 2019 - Bouches-du-Rhône

MESURES	Seuil d'alerte 2 niveaux:	Episode type "combustion hivernale"	Episode type "multi-sources"	Episode type "photochimique"
1. Secteur industriel : • Mise en œuvre des prescriptions particulières prévues dans les autorisations d'exploitation des ICPE en cas de dépassement du seuil d'alerte de niveau 1 ; • Mise en œuvre des prescriptions particulières prévues dans les autorisations d'exploitation des ICPE en cas de dépassement du seuil d'alerte de niveau 2 ; • Réduire l'activité sur les chantiers générateurs de poussières et recourir à des mesures compensatoires (arrosage, etc.) ;	N1 N2 N2	X X X	X X X	X X X
2. Secteur des transports : • Abaisser de 20 km/h les vitesses maximales autorisées sur toutes les voiries du département, sans toutefois descendre en dessous de 70 km/h ; • Interdire la circulation des poids lourds en transit dans les conditions définies à l'article 10 du titre IV du présent arrêté; • Instaurer la circulation différenciée dans les conditions définies à l'article 11 du titre IV du présent arrêté ; • Modifier le format des épreuves de sports mécaniques (terre, mer, air) en réduisant les temps d'entrainement et d'essais ;	N1 N1 N2 N2	X X X X	X X X X	X X X
• Raccorder électriquement à quai les navires de mer et les bateaux fluviaux en substitution à la production électrique de bord par les groupes embarqués, dans la limite des installations disponibles ; • Diminuer les vitesses des navires de 10 nœuds à proximité des bassins et de 8 nœuds à l'intérieur des bassins Est (Marseille) et des bassins Ouest (Fos) • Interdire les essais moteurs des aéronefs dont l'objectif n'est pas d'entreprendre un vol ; • Interdire les tours de piste d'entraînement des aéronefs, à l'exception de ceux réalisés dans le cadre d'une formation initiale dispensée par un organisme déclaré, approuvé ou certifié, avec présence à bord ou supervision d'un instructeur. *La possibilité est laissée au directeur de la sécurité de l'aviation civile Sud-Est de suspendre l'interdiction des essais moteurs pendant une demi-journée, après deux ou trois jours d'interdiction, et maintenir les tours de piste programmés dans le cadre d'une livraison d'aéronef, au vu de l'enjeu économique que cette activité représente.*	N1 N1 N2 N2	X X X X	X X X X	X X X X
3. Secteur résidentiel et tertiaire : • Suspendre l'utilisation d'appareils de combustion de biomasse non performants ou groupes électrogènes ; • Reporter les travaux d'entretien ou de nettoyage effectués par la population ou les collectivités territoriales avec des outils non électriques (tondeuses, taille-haie...) ou des produits à base de solvants organiques (white-spirit, peinture, vernis décoratifs, produits de retouche automobile...) ; • Faire respecter l'interdiction des brûlages à l'air libre des déchets verts	N1 N1 N1	X X X	X X X	X X X
4. Secteur agricole : • Recourir à des procédés d'épandage faiblement émetteurs d'ammoniac ; • Recourir à des enfouissements rapides des effluents ; • Suspendre la pratique de l'écobuage et les opérations de brûlage à l'air libre des sous-produits agricoles ; • Reporter les épandages de fertilisants minéraux et organiques en tenant compte des contraintes déjà prévues par les programmes d'actions pris au titre de la directive 91/676/CEE du Conseil du 12 décembre 1991 concernant la protection des eaux contre la pollution par les nitrates à partir de sources agricoles ; • Reporter les travaux du sol.	N2 N2 N1 N1 N2	X X X	X X X X X	X X X X

9.5.2. Historique des dépassements

Le diagramme qui va suivre illustre le nombre de jours de dépassement des seuils d'information-recommandations et d'alerte pour le département des Bouches-du-Rhône depuis 2017.

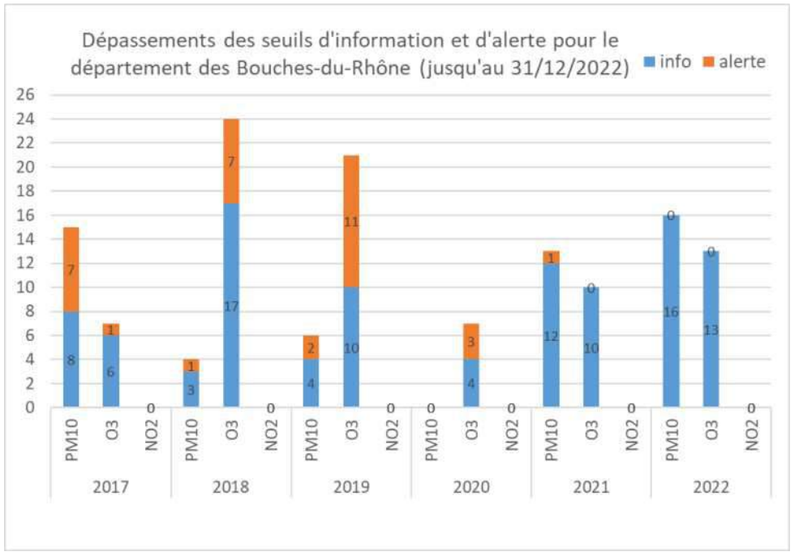


Figure 21 : Nombre de jours de dépassement des seuils d'information-recommandations et d'alerte pour le département des Bouches-du-Rhône du 1er janvier 2017 au 31 décembre 2022 inclus[11]

Avertissement : les données 2020 sont à considérer avec prudence, compte tenu du contexte particulier de ladite année, au regard des mesures de confinement instaurées afin de lutter contre l'épidémie de Covid-19 – avec des répercussions significatives sur les trafics routiers et donc sur la qualité de l'air.

Il est à retenir que, dans les Bouches-Du-Rhône, depuis 2017, les déclenchements concernent uniquement les **PM10** (période hivernale) et **l'ozone** O_3 (période estivale).

À l'échelle du département des Bouches-du-Rhône, 2022 marque la première année sans déclenchement de procédure d'alerte.
En revanche les dépassements des seuils d'informations-recommandations pour les PM10 et l'ozone sont encore récurrents tous les ans. Le nombre d'épisode fluctue selon les années en lien avec les conditions météorologiques.

[11] https://www.atmosud.org/episodes-de-pollution/historique?f%5B0%5D=pollution_peak_zones%3ABouches-du-Rh%C3%B4ne

9.6. Données AtmoSud

9.6.1. Mesures réalisées par AtmoSud

L'association AtmoSud ne dispose pas de station de mesure à proximité immédiate du projet. La localisation et les caractéristiques de la station la plus proche est fournie en figure et tableau suivants.

Figure 22 : Localisation de la station de mesure AtmoSud « Salon » par rapport au projet

Tableau 7 : Caractéristiques de la station de mesure AtmoSud la plus proche du projet

STATIONS	Type station	Localisation	Distance projet	Polluants mesurés
SALON	Fond Urbain	École les Capucins 13300 Salon-de-Provence	12,0 km (sud)	• NO_2 ; NO ; NOx • PM10 ; PM2,5 • O_3

Avertissement :

- Les stations 'de fond' ne sont pas directement influencées par une source locale identifiée. Elles permettent une mesure d'ambiance générale de la pollution dite 'de fond' (**pollution à laquelle la population est soumise en permanence**), représentative d'un large secteur géographique autour d'elles.
- Les stations 'Trafic' mesurent la pollution dans des lieux proches des voies de circulation (voies rapides, carrefours, routes nationales, ...). Les niveaux mesurés à ces endroits correspondent au risque d'exposition maximum pour le piéton, le cycliste ou l'automobiliste. La représentativité des mesures est locale et est variable selon la configuration topographique et la nature du trafic.

Cette station ne permet pas de renseigner sur la qualité de l'air de la zone d'étude. Nonobstant, elle informe des tendances de fond urbain prévalant dans le contexte local.

Note : Les résultats des mesures de l'Aasqa figurent dans les tableaux fournis en annexe.

Selon les mesures AtmoSud à la station de fond urbain « Salon », depuis 2018 :
-**Dioxyde d'azote (NO_2) :** Les concentrations moyennes annuelles sont inférieures chaque année au seuil réglementaire de 40 µg/m³. La ligne directrice de l'OMS (10 µg/m³ en moyenne annuelle) est dépassée chaque année. Le seuil d'information-recommandation (200 µg/m³ en moyenne horaire) n'a jamais été dépassé et la recommandation journalière de l'OMS (25 µg/m³) est dépassée tous les ans.
-**Oxyde d'azote (NOx) :** Les concentrations moyennes annuelles sont inférieures au niveau critique annuel pour la protection de la végétation (30 µg/m³).
-**Particules PM10 :** Les concentrations moyennes annuelles sont inférieures au seuil réglementaire (40 µg/m³) chaque année. Cependant, la ligne directrice de l'OMS (15 µg/m³) est dépassée chaque année. Le nombre de jours où la concentration moyenne journalière est supérieure au seuil journalier (50 µg/m³) est inférieur à la valeur limite de 35 dépassements annuels chaque année. En revanche, la recommandation journalière de l'OMS (3 à 4 dépassements par an de 45 µg/m³ en moyenne journalière) est dépassée en 2018, 2021 et 2022.
-**Particules PM2,5** : La valeur limite en moyenne annuelle (25 µg/m³) est respectée chaque année, mais la ligne directrice de l'OMS (5 µg/m³) est systématiquement dépassée. Le nombre de dépassements de 15 µg/m³ en moyenne journalière (recommandation de l'OMS) est systématiquement très supérieur à la préconisation de 3 à 4 dépassements maximum par an.
-**Ozone (O_3) :** Le seuil d'information-recommandation (180 µg/m³ en moyenne horaire) est dépassé, chaque année. À l'inverse, le seuil d'alerte (240 µg/m³ en moyenne horaire) est toujours respecté.

9.6.2. Indice ATMO

L'indice français de la qualité de l'air est l'indice « ATMO ». L'arrêté du 10 juillet 2020 (NOR : TRER2017892A) modifiant l'indice a été publié le 29/07/2020 et abroge l'arrêté de 2004. Ce texte et le nouvel indice sont entrés en vigueur le 1er janvier 2021.

Le nouveau calcul de l'indice ATMO tient compte des PM2,5[12] qui pénètrent plus facilement à travers les barrières physiques de l'organisme humain et impactent la santé, et non plus uniquement celles inférieures à 10 microns (PM10) comme auparavant. De plus, il permet de fournir une prévision calculée à l'échelle de chaque établissement public de coopération intercommunale (EPCI) (et non plus uniquement sur les agglomérations de 100 000 habitants), sur l'ensemble du territoire national, y compris Outre-Mer. Il apporte ainsi une indication plus fine sur l'exposition de la population à la pollution de l'air, avec une information à différentes échelles territoriales, de l'EPCI à la géolocalisation.

Le nouvel indice ATMO qualifie l'état de l'air selon 6 classes : Bon / Moyen / Dégradé / Mauvais / Très mauvais / Extrêmement mauvais.
Le code couleur s'étend du bleu (bon) au magenta (extrêmement mauvais).
Chaque indice est composé de 5 sous-indices étant respectivement représentatif d'un polluant de l'air :

- Particules fines inférieures à 10 µm (PM10) ;
- Particules fines inférieures à 2,5 µm (PM2,5) ;
- Ozone (O_3) ;
- Dioxyde d'azote (NO_2) ;
- Dioxyde de soufre (SO_2).

La figure suivante représente les seuils et les couleurs du nouvel indice.

		Bon	Moyen	Dégradé	Mauvais	Très mauvais	Extrêmement mauvais
Moyenne journalière	PM2.5	0-10	10-20	20-25	25-50	50-75	>75
Moyenne journalière	PM10	0-20	20-40	40-50	50-100	100-150	>150
Max horaire journalier	NO2	0-40	40-90	90-120	120-230	230-340	>340
Max horaire journalier	O3	0-50	50-100	100-130	130-240	240-380	>380
Max horaire journalier	SO2	0-100	100-200	200-350	350-500	500-750	>750

Figure 23 : Seuils et couleurs du nouvel indice ATMO entré en vigueur le 1er janvier 2021

[12] https://atmo-france.org/un-nouvel-indice-atmo-plus-clair-et-precis/

L'indice caractérisant la qualité globale de l'air de la journée considérée est égal au sous-indice le plus dégradé.

Cet indice agit comme un thermomètre, avec une nouvelle graduation : il procure une représentation différente de la qualité de l'air. La prise en compte des particules fines PM2,5 et les changements de seuils permettent de mieux décrire la qualité de l'air.
Nonobstant, le nouvel indice ATMO considère les polluants individuellement et ne tient pas compte des effets cocktails de plusieurs polluants. Il s'agit d'une représentation simplifiée de la qualité de l'air qui se fonde sur des prévisions journalières et comporte une marge d'incertitude (à l'image des bulletins météorologiques).
En corollaire, ce qui peut apparaître comme une augmentation du nombre de jours avec une qualité de l'air moyenne, dégradée, mauvaise ou très mauvaise, découle du changement de la méthode de calcul, de l'intégration des PM2,5, et de nouveaux seuils.
Cela ne résulte pas en l'occurrence d'une dégradation de la qualité de l'air qui tend à s'améliorer depuis vingt ans.

L'historique du nouvel indice ATMO pour la commune de Sénas en 2022 est fourni dans le tableau suivant.

Tableau 8 : Évolution et répartition des indices ATMO pour la commune de Sénas en 2022[13]

Indice ATMO 2022	Nombre de jours en 2022*	Pourcentage de la période*
Bon	3	0.8%
Moyen	198	54.2%
Dégradé	101	27.7%
Mauvais	61	16.7%
Très Mauvais	0	0.0%
Extrêmement Mauvais	0	0.0%

* 2 jours sont indisponibles soit 0,5 %

Selon l'indice ATMO, la qualité de l'air à Sénas en 2022 peut être qualifiée de « Bonne » 0,8 % de la période, « Moyenne » 54,2 % de la période, « Dégradée » 27,7 % de la période, « Mauvaise » 16,7 % de la période.

[13] https://map.atmo-france.org/

9.6.3. Modélisations AtmoSud au niveau de la zone d'étude

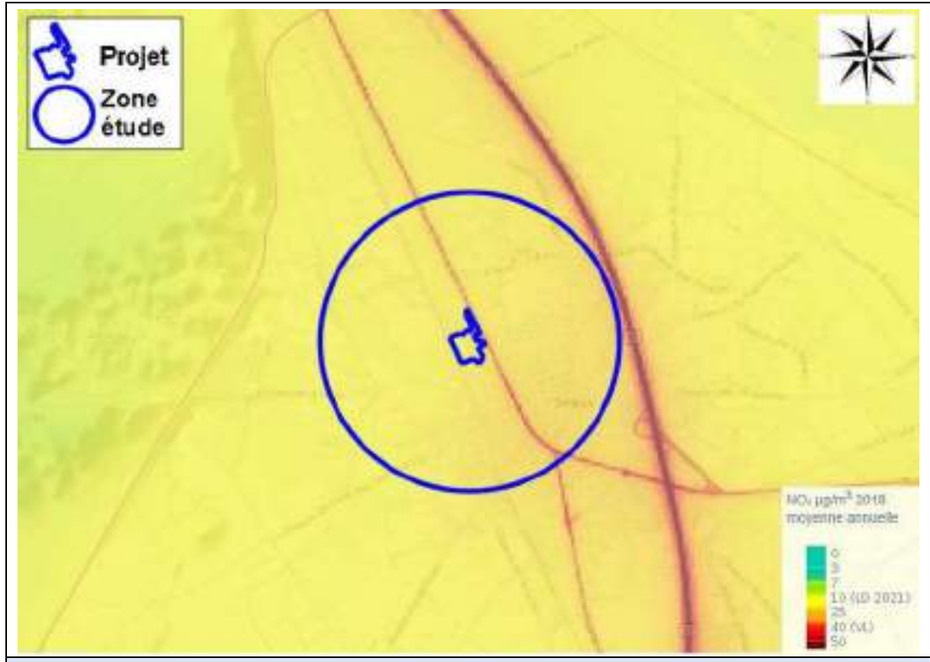
❖ **Modélisation des concentrations en polluants par AtmoSud**

Les planches en pages suivantes informent sur les teneurs en PM10, PM2,5, NO_2 et O_3 modélisées par AtmoSud au niveau de la zone d'étude pour les années 2018 à 2021.

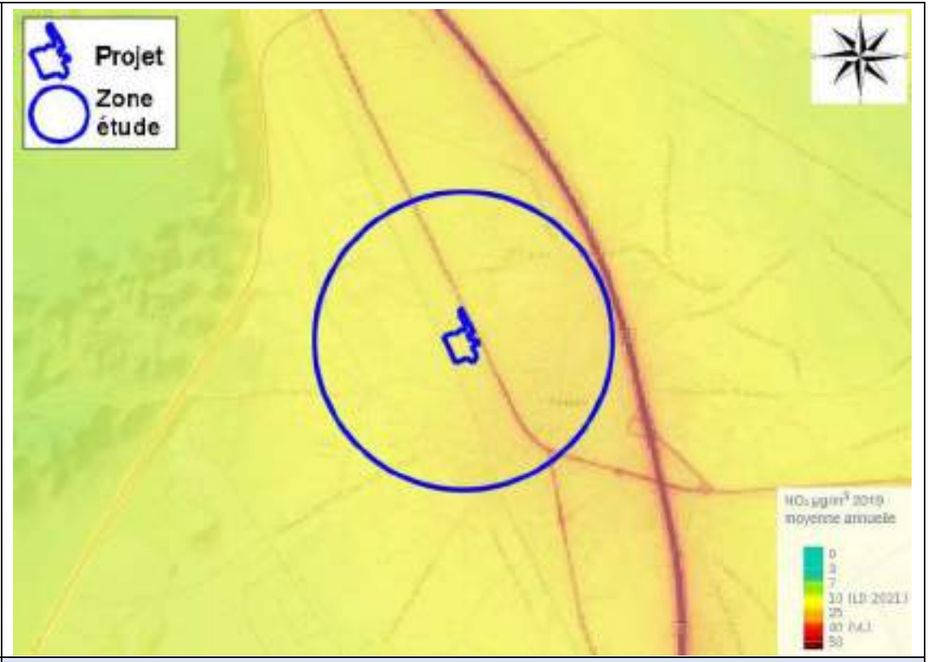
Le tableau suivant indique les résultats numériques des modélisations AtmoSud en 2021 au cœur de l'emprise projet.

Tableau 9 : Résultats numériques des modélisations AtmoSud au sein de l'emprise projet en 2021) (source : AtmoSud**)**

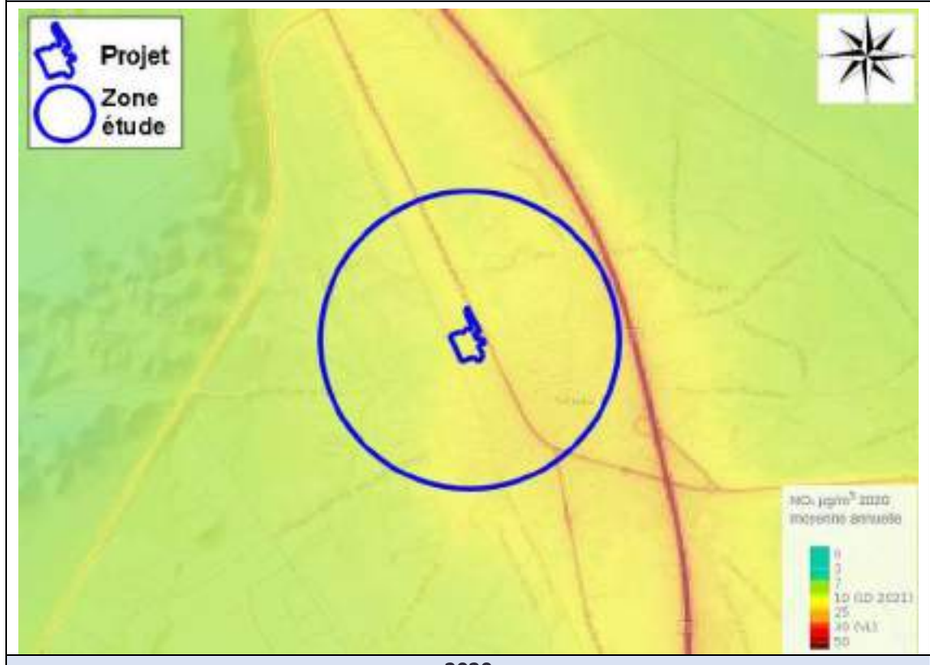
Paramètres	Valeur réglementaire Objectif de qualité Recommandation OMS	Valeurs au sein de l'emprise projet en 2021
Dioxyde d'azote Moyenne annuelle	Valeur limite : 40 µg/m³ Objectif de qualité : 40 µg/m³ Recommandation OMS : 10 µg/m³	Entre 10 et 25 µg/m³
PM10 Moyenne annuelle	Valeur limite : 40 µg/m³ Objectif de qualité : 30 µg/m³ Recommandation OMS : 15 µg/m³	Entre 15 et 30 µg/m³
PM10 Concentration moyenne journalière au-delà de la valeur cible de 35 jours par an de dépassement du seuil d'information et de recommandation	Valeur d'information et de recommandation : 50 µg/m³	Entre 20 et 30 µg/m³
PM2,5 Moyenne annuelle	Valeur limite : 25 µg/m³ Objectif de qualité : 10 µg/m³ Recommandation OMS : 5 µg/m³	Approximativement 10 µg/m³
Ozone Moyenne de la concentration sur 8h au-delà de la valeur cible de 25 jours par an de dépassement du seuil de protection de la santé	Valeur cible : 120 µg/m³ pour 8 heures	Approximativement 120 µg/m³
Ozone Moyenne de la concentration moyenne journalière maximale sur 8 heures au cours des six mois consécutifs où la concentration moyenne a été la plus élevée	Recommandation OMS : 60 µg/m³	Approximativement 100 µg/m³



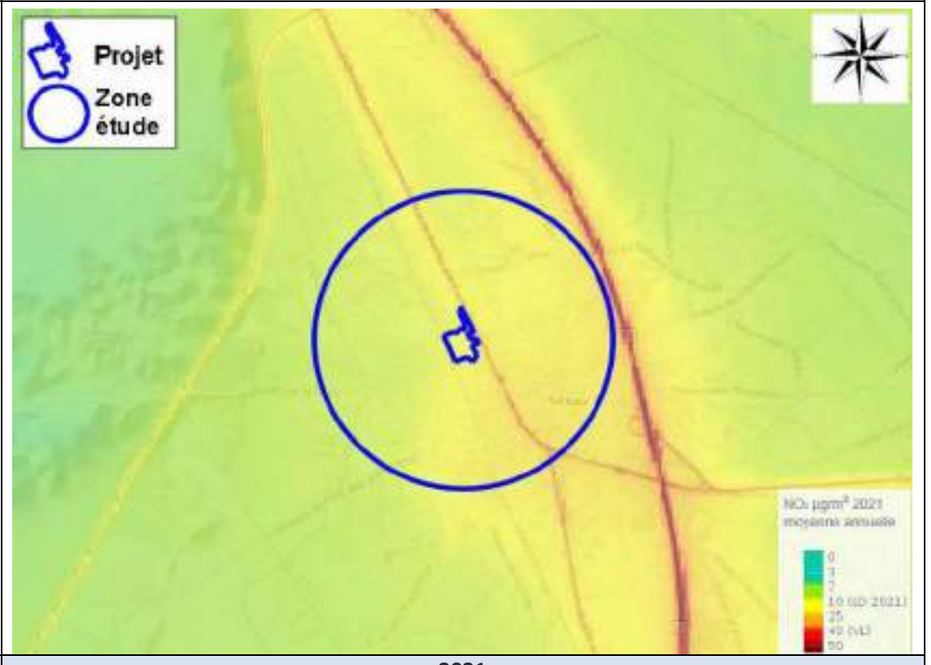
2018



2019

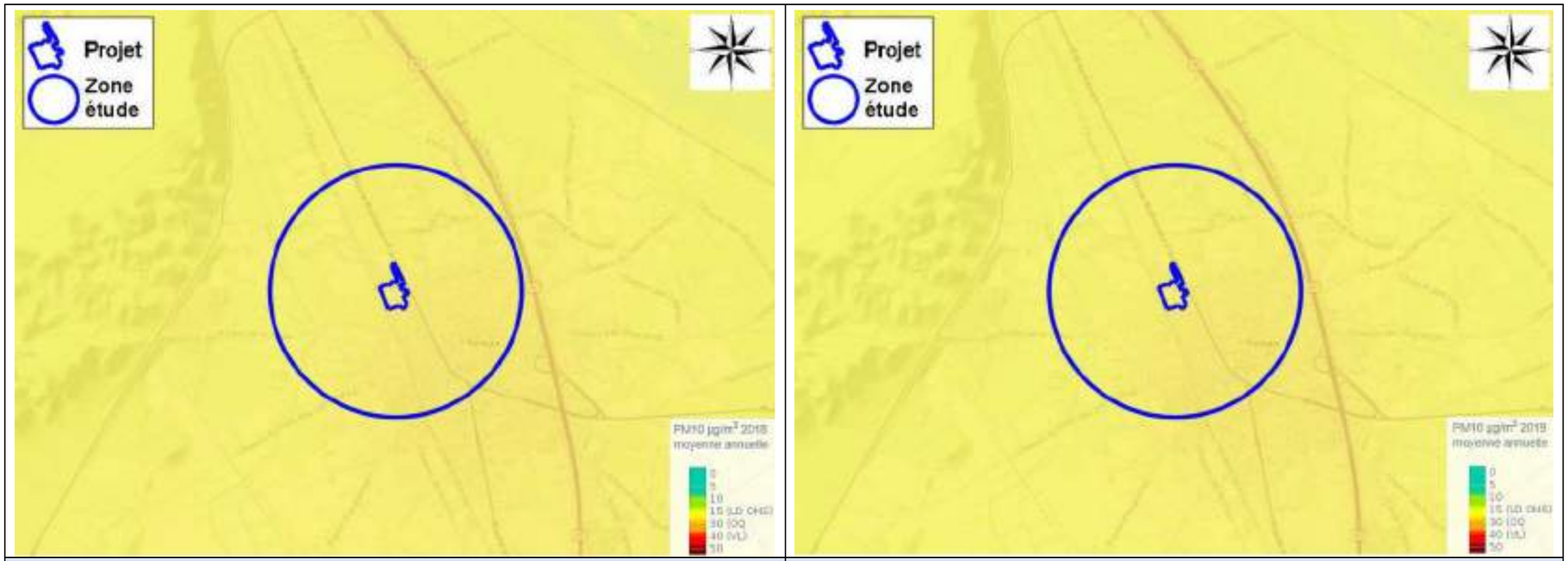


2020



2021

Figure 24 : Modélisations réalisées par AtmoSud– Concentrations moyennes annuelles en NO_2, de 2018 à 2021



2018	2019
2020	2021

Figure 25 : Modélisations réalisées par AtmoSud – Concentrations moyennes annuelles en PM10, de 2018 à 2021

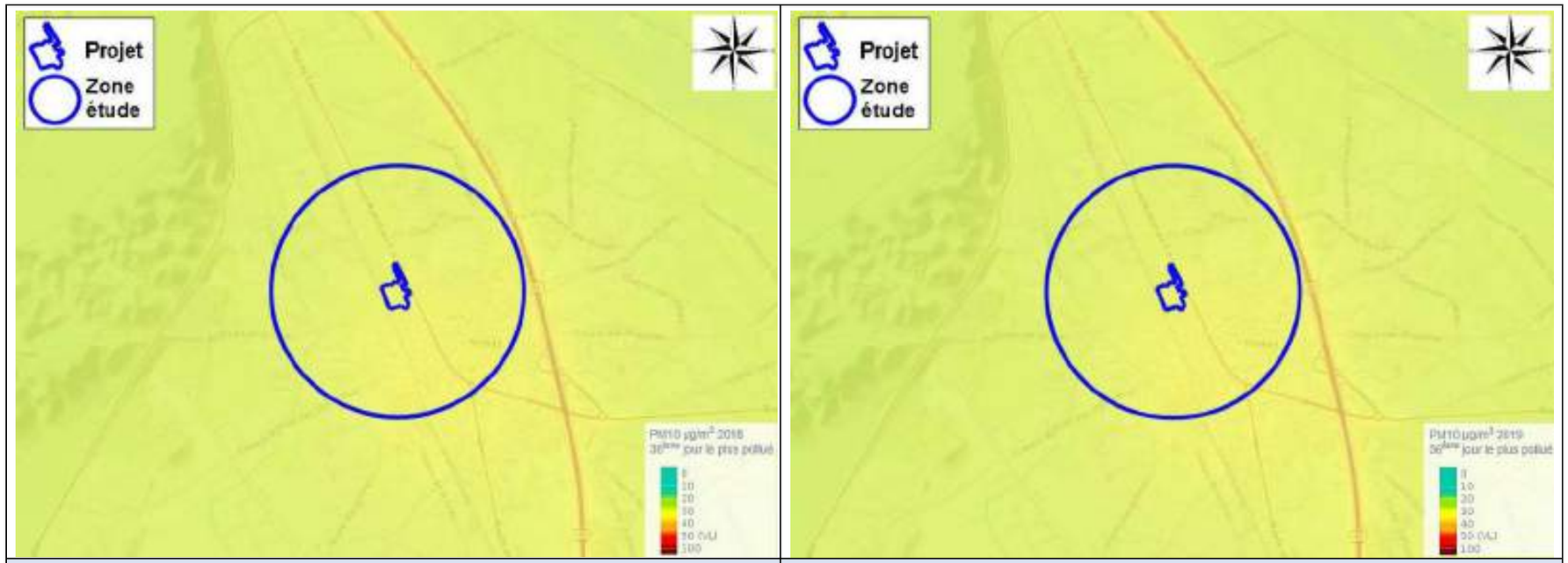
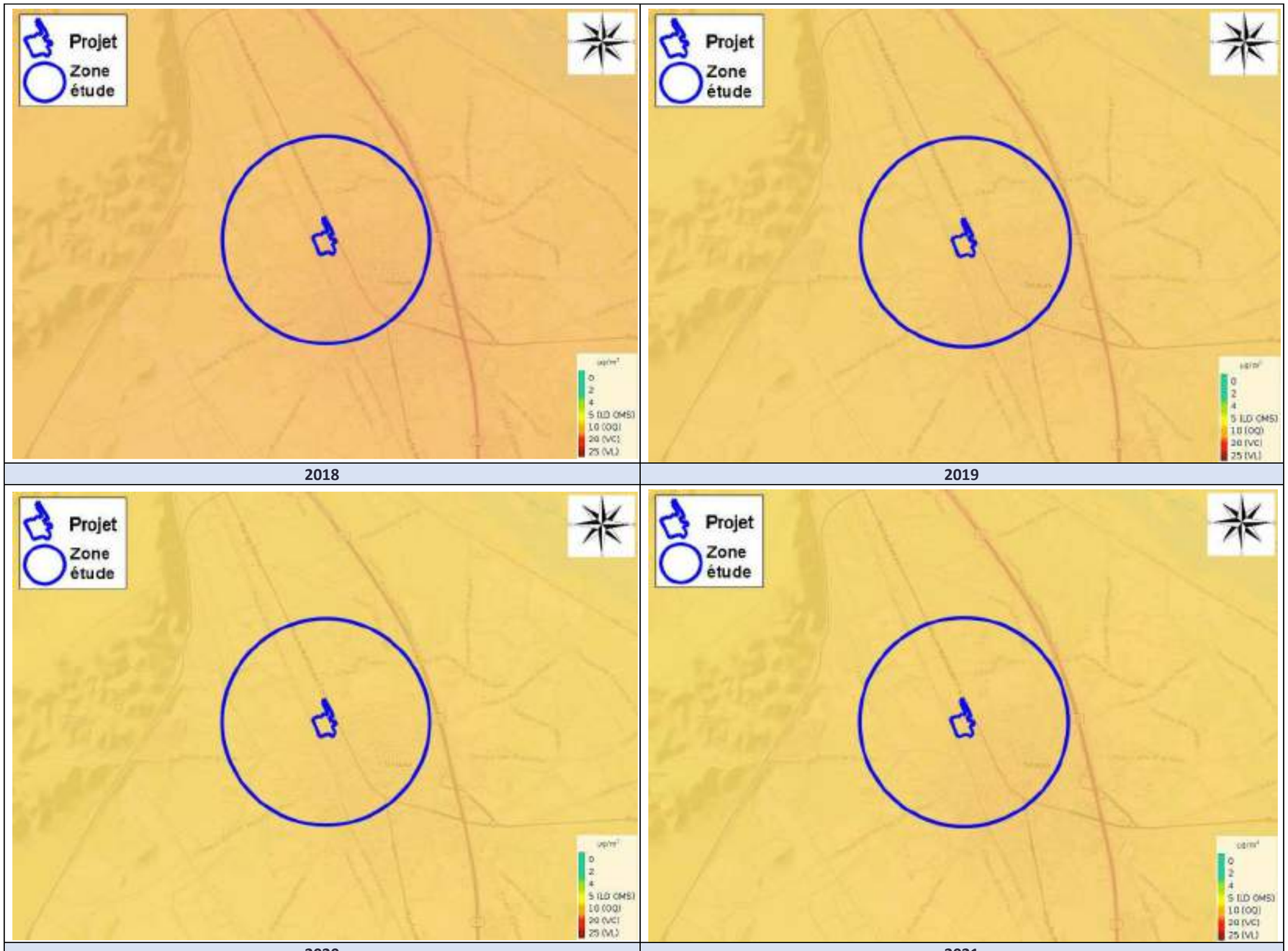
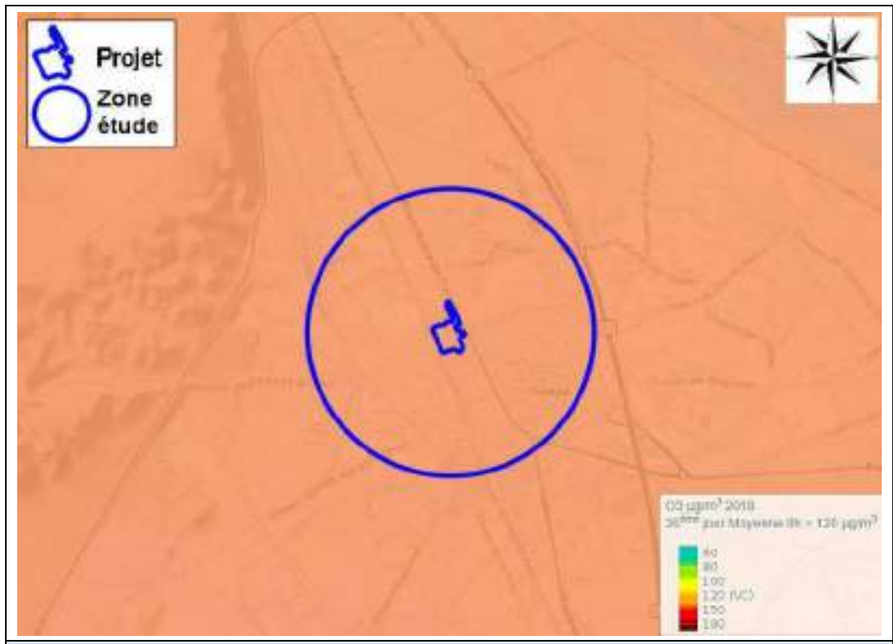


Figure 26 : Modélisations réalisées par AtmoSud – Concentrations moyennes journalières au-delà de la valeur cible de 35 jours par an de dépassement du seuil journalier (50 µg/m³) en PM10, de 2018 à 2021

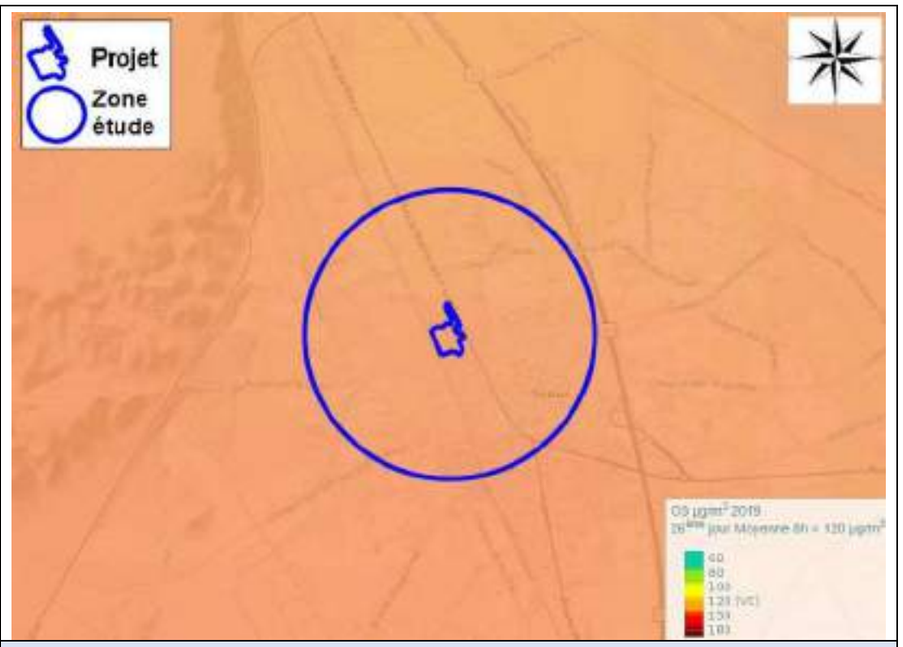


2018	2019
2020	2021

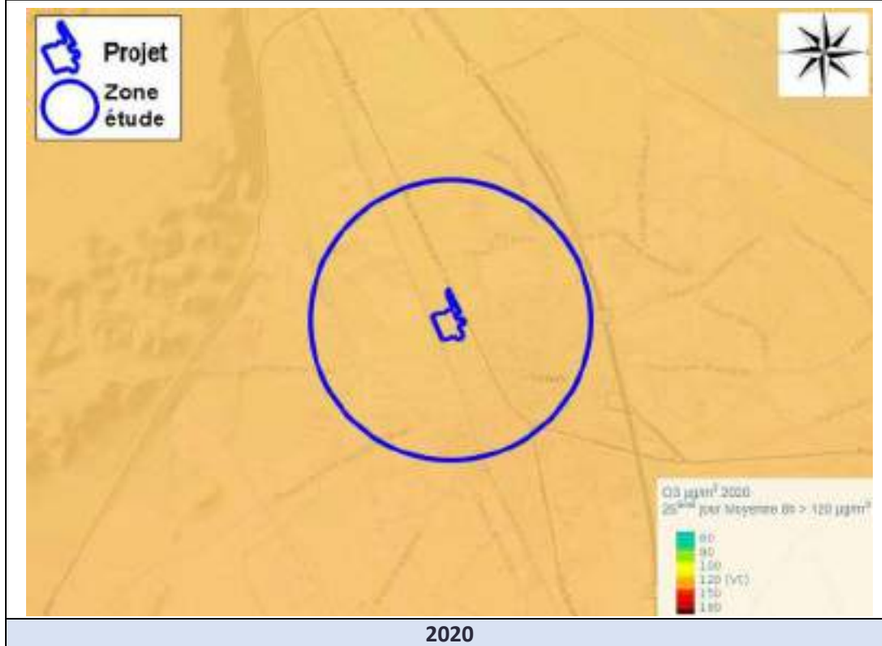
Figure 27 : Modélisations réalisées par AtmoSud – Concentrations moyennes annuelles en PM2,5, de 2018 à 2021



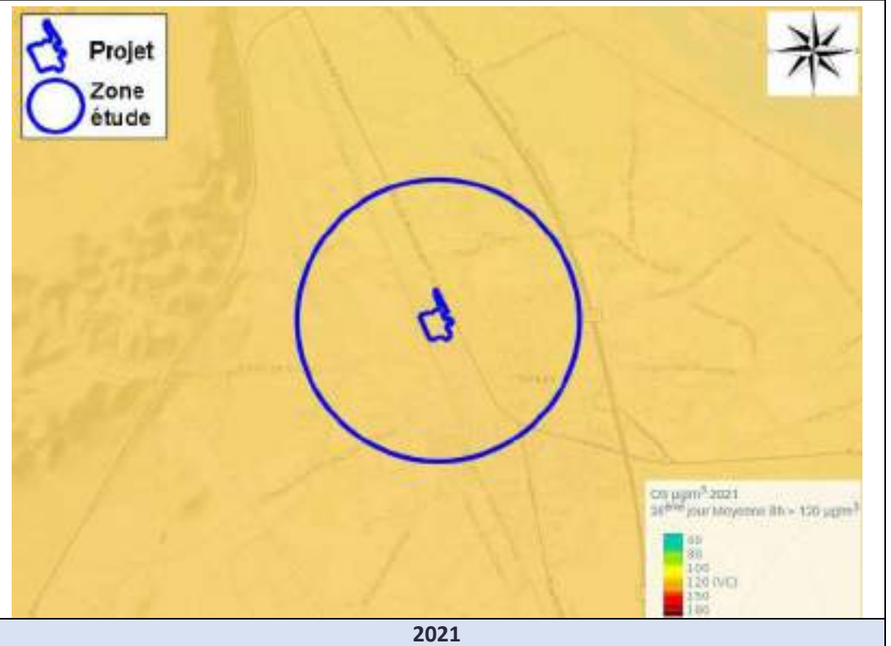
2018



2019

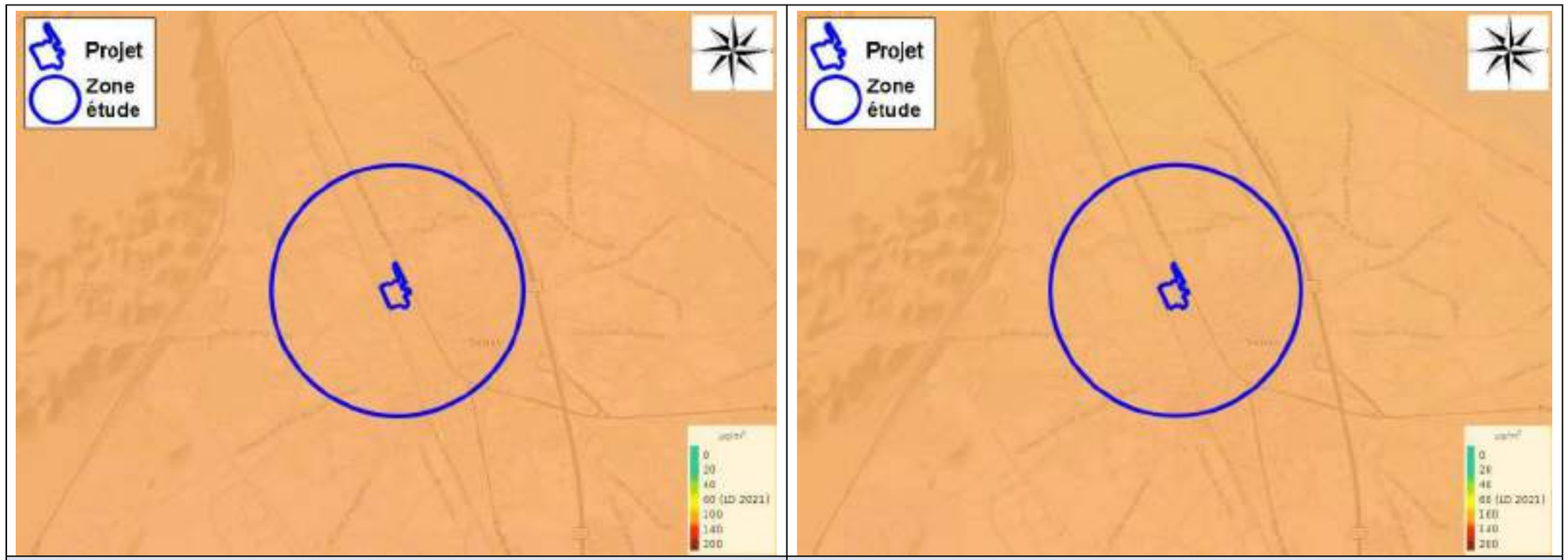


2020



2021

Figure 28 : Modélisations réalisées par AtmoSud – Concentrations moyennes sur 8h au-delà de la valeur cible de 25 jours par an de dépassement du seuil de protection de la santé (120 µg/m³), de 2018 à 2021



2018	2019
2020	2021

Figure 29 : Modélisations réalisées par AtmoSud – Concentrations moyennes journalières maximales sur 8 heures au cours des six mois consécutifs où la concentration moyenne a été la plus élevée de 2018 à 2021

Selon les modélisations AtmoSud des concentrations 2021 en polluants atmosphériques, à l'échelle de **l'emprise projet**, il apparait que les seuils réglementaires annuels (NO_2, PM10, PM2,5) et journalier (PM10) sont respectés.
Les objectifs de qualité pour le NO_2, les PM10 sont respectés sur l'emprise projet. Pour les PM2,5, les concentrations modélisées sont de l'ordre de grandeur de l'objectif de qualité.
La valeur cible de l'O_3 semble dépassée. La formation est fortement dépendante des conditions météorologiques. L'ensoleillement et les épisodes de fortes chaleurs, de plus en plus fréquents et intenses sur le territoire, favorisent sa production.
Les recommandations de l'OMS (en moyenne annuelle) pour le NO_2 (10 µg/m^3), les PM10 (15 µg/m^3) et les PM2,5 (5 µg/m^3) sont toutes dépassées sur l'emprise projet. Celle de l'O_3 (moyenne de la concentration moyenne journalière maximale sur 8 heures au cours des six mois consécutifs où la concentration moyenne a été la plus élevée) est dépassée également.

En tout état de cause, la qualité de l'air sur l'*emprise projet* peut être qualifiée de plutôt moyenne, compte tenu des recommandations OMS non respectées.

❖ **Modélisation de l'Indice Cumulé Air Annuel (ICAIR365)**

L'exposition annuelle de la population aux polluants atmosphériques est représentée par le nouvel indicateur ICAIR365. Il remplace à partir de 2022 l'ancien Indice Synthétique de l'Air (ISA). Ce nouvel indicateur se base sur les nouvelles Lignes Directrices OMS de 2021. Il intègre les PM2,5 en plus des PM10, du NO_2 et de l'O_3. La méthode de calcul a été ajustée pour exprimer un « équivalent nombre de lignes directrices dépassées » : par exemple, une valeur de 3 peut signifier que les concentrations d'ozone et de PM2,5 sont chacune à 1,5 fois leurs lignes directrices respectives ou que les concentrations en ozone, en PM2,5 et en NO_2 sont chacune au niveau de leurs lignes directrices respectives. Petite précision : pour éviter les doubles comptes, seule la valeur maximale entre les PM10 et les PM2.5 est prise en compte (après normalisation par leurs Lignes Directrices respectives).

Les modélisations de l'indice de pollution global pour les années 2018 à 2021 (en page suivante) montrent que celui-ci augmente en fonction de la proximité immédiate des axes de circulation, et d'autant plus que l'axe est important.

À l'échelle de la zone d'étude, la qualité de l'air peut être qualifiée de médiocre dans l'ensemble, ou mauvaise en bordure immédiate des axes routiers (notamment la D7N et l'A7).

L'Indice Cumulé Air (ICAIR365) communal moyen pour la commune de Sénas est de 4,9 en 2021 (SIRSéPACA). Cela correspond à une qualité de l'air qualifiée de plutôt médiocre.

Des concentrations élevées prévalent aux abords des axes à fort trafic (notamment la D7N et l'A7).
Le NO_2 présente des dépassements du seuil réglementaire à proximité de ces axes. Les particules fines (PM10 et PM2,5) ne semblent pas être un enjeu au niveau de la zone d'étude vis-à-vis des seuils réglementaires.
Dans l'ensemble**, bien que les seuils réglementaires soient respectés sur la quasi-totalité de la zone d'étude, la qualité de l'air peut néanmoins être qualifiée de plutôt médiocre compte-tenu des recommandations OMS dépassées.**

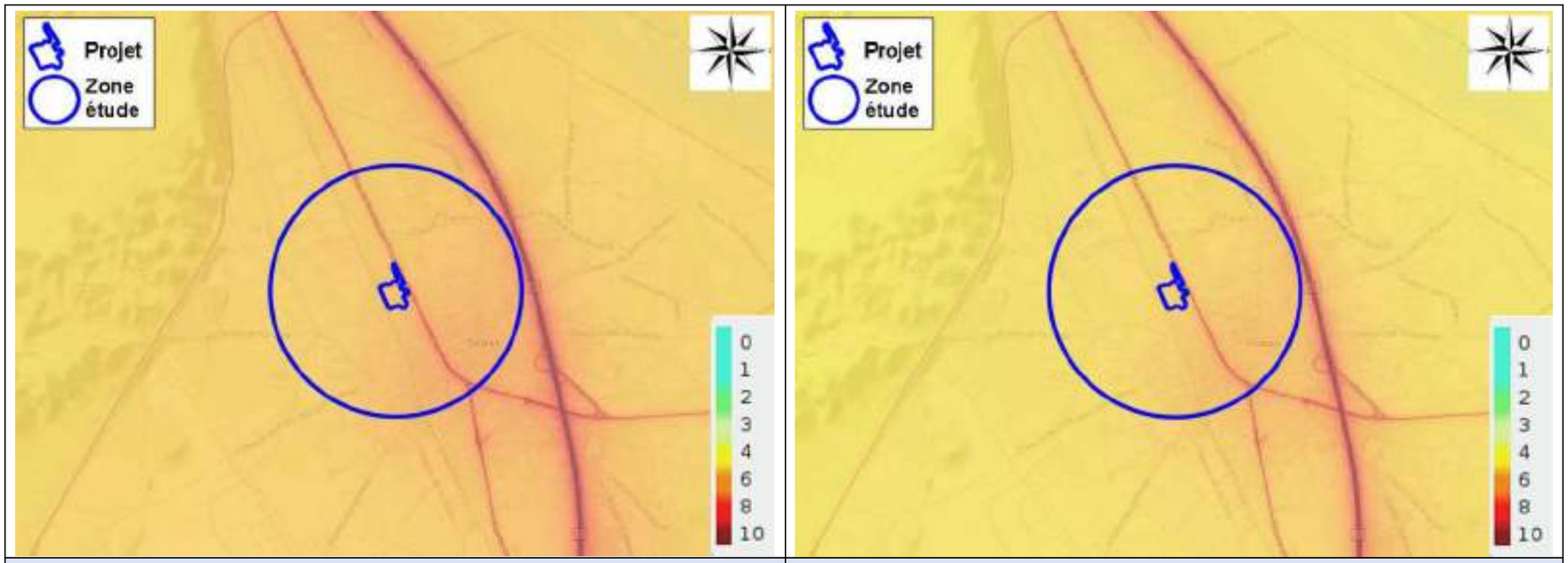


Figure 30 : Modélisations réalisées par AtmoSud - Indice Cumulé Air annuel ICAIR365, 2018-2021

9.7. EXPOSITION DE LA POPULATION A LA POLLUTION ATMOSPHERIQUE

9.7.1. Impact de l'abaissement des seuils OMS sur l'exposition de la population en Sud PACA

En 2019, l'ensemble des habitants de la région Sud PACA[14] était exposé à des niveaux de pollution en ozone et en particules fines PM2,5 qui dépassent les nouveaux seuils OMS. C'est également le cas de 8 habitants sur 10 pour le dioxyde d'azote et les particules PM10. Ce constat met l'emphase sur l'urgence d'améliorer la qualité de l'air, malgré les progrès accomplis depuis plus de 20 ans. Tous les moyens sont à mettre en œuvre tels que : évolutions technologiques, aménagement et révision des transports et de l'urbanisme, économies d'énergie, adaptation des comportements individuels ...

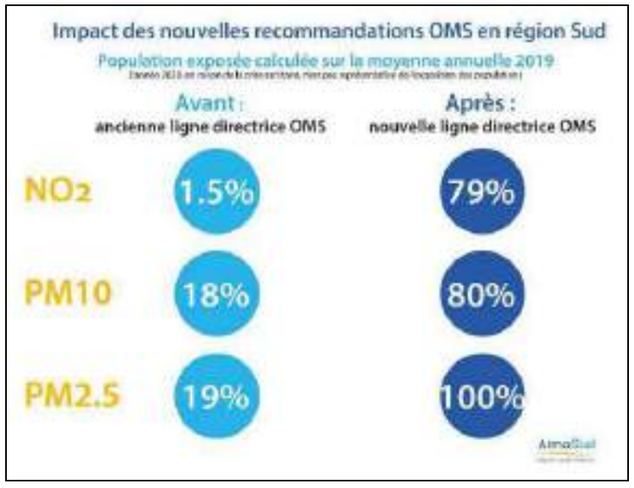


Figure 31 : Comparaison de la population exposée en Sud PACA à des dépassements des recommandations OMS selon la référence de 2005 et de 2021 (Source : AtmoSud**)**

Le détail par département et par polluant de l'évolution de la population exposée à des dépassements des recommandations de l'OMS selon le seuil de référence 2005 et 2021 est présenté en figures suivantes.

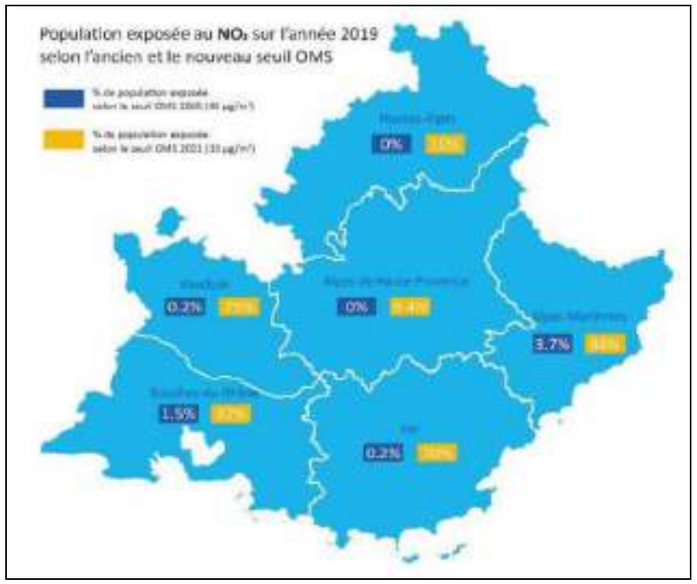


Figure 32 : Proportion de la population par département exposée au NO_2 en 2019 selon l'ancien et le nouveau seuil OMS (Source : AtmoSud**)**

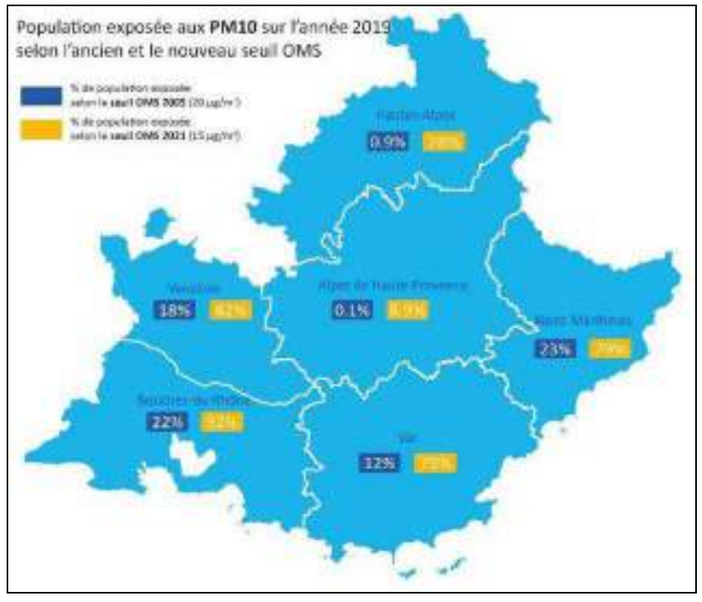


Figure 33 : Proportion de la population par département exposée aux PM10 en 2019 selon l'ancien et le nouveau seuil OMS (Source : AtmoSud**)**

[14] https://www.atmosud.org/publications/communique-de-presse-les-nouvelles-valeurs-guides-de-loms-sur-la-qualite-de-lair
https://www.atmosud.org/publications/invitation-presse-durcissement-des-normes-sur-la-pollution-de-lair-par-loms-quel

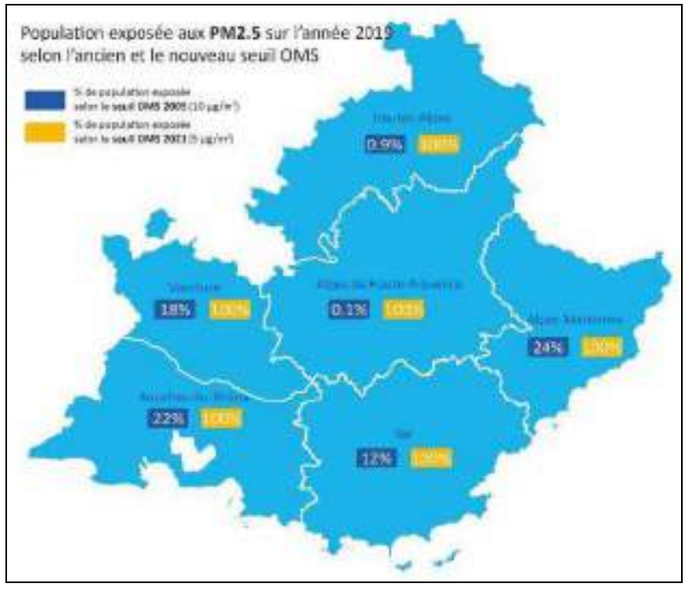


Figure 34 : Proportion de la population par département exposée aux PM2,5 en 2019 selon l'ancien et le nouveau seuil OMS (Source : AtmoSud**)**

Pour les Bouches-du-Rhône, en 2019, en considérant les nouvelles lignes directrices de l'OMS, 92 % des habitants étaient concernés par un dépassement de la recommandation OMS pour le NO_2, 92 % pour les PM10 et la totalité pour les PM2,5 ; contre 1,5 % pour le NO_2, 22 % pour les PM10 et 22 % pour les PM2,5 selon les anciennes valeurs guides de l'OMS.

9.7.2. Exposition des populations de la région Sud PACA et du département des Bouches-du-Rhône en 2021

Les données suivantes proviennent du bilan AtmoSud de la qualité de l'air 2021 pour la région Sud PACA[15], de l'article AtmoSud résumant la qualité de l'air dans le département des Bouches-du-Rhône[16] et du SirSéPACA pour les données chiffrées.

Il est important de retenir que 2020 a été une année particulière. En effet, la crise sanitaire a entraîné une réduction des activités qui a favorisé une amélioration de la qualité de l'air (notamment pour le dioxyde d'azote) et une diminution significative des populations exposées à la pollution.

En région, le nombre de personnes vivant au-dessus de la valeur limite (VL) pour le dioxyde d'azote (40 µg/m^3) est d'environ 10 000 en 2021, soit 7 fois moins qu'en 2019, l'année 2020 étant atypique. Cette baisse est notamment liée aux mesures de limitation de déplacement et au maintien du télétravail, encore en vigueur en 2021. Aucun habitant de la région n'est concerné par le dépassement de la valeur limite pour les particules PM10 et PM2,5, depuis 2019. 15 % de la population soit 741 000 personnes vivent au-dessus de la valeur cible pour l'ozone, en chute par rapport aux années précédentes, notamment sur les départements alpins (04 et 05) et le Vaucluse avec 95 % de baisse. Dans les Bouches-du-Rhône, la population exposée à un dépassement de la valeur cible compte environ 610 000 personnes de moins qu'en 2020. Cette évolution est à relier non seulement à une diminution des émissions de polluants précurseurs mais aussi à des conditions défavorables à la photochimie.

En septembre 2021, l'OMS a modifié ses lignes directrices concernant la qualité de l'air (cf. §9.1). Il en résulte qu'en 2021, c'est désormais toute la population de la région Sud PACA qui se trouve exposée à des niveaux de pollution en ozone et en particules PM2,5 supérieurs aux nouveaux seuils. Pour le dioxyde d'azote, 65 % de la population régionale (soit plus de 3 millions de personnes) est exposée à des concentrations supérieures à la nouvelle recommandation annuelle de l'OMS et 75 % en ce qui concerne les particules PM10.
En région, les populations les plus exposées vivent dans les centres urbains, proches des grands axes ou à proximité de sites industriels et portuaires.

[15] https://www.atmosud.org/article/qualite-de-lair-de-la-region-le-constat-datmosud
[16] https://www.atmosud.org/article/bouches-du-rhône

Pour les Bouches-du-Rhône, en 2021, 100 % de la population réside dans une zone dépassant au moins une ligne directrice de l'OMS.
Le territoire possède une forte densité de population, avec des espaces naturels remarquables. Mais il possède également, de nombreuses sources de pollution de l'air.
La zone urbanisée (Aix-Marseille) engendre une pollution liée aux transports (NOx), tandis que l'ouest du département est concerné par le secteur industriel (particules fines). L'ozone impacte la majeure partie de la zone.
Les progrès technologiques dans **les transports** et **l'industrie** ont contribué à l'amélioration de la qualité de l'air dans le département, comme au niveau régional et national. Cependant des variations locales existent, en fonction notamment de l'évolution des activités présentes (actions locales, évolution de pratiques). C'est le cas, du dioxyde d'azote, qui baisse moins vite en zones urbaines de la Métropole Aix-Marseille-Provence qu'en zones industrielles.

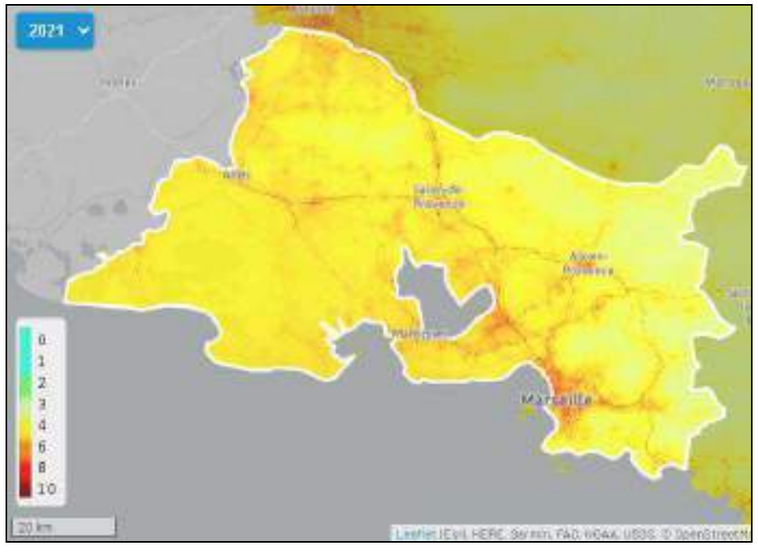


Figure 35 : Carte de l'indice cumulé Air (ICAIR365) en 2021 pour les Bouches-du-Rhône (Source : AtmoSud**)**

Les Bouches-du-Rhône sont fortement impactées par la pollution chronique. La zone littorale urbanisée et la partie ouest affichent les principales "zones à enjeux" du territoire.
La partie est du département et notamment la zone densément urbanisée de la métropole Aix-Marseille-Provence cumule des problématiques liées au secteur résidentiel/tertiaire (chauffage), au trafic routier (poids lourds) et industriel.
Au cours de la période estivale, l'ensemble du territoire est exposé à une pollution chronique à l'ozone, à corréler avec l'ensemble des rejets de ce territoire et avec le contexte météorologique des fortes chaleurs estivales.

Les Bouches-du-Rhône présentent également des enjeux plus locaux tels que : les activités portuaires ; la gestion des gênes olfactives à proximité des centres d'enfouissement et des centrales d'enrobage ; les particules fines à proximité des carrières ; l'impact des aménagements locaux sur la qualité de l'air ; le brûlage des déchets verts dans les zones périurbaines et rurales.

❖ **Dioxyde d'azote**

Depuis 2012, les niveaux de NO_2 sont globalement en baisse et, de fait, il en va de même concernant l'exposition de la population (cf. figure suivante).

Figure 36 : Évolution de 2012 à 2021 de la population exposée au dépassement de la valeur limite (VL) annuelle et de la ligne directrice (LD) de l'OMS (Réf.2021) pour le NO_2 et évolution des concentrations moyennes, en Sud PACA – source : AtmoSud

Dans les Bouches-du-Rhône, depuis 2000, une diminution de 40 % des niveaux de dioxyde d'azote est constatée.
En 2021, le département des Bouches-du-Rhône se classe au 1er rang de la région Sud PACA en ce qui concerne le nombre d'habitants exposé à un dépassement de la valeur guide de l'OMS (1 566 860 personnes soit 77,0 % des habitants du département). En 2012, 1 904 714 personnes (soit 96,0 % de la population) étaient concernées.

Le transport routier est le principal émetteur d'oxydes d'azote du département avec 55,2 % des émissions en 2020 (source : CIGALE Inventaire v9.1).

❖ **Particules fines PM10 et PM2,5**

Depuis 2012, les niveaux de PM10 sont globalement en baisse et, de fait, il en va de même concernant l'exposition de la population (cf. figure suivante).

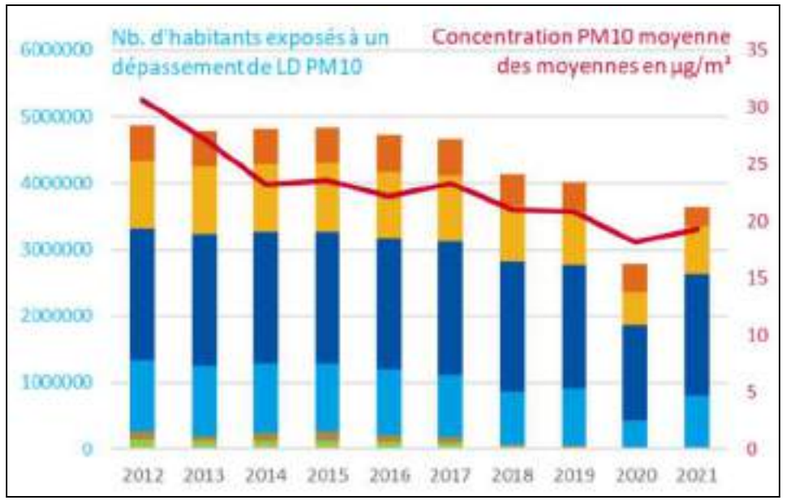


Figure 37 : Évolution de 2012 à 2021 de la population exposée au dépassement de la ligne directrice (LD) annuelle de l'OMS (réf.2021) pour les PM10 et évolution des concentrations moyennes, en Sud PACA (source : AtmoSud**)**

Dans les Bouches-du-Rhône, depuis 2000, une diminution de 50 % des niveaux de particules fines **PM10** est constatée.
À l'échelle des Bouches-du-Rhône, en 2021, 1 831 588 personnes (90,0 % de la population) résident dans une zone où la valeur guide OMS est dépassée. En 2012, 99,6 % de la population était concernée (soit 1 975 800 individus).

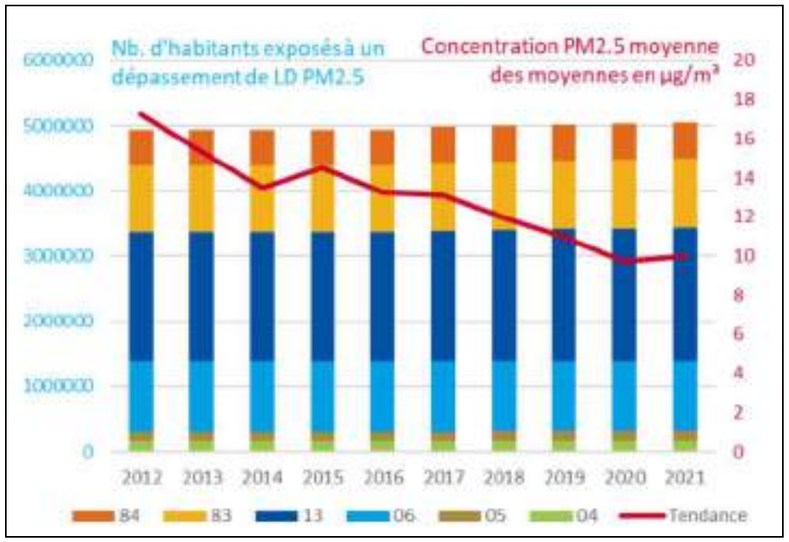


Figure 38 : Évolution de 2012 à 2021 de la population exposée au dépassement de la ligne directrice (LD) OMS (réf.2021) pour les PM2,5 et évolution des concentrations moyennes, en Sud PACA (source : AtmoSud**)**

En 2020, toute la population du territoire réside dans une zone en dépassement de la ligne directrice de l'OMS pour les **PM2,5**.
À l'échelle des Bouches-du-Rhône, en 2021, 2 034 262 personnes (100 % de la population) résident dans une zone où la valeur guide OMS est dépassée. En 2012, 100 % de la population était également concernée (soit 1 984 695 individus).

Les particules sont issues principalement de l'activité industrielle, du transport routier et du chauffage domestique.

❖ **Ozone**

Pour ce polluant issu de réactions photochimiques sous l'effet du rayonnement solaire à partir de polluants primaires (émis sur le territoire), aucune tendance ne se dégage quant aux concentrations relevées depuis 2012. Il ne faut pas non plus négliger les apports extérieurs (ozone de l'est de la région) combinés aux spécificités météorologiques du territoire qui entraine des variations d'exposition dans le temps. Durant la période estivale, l'ensemble du département est exposé à une pollution chronique à l'ozone. La région Sud PACA est l'une des régions d'Europe les plus touchées par la pollution photochimique à l'ozone.

Parmi les précurseurs de l'ozone on retrouve avec certitude les polluants d'origine industrielle et automobile, mais aussi certains composés issus de la végétation.

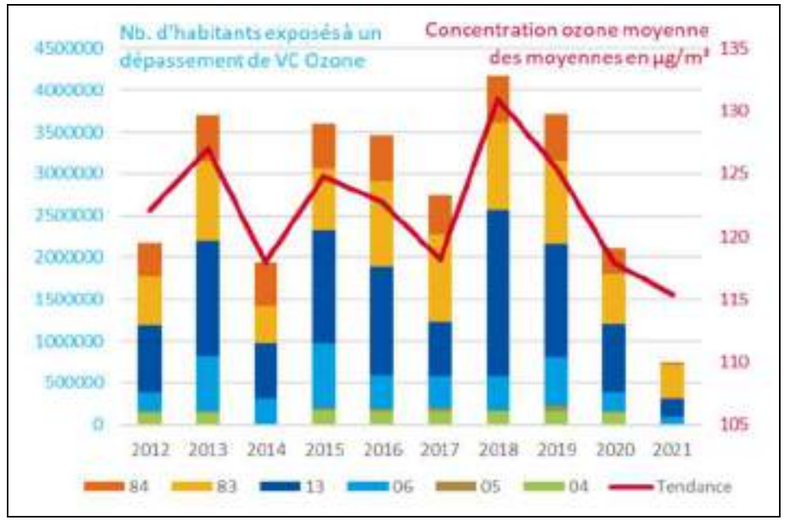


Figure 39 : Évolution de 2012 à 2021 de la population exposée au dépassement de la valeur cible (VC) pour l'ozone en Sud PACA (source : AtmoSud)

À l'échelle des Bouches-du-Rhône, en 2021, 100 % de la population réside dans une zone dépassant la valeur guide de l'OMS relative au pic saisonnier (60 µg/m³ : moyenne de la concentration maximale journalière d'ozone en moyenne sur 8 heures pendant les six mois consécutifs où la concentration d'ozone en moyenne glissante sur six mois est la plus élevée). Cette dernière étant plus restrictive que la valeur cible (VC) pour la protection (120 µg/m³ pour le max journalier de la moyenne sur 8h à ne pas dépasser plus de 25 jours par année civile en moyenne sur 3 ans).

❖ **Tendance d'évolution des concentrations annuelles en polluants**

La qualité de l'air s'améliore pour la plupart des polluants des Bouches-du-Rhône, comme au niveau régional et national grâce aux progrès technologiques dans les transports et l'industrie. Cependant des variations locales existent, en fonction notamment de l'évolution des activités présentes (actions locales, évolution de pratiques). C'est le cas du dioxyde d'azote, qui baisse moins vite en zones urbaines de la Métropole Aix-Marseille-Provence qu'en zones industrielles.
L'ozone est le seul polluant qui montre une stagnation de ses niveaux de pollution, ne permettant pas de diminuer la pollution chronique. Une amélioration de la pollution de pointe (épisodes) est toutefois constatée.

9.7.3. Exposition des population de la commune de Sénas

Les tableaux ci-après synthétisent la population exposée aux différents polluants atmosphériques sur le territoire de la commune de Sénas pour les années 2018 à 2021.

Tableau 10 : Nombre et proportion d'habitants exposés à des niveaux de polluants supérieurs aux recommandations OMS à Sénas de 2018 à 2021 (source : SIRSéPACA, ORS**)**

Sénas Nombre d'habitants exposés [% d'habitants de la commune]	2018	2019	2020	2021
NO_2 Concentration supérieure à la valeur OMS 10 µg/m³	6 984 [99,5 %]	6 303 [90,0 %]	5 548 [79,7 %]	5 405 [78,1 %]
PM10 Concentration supérieure à la valeur OMS 15 µg/m³	7 022 [100 %]	7 005 [100 %]	6 170 [88,7 %]	5 870 [84,8 %]
PM2,5 Concentration supérieure à la valeur OMS 5 µg/m³	7 022 [100 %]	7 005 [100 %]	6 957 [100 %]	6 925 [100 %]
Ozone Dépassement valeur guide OMS : 60 µg/m³ en pic saisonnier	7 022 [100 %]	7 005 [100 %]	6 957 [100 %]	6 923 [100 %]

En 2021, sur le territoire de la commune de **Sénas** tous les habitants (100 % de la population) sont exposés à des concentrations en PM2,5 et en ozone supérieures aux recommandations de l'OMS ; 5 870 habitants (84,8 % de la population) sont exposés à des concentrations en PM10 supérieures à la recommandation de l'OMS et 5 405 habitants (78,1 % de la population) sont exposés à des concentrations en NO_2 supérieures à la recommandation de l'OMS.

9.8. SYNTHÈSE

Selon les mesures AtmoSud à la station de fond urbain « Salon », depuis 2018 :
-**Dioxyde d'azote (NO_2) :** Les concentrations moyennes annuelles sont inférieures chaque année au seuil réglementaire de 40 µg/m³. La ligne directrice de l'OMS (10 µg/m³ en moyenne annuelle) est dépassée chaque année. Le seuil d'information-recommandation (200 µg/m³ en moyenne horaire) n'a jamais été dépassé et la recommandation journalière de l'OMS (25 µg/m³) est dépassée tous les ans.
-**Oxyde d'azote (NOx) :** Les concentrations moyennes annuelles sont inférieures au niveau critique annuel pour la protection de la végétation (30 µg/m³).
-**Particules PM10 :** Les concentrations moyennes annuelles sont inférieures au seuil réglementaire (40 µg/m³) chaque année. Cependant, la ligne directrice de l'OMS (15 µg/m³) est dépassée chaque année. Le nombre de jours où la concentration moyenne journalière est supérieure au seuil journalier (50 µg/m³) est inférieur à la valeur limite de 35 dépassements annuels chaque année. En revanche, la recommandation journalière de l'OMS (3 à 4 dépassements par an de 45 µg/m³ en moyenne journalière) est dépassée en 2018, 2021 et 2022.
-**Particules PM2,5** : La valeur limite en moyenne annuelle (25 µg/m³) est respectée chaque année, mais la ligne directrice de l'OMS (5 µg/m³) est systématiquement dépassée. Le nombre de dépassements de 15 µg/m³ en moyenne journalière (recommandation de l'OMS) est systématiquement très supérieur à la préconisation de 3 à 4 dépassements maximum par an.
-**Ozone (O_3) :** Le seuil d'information-recommandation (180 µg/m³ en moyenne horaire) est dépassé, chaque année. À l'inverse, le seuil d'alerte (240 µg/m³ en moyenne horaire) est toujours respecté.

Département des Bouches-du-Rhône
À l'échelle du département des Bouches-du-Rhône, 2022 marque la première année sans déclenchement de procédure d'alerte.
En revanche les dépassements des seuils d'informations-recommandations pour les PM10 (période hivernale) et l'ozone (période estivale) sont encore récurrents tous les ans. Le nombre d'épisode fluctue selon les années en lien avec les conditions météorologiques.

Commune de **Sénas**
-En 2021, sur le territoire de la commune de **Sénas** tous les habitants (100 % de la population) sont exposés à des concentrations en PM2,5 et en ozone supérieures aux recommandations de l'OMS ; 5 870 habitants (84,8 % de la population) sont exposés à des concentrations en PM10 supérieures à la recommandation de l'OMS et 5 405 habitants (78,1 % de la population) sont exposés à des concentrations en NO_2 supérieures à la recommandation de l'OMS.
-L'Indice Cumulé Air (ICAIR365) communal moyen est de 4,9 en 2021 (SIRSéPACA). Cela correspond à une qualité de l'air qualifiée de plutôt médiocre.
-Selon l'indice ATMO, la qualité de l'air en 2022 à Sénas peut être qualifiée de « Bonne » 0,8 % de la période, « Moyenne » 54,2 % de la période, « Dégradée » 27,7 % de la période, « Mauvaise » 16,7 % de la période.

Zone d'étude
-La zone d'étude est incluse dans la **Z**one **S**ensible pour la **Q**ualité de l'**A**ir en région Provence Alpes Côte d'Azur au sens du SRCAE.
-La zone d'étude est sous couvert du **P**lan de **P**rotection de l'**A**tmosphère des Bouches-du-Rhône.

Selon les modélisations AtmoSud des concentrations 2021 en polluants atmosphériques, des concentrations élevées prévalent aux abords des axes à fort trafic (notamment la D7N et l'A7). Le NO_2 présente des dépassements du seuil réglementaire à proximité de ces axes. Les particules fines (PM10 et PM2,5) ne semblent pas être un enjeu au niveau de la zone d'étude vis-à-vis des seuils réglementaires.
Dans l'ensemble**, bien que les seuils réglementaires soient respectés sur la quasi-totalité de la zone d'étude, la qualité de l'air peut néanmoins être qualifiée de plutôt médiocre compte-tenu des recommandations OMS dépassées.**

Selon les modélisations AtmoSud des concentrations 2021 en polluants atmosphériques, à l'échelle de **l'emprise projet**, il apparait que les seuils réglementaires annuels (NO_2, PM10, PM2,5) et journalier (PM10) sont respectés.
Les objectifs de qualité pour le NO_2, les PM10 sont respectés sur l'emprise projet. Pour les PM2,5, les concentrations modélisées sont de l'ordre de grandeur de l'objectif de qualité.
La valeur cible de l'O_3 semble dépassée. La formation est fortement dépendante des conditions météorologiques. L'ensoleillement et les épisodes de fortes chaleurs, de plus en plus fréquents et intenses sur le territoire, favorisent sa production.
Les recommandations de l'OMS (en moyenne annuelle) pour le NO_2 (10 µg/m³), les PM10 (15 µg/m³) et les PM2,5 (5 µg/m³) sont toutes dépassées sur l'emprise projet. Celle de l'O_3 (Moyenne de la concentration moyenne journalière maximale sur 8 heures au cours des six mois consécutifs où la concentration moyenne a été la plus élevée) est dépassée également.

10. IMPACT SANITAIRE DE LA POLLUTION ATMOSPHERIQUE SUR LA SANTE

La pollution de l'air peut avoir des effets divers selon les facteurs d'exposition ci-dessous :

- La durée d'exposition : hétérogène dans le temps et l'espace, elle dépend notamment des lieux fréquentés par l'individu et des activités accomplies ;
- La sensibilité individuelle : l'état de santé et les antécédents pathologiques, qui vont modifier la sensibilité vis-à-vis de la pollution atmosphérique, sont différents pour chaque individu ;
- La concentration des polluants ;
- La ventilation pulmonaire.

Il convient de distinguer deux types d'impact de l'exposition à la pollution atmosphérique sur la santé :

- les impacts à <u>court terme</u> qui surviennent dans des délais brefs (quelques jours) après l'exposition et qui sont à l'origine de troubles tels que : irritations oculaires ou des voies respiratoires, crises d'asthme, exacerbation de troubles cardio-vasculaires et respiratoires pouvant conduire à une hospitalisation, et dans les cas les plus graves au décès.
- les impacts à <u>long terme</u> qui résultent d'une exposition sur plusieurs années et qui peuvent être définis comme la contribution de l'exposition à la pollution atmosphérique au développement ou à l'aggravation de maladies chroniques telles que : cancers, pathologies cardiovasculaires et respiratoires, troubles neurologiques, troubles du développement, etc.

De manière générale, les populations les plus exposées vivent dans les centres urbains, proches des grands axes ou à proximité de sites industriels près desquels l'effet "cocktail" (mélange de polluants) est le plus important.

❖ **<u>Cas des pics de pollution</u>**

D'un point de vue épidémiologique, il n'existe pas de définition des épisodes de pollution, les études épidémiologiques retrouvant une relation linéaire entre exposition à la pollution urbaine et effets sanitaires. Enfin, il faut noter qu'il n'existe pas de seuils en-deçà duquel aucun effet sur la santé ne serait observé au niveau populationnel.

Ainsi, les épisodes de pollution atmosphérique sont définis par le dépassement de concentrations en polluants au-delà de seuils fixés par les réglementations françaises et européennes. Les seuils d'information et d'alerte visent à informer, à promouvoir des comportements adaptés et à protéger la population.

Comme pour l'exposition aux niveaux habituels, les effets les plus courants observés lors de pics de pollution sont la toux, l'hypersécrétion nasale, l'expectoration, l'essoufflement, l'irritation nasale, des yeux et de la gorge… Ces effets à court terme peuvent a priori être ressentis par une part de la population d'autant plus importante que les concentrations sont élevées. Ces manifestations ne nécessitent généralement pas un recours aux soins et ne peuvent être appréhendées que par des enquêtes ad hoc auprès de la population. Des effets plus graves et moins fréquents, respiratoires ou cardiovasculaires, correspondant à la décompensation de pathologies chroniques, peuvent aussi apparaître et conduire à une consultation aux urgences, à l'hospitalisation, voire au décès.

La pollution de l'air est donc un enjeu fort de santé publique : problèmes respiratoires, cardiovasculaires et maladies chroniques.
Remarque importante : le Centre International de Recherche sur le Cancer (CIRC) a classé en 2013 la pollution atmosphérique et les matières particulaires contenues dans la pollution atmosphérique comme cancérogènes pour l'Homme (groupe 1)[17].

10.1. MORBIDITÉ ET COÛTS ASSOCIÉS

D'une manière générale, la pollution atmosphérique peut induire des effets respiratoires ou cardiovasculaires tels que :

- Augmentation des affections respiratoires : bronchiolites, rhino-pharyngites, etc.
- Dégradation de la fonction ventilatoire : baisse de la capacité respiratoire, excès de toux ou de crises d'asthme.
- Hypersécrétion bronchique.
- Augmentation des irritations oculaires.
- Augmentation de la morbidité cardio-vasculaire (particules fines).
- Dégradation des défenses de l'organisme aux infections microbiennes.
- Incidence sur la mortalité :
  - À court terme pour affections respiratoires ou cardio-vasculaires (dioxyde de soufre et particules fines ;
  - À long terme par effets mutagènes et cancérigènes (particules fines, benzène).

[17] https://www.auvergne-rhone-alpes.ars.sante.fr/air-exterieur-et-pollution-atmospherique

À propos de la France, une étude du Commissariat Général au Développement Durable[18] détermine les coûts pour le système de soins compris entre 0,9 et 1,8 milliards d'euros par an pour cinq maladies respiratoires et hospitalisations attribuables à la pollution de l'air :

- Broncho-pneumopathies chroniques obstructives (BPCO), estimées entre 123 et 186 millions €/an ;
- Bronchites chroniques, estimées à 72 millions €/an ;
- Bronchites aiguës, estimées à 171 millions €/an ;
- Asthme, estimé entre 315 millions et 1,10 milliard €/an ;
- Cancers, estimés entre 50 et 131 millions €/an ;
- Hospitalisations, estimées à 155 millions €/an.

L'enjeu économique se montre important puisque la pollution de l'air coûte chaque année près de 100 milliards d'euros à la France (soit deux fois plus que le tabac).

10.2. MORTALITÉ

Étude européenne

Les effets de la pollution sur la santé sont conséquents. Ainsi, une étude[19] de l'Agence Européenne de l'Environnement (AEE) indique, pour l'année 2020, les nombres de décès prématurés en Europe (41 états) et pour chaque pays européen, dus aux différents polluants atmosphériques et l'estimation des décès prématurés pour l'Europe (41 états) et la France en 2020, en fonction des polluants atmosphériques (tableau suivant).

Tableau 11 : Estimation du nombre de décès prématurés attribuables aux différents polluants atmosphériques pour l'année 2020 et nombre d'année de vie perdues attribuables à la pollution atmosphérique en 2020 - Union Européenne et France (Source : EEA Air quality in Europe 2022**)**

Données 2020	Nombre de décès prématurés		Nombre d'années de vies perdues attribuables	
POLLUANTS	Europe (27 états)	France	Europe (27 états)	France
PM2,5	238 000	16 500	2 410 000 (544 ans/100 000 hab.)	175 800 (270 ans/100 000 hab.)
NO_2	49 000	4 400	484 000 (109 ans/100 000 hab.)	47 000 (72 ans/100 000 hab.)
O_3	24 000	3 100	249 000 (56 ans/100 000 hab.)	34 100 (52 ans/100 000 hab.)

En comparaison des données 2019, en 2020 le nombre de morts prématurées attribuables à la pollution atmosphérique a augmenté pour les PM2.5 et diminué pour le NO_2 et l'O_3. Outre, les variations liées aux concentrations dans l'air et à la démographie, le nombre de morts prématurées à également été influencé par la pandémie de Covid-19 (augmentation du nombre de morts naturelles en 2020).

- Pour les PM2.5, la diminution des concentrations a été contrebalancée par l'augmentation des décès imputables à la pandémie.
- Pour le NO_2, l'importante diminution des concentrations a été un effet direct des diminutions du trafic routier pendant les confinements. L'impact de ces faibles concentrations en NO_2 sur la diminution de la mortalité a contrecarré les morts en excès dues à la pandémie.

Étude française

Dans une étude publiée en 2016, portant sur la période 2007-2008, Santé Publique France[20] estimait à plus de 48 000 le nombre de décès annuels prématurés ayant pour cause l'exposition aux particules fines PM2,5, ce qui correspondait à une perte d'espérance de vie estimée à 9 mois pour une personne âgée de 30 ans. Le pourcentage évitable de décès était de 9 % pour un scénario sans pollution anthropique aux particules fines.

Une actualisation publiée en 2021 de cette étude portant sur la période 2016-2019 a encore été réalisée par Santé Publique France[21].

Les résultats de cette actualisation soulignent le fait que le fardeau ou poids total demeure conséquent avec près de 40 000 décès annuels attribuables à l'exposition aux PM2,5 et près de 7 000 décès attribuables à l'exposition au NO_2, représentant respectivement 7 % et 1 % de la mortalité totale annuelle.

Cela représente en moyenne une perte d'espérance de vie de 7,6 mois en raison d'une exposition aux PM2,5, et de 1,6 mois en raison d'une exposition au NO_2 pour les personnes âgées de 30 ans et plus, soit respectivement 491 797 et 106 354 années de vie gagnées au total. Une part importante de cet impact en termes de mortalité et d'espérance de vie se concentre dans les communes appartenant à une unité urbaine de plus de 100 000 habitants.

[18] CGDD - « *Estimation des coûts pour le système de soins français de cinq maladies respiratoires et des hospitalisations attribuables à la pollution de l'air* » - Avril 2015

[19] https://www.eea.europa.eu/publications/air-quality-in-europe-2022

[20] Santé publique France – « *Impacts de l'exposition chronique aux particules fines sur la mortalité en France continentale et analyse des gains en santé de plusieurs scénarios de réduction de la pollution atmosphérique* » - Juin 2016 – ISSN : 1958-9719

[21] Santé publique France – « *impact de la pollution de l'air ambiant sur la mortalité en France métropolitaine - Réduction en lien avec le confinement du printemps 2020 et nouvelles données sur le poids total pour la période 2016-2019* » - Avril 2021 - ISSN : 2609-2174
https://www.santepubliquefrance.fr/presse/2021/pollution-de-l-air-ambiant-nouvelles-estimations-de-son-impact-sur-la-sante-des-francais

Les estimations respectives attribuables à une exposition de la population à chaque indicateur de pollution ne sont pas additionnables intégralement, car une partie des décès peut être attribuée à l'exposition conjointe à ces deux polluants.

Les planches ci-après présentent le poids total de l'exposition à long terme aux PM2,5 et au NO_2 sur la mortalité de la population âgée de 30 ans et plus à l'échelle communale, du 1er janvier 2016 au 31 décembre 2019 en France métropolitaine (en %).

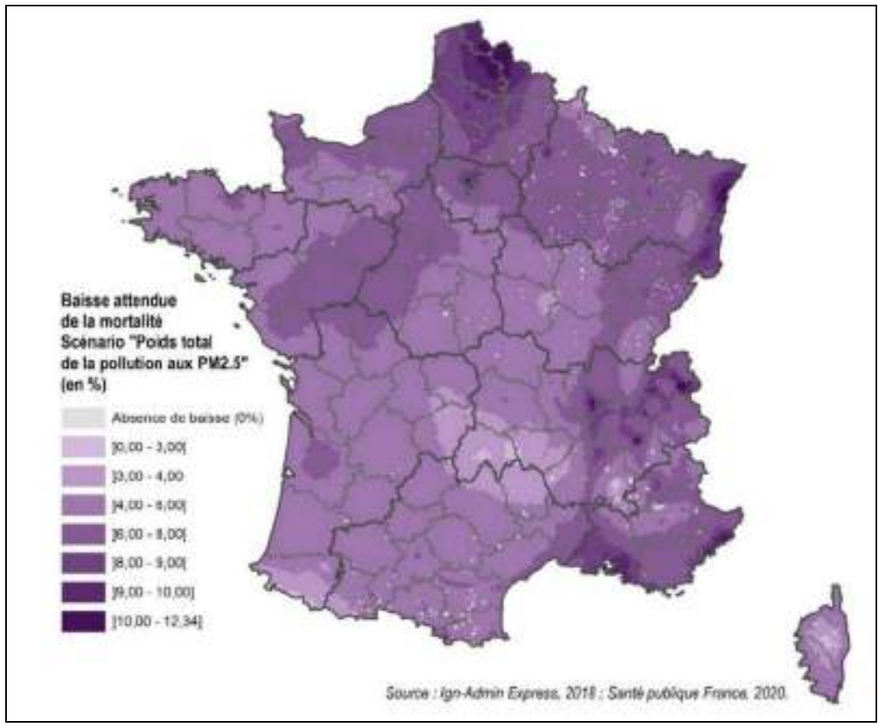


Figure 40 : Poids total de l'exposition à long terme aux PM2,5 sur la mortalité de la population âgée de 30 ans et plus à l'échelle communale, du 1er janvier 2016 au 31 décembre 2019 en France métropolitaine (en %) (source : Santé Publique France**)**

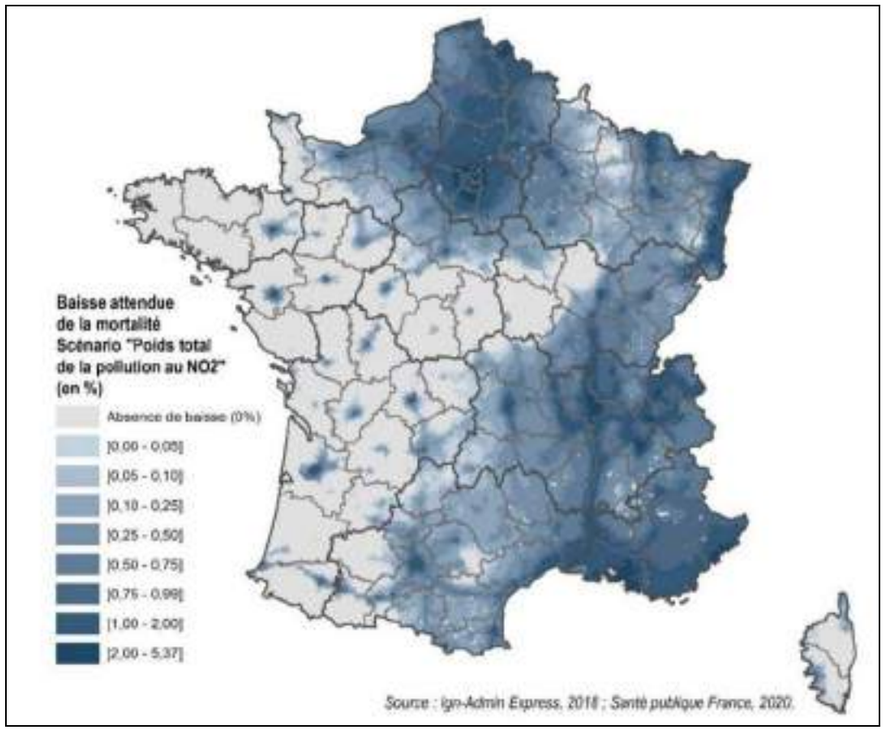


Figure 41 : Poids total de l'exposition à long terme au NO_2 sur la mortalité de la population âgée de 30 ans et plus à l'échelle communale, du 1er janvier 2016 au 31 décembre 2019 en France métropolitaine (en %) (source : Santé Publique France**)**

La planche suivante représente le poids total de l'exposition à long terme aux PM2,5 sur l'espérance de vie de la population âgée de 30 ans et plus à l'échelle communale, du 1er janvier 2016 au 31 décembre 2019 (en %) en France métropolitaine.

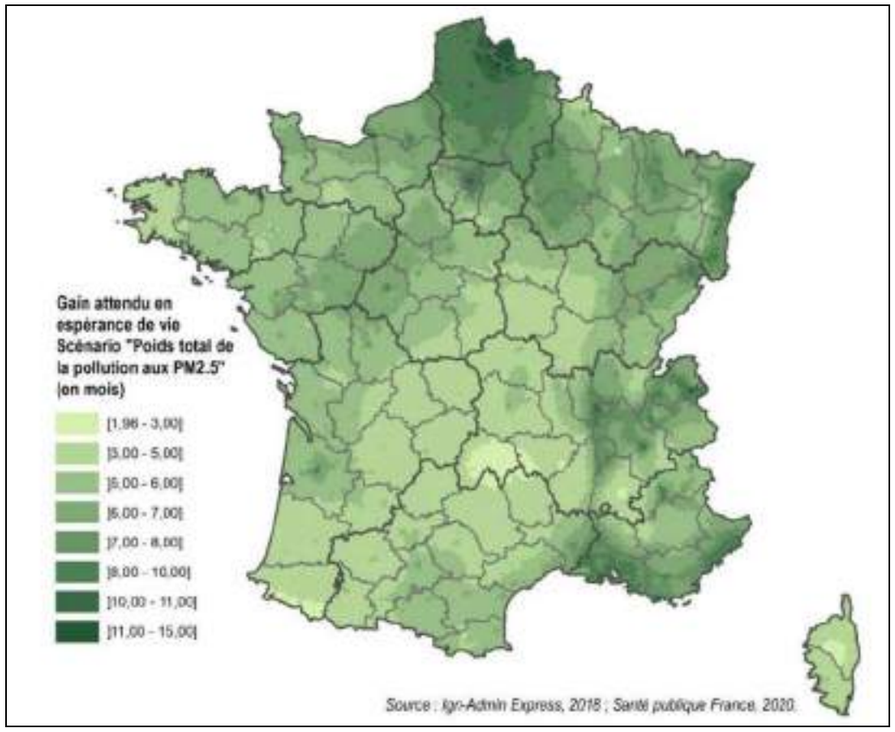


Figure 42 : Poids total de l'exposition à long terme aux PM2,5 sur l'espérance de vie de la population âgée de 30 ans et plus à l'échelle communale, du 1er janvier 2016 au 31 décembre 2019 en France métropolitaine (en %) (source : Santé Publique France**)**

Le tableau suivant précise les estimations du poids total de l'exposition à long terme aux PM2,5 et au NO_2 sur la mortalité et l'espérance de vie de la population âgée de 30 ans et plus en France métropolitaine du 1er janvier 2016 au 31 décembre 2019 (Intervalle de confiance de 95 %) par classe d'urbanisation des communes.

Tableau 12 : Poids total de l'exposition à long terme aux PM2,5 et au NO_2 sur la mortalité et l'espérance de vie de la population âgée de 30 ans et plus en France métropolitaine du 1er janvier 2016 au 31 décembre 2019 (IC95 %)

	Classe d'urbanisation	Nombre de décès évitables	Pourcentage de la mortalité annuelle (%)	Gain moyen d'espérance de vie à 30 ans (mois)	Nombre total d'années vie gagnées
$PM_{2,5}$	Rurales (< 2 000 hab)	7 836 [2 793 ; 12 278]	5,9	5,9 [2,1 ; 9,4]	75 931 [26 562 ; 121 035]
	Semi-rurales (2 000 à 20 000 hab)	7 534 [2 688 ; 11 793]	6,3	6,3 [2,2 ; 10,0]	60 671 [21 224 ; 96 713]
	Semi-urbaines (20 000 à 100 000 hab)	5 721 [2 044 ; 8 945]	6,6	6,9 [2,4 ; 11,0]	55 641 [19 464 ; 88 699]
	Urbaines (> 100 000 hab)	18 450 [6 635 ; 28 675]	8,4	8,7 [3,0 ; 13,9]	299 554 [104 638 ; 478 306]
	France métropolitaine	**39 541 [14 160 ; 61 690]**	**7,1**	**7,6 [2,6 ; 12,1]**	**491 797 [171 886 ; 784 752]**
NO_2	Rurales (< 2 000 hab)	451 [159 ; 719]	0,3	0,4 [0,1 ; 0,6]	4 991 [1 749 ; 7 972]
	Semi-rurales (2 000 à 20 000 hab)	596 [210 ; 950]	0,5	0,6 [0,2 ; 0,9]	5 510 [1 931 ; 8 801]
	Semi-urbaines (20 000 à 100 000 hab)	633 [223 ; 1 007]	0,7	0,8 [0,3 ; 1,3]	6 593 [2 311 ; 10 530]
	Urbaines (> 100 000 hab)	5 110 [1 809 ; 8 087]	2,3	2,6 [0,9 ; 4,1]	89 260 [31 276 ; 142 635]
	France métropolitaine	**6 790 [2 400 ; 10 763]**	**1,2**	**1,6 [0,6 ; 2,6]**	**106 354 [37 268 ; 169 939]**

À l'égard de la commune de Sénas (classifiée en communes semi-rurale compte tenu de sa population) — il est estimé que l'exposition à long terme :
-aux PM2,5 : est à l'origine de 6,3 % de la mortalité annuelle et d'une baisse d'espérance de vie à 30 ans de 6,3 mois.
-au NO_2 : est à l'origine de 0,5 % de la mortalité annuelle et d'une baisse d'espérance de vie à 30 ans de 0,6 mois.

Impact de la pollution de l'air ambiant : réduction sur la mortalité en France métropolitaine en lien avec le confinement du printemps 2020

Le 16 mars 2020, afin de lutter contre la première vague de Covid-19, un confinement strict en France était décidé, créant une situation environnementale jamais observée. Cette mesure a en effet permis un ralentissement massif de l'activité et de la circulation de la population, conduisant à mesurer en conditions réelles l'efficacité de baisses importantes des émissions de polluants atmosphériques.
Santé publique France a estimé *a posteriori* sur la mortalité les conséquences des baisses de la pollution de l'air ambiant observées durant ce premier confinement.

Les résultats de l'évaluation quantitative d'impact sur la santé (EQIS) montrent que les bénéfices d'une moindre exposition à la pollution de l'air ambiant durant le premier confinement peuvent être évalués à environ :

- 2 300 décès évités en lien avec une diminution de l'exposition aux particules, dont les sources sont multiples et qui représentent la pollution dite de fond.
- 1 200 décès évités en lien avec une diminution de l'exposition au dioxyde d'azote (NO_2), liée principalement au trafic routier.

Ces bénéfices sont en majorité dus à des effets évités à plus long terme (diminution de la contribution de la pollution au développement de pathologies conduisant au décès), et dans une moindre mesure à des effets évités à court terme (décompensation de pathologies préexistantes).
Ces résultats mettent en évidence qu'une action volontariste sur la réduction des émissions de polluants dans l'air se traduit par une diminution sensible de l'impact de la pollution atmosphérique sur la santé, et la mortalité en particulier.

Les tableaux suivants présentent les résultats détaillés de cette évaluation pour le scénario à court terme et le scénario à long terme.

<u>Scénario 1</u> : IMPACT À COURT TERME (Tous âges ; PM10 et NO_2)
Impact à court terme sur la mortalité, consécutif à la baisse des concentrations journalières de pollution de l'air ambiant occasionnée par les restrictions d'activité et modélisée à partir d'hypothèses portant sur la réduction des émissions pendant le confinement strict et le déconfinement progressif.
Périodes d'étude : - Confinement strict : 16 mars au 11 mai 2020.
- Déconfinement progressif : 11 mai au 22 juin 2020.
- Période totale : 16 mars au 22 juin 2020.

Tableau 13 : Impact des PM10 et du NO_2 à court terme sur la mortalité en France métropolitaine du 16 mars au 22 juin 2020 (IC95%)

	Classe d'urbanisation	PM_{10} Nombre de décès évités	PM_{10} Pourcentage de la mortalité sur la période d'étude (%)	NO_2 Nombre de décès évités	NO_2 Pourcentage de la mortalité sur la période d'étude (%)
Confinement strict (16 mars au 11 mai 2020)	Rurales (< 2 000 hab)	13 [6 ; 21]	0,07	41 [22 ; 60]	0,2
	Semi-rurales (2 000 à 20 000 hab)	12 [5 ; 19]	0,07	43 [23 ; 63]	0,3
	Semi-urbaines (20 000 à 100 000 hab)	9 [4 ; 14]	0,07	35 [19 ; 52]	0,3
	Urbaines (> 100 000 hab)	27 [12 ; 43]	0,09	124 [66 ; 182]	0,4
	France métropolitaine	**61 [26 ; 97]**	**0,08**	**243 [130 ; 357]**	**0,3**
Déconfinement progressif (11 mai au 22 juin 2020)	Rurales (< 2 000 hab)	2 [0 ; 3]	0,01	6 [2 ; 9]	0,04
	Semi-rurales (2 000 à 20 000 hab)	2 [0 ; 3]	0,01	6 [3 ; 9]	0,1
	Semi-urbaines (20 000 à 100 000 hab)	1 [0 ; 2]	0,01	5 [2 ; 8]	0,1
	Urbaines (> 100 000 hab)	3 [0 ; 6]	0,01	22 [9 ; 35]	0,1
	France métropolitaine	**8 [1 ; 14]**	**0,01**	**39 [16 ; 61]**	**0,1**
Période totale (16 mars au 22 juin 2020)	Rurales (< 2 000 hab)	15 [6 ; 24]	0,04	47 [24 ; 69]	0,1
	Semi-rurales (2 000 à 20 000 hab)	14 [5 ; 22]	0,04	49 [26 ; 72]	0,2
	Semi-urbaines (20 000 à 100 000 hab)	10 [4 ; 16]	0,04	40 [21 ; 60]	0,2
	Urbaines (> 100 000 hab)	31 [11 ; 50]	0,05	146 [75 ; 217]	0,3
	France métropolitaine	**69 [26 ; 111]**	**0,05**	**282 [146 ; 418]**	**0,2**

<u>Scénario 2</u> : IMPACT À LONG TERME (âge ≥ 30 ans ; PM2,5 et NO_2)

Impact à plus long terme sur la mortalité, consécutif à la baisse des concentrations annuelles de pollution de l'air ambiant, occasionnée par les restrictions d'activité et modélisée à partir d'hypothèses portant sur la réduction des émissions pendant le confinement strict et le déconfinement progressif.

Période d'étude : 1er juillet 2019 au 30 juin 2020.

Tableau 14 : Impact de la diminution des concentrations de PM2,5 et de NO_2 sur la mortalité et l'espérance de vie en France métropolitaine du 1er juillet 2019 au 30 juin 2020 (IC95 %)

	Classe d'urbanisation	Nombre de décès évités	Pourcentage de la mortalité annuelle (%)	Gain moyen d'espérance de vie à 30 ans (jours)	Nombre total d'années vie gagnées
$PM_{2,5}$	Rurales (< 2 000 hab)	507 [177 ; 811]	0,4	12 [4 ; 18]	4 884 [1 705 ; 7 798]
	Semi-rurales (2 000 à 20 000 hab)	460 [160 ; 736]	0,4	11 [4 ; 18]	3 607 [1 259 ; 5 760]
	Semi-urbaines (20 000 à 100 000 hab)	322 [112 ; 515]	0,4	12 [4 ; 19]	3 080 [1 075 ; 4 919]
	Urbaines (> 100 000 hab)	984 [343 ; 1 574]	0,5	14 [5 ; 23]	16 244 [5 670 ; 25 937]
	France métropolitaine	**2 274 [793 ; 3 636]**	**0,4**	**13 [5 ; 21]**	**27 815 [9 709 ; 44 414]**
NO_2	Rurales (< 2 000 hab)	150 [52 ; 239]	0,1	4 [1 ; 6]	1 490 [522 ; 2 380]
	Semi-rurales (2 000 à 20 000 hab)	156 [54 ; 249]	0,1	4 [1 ; 6]	1 290 [452 ; 2 062]
	Semi-urbaines (20 000 à 100 000 hab)	128 [45 ; 204]	0,2	5 [2 ; 8]	1 252 [439 ; 2 001]
	Urbaines (> 100 000 hab)	460 [161 ; 735]	0,2	6 [2 ; 10]	7 231 [2 534 ; 11 553]
	France métropolitaine	**893 [313 ; 1 427]**	**0,2**	**5 [2 ; 8]**	**11 263 [3 946 ; 17 995]**

11. ANALYSE DE LA ZONE D'ÉTUDE

Après l'examen des données disponibles sur la qualité de l'air et des données sanitaires, il convient de s'intéresser à la population et à la composition géographique de la zone d'étude.

Cette démarche a pour objectif principal d'identifier les lieux vulnérables et de définir la fragilité de la population vis-à-vis des effets sanitaires imputables à la pollution atmosphérique (sachant que les enfants et les personnes âgées sont les plus fragiles).

11.1. RECENSEMENT DES PROJETS POUVANT INDUIRE DES EFFETS CUMULES

Le projet fait partie de l'Orientation d'Aménagement et de Programmation n°1 (OAP 1) du PLU de Sénas. Les secteurs concernés par cette OAP sont « Pont de l'Auture » et « Galazon 2 ».

Cinq autres OAP inscrites au sein du PLU de Sénas sont situées à proximité du projet, et peuvent induire des effets cumulés.

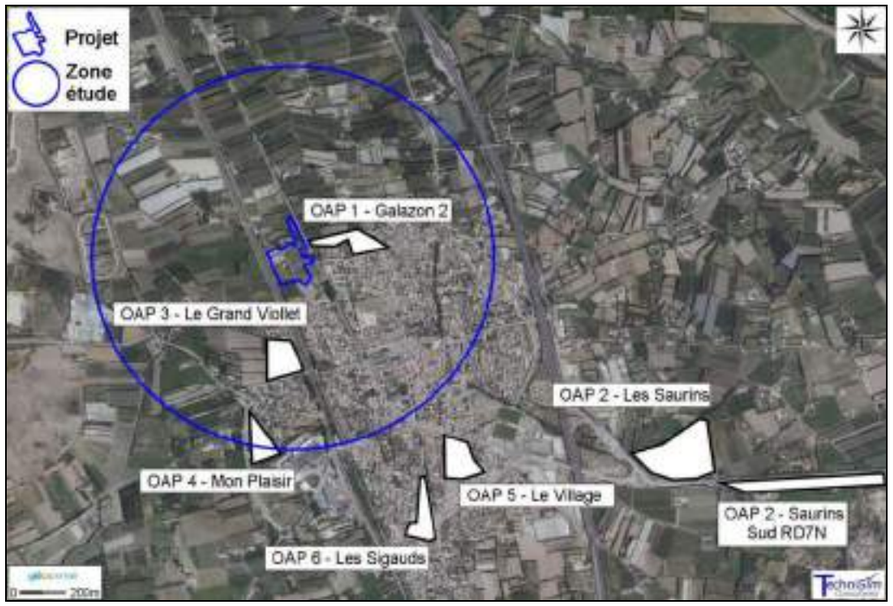


Figure 43 : Orientations d'Aménagement et de Programmation à proximité du projet (sources : d'après le PLU de Sénas)

Tableau 15 : OAPs du PLU de Sénas – Approbation de la Modification n°2 du PLU : 22/03/2018

Nom de l'OAP	Description
OAP 1 - « Pont de l'Auture » et « Galazon 2 »	Création de logements, vois de circulations (voiture, cyclistes et piétons), haies végétales, espaces de loisirs, installation solaire thermique
OAP 2 - « Les Saurins » et « Saurins Sud-RD7N »	Création d'activités commerciales, de bureaux, industrielles et logistiques, voies de circulations (voiture, cyclistes et piétons), places de stationnements, haies végétales, panneaux photovoltaïques
OAP 3 – « Le Grand Viollet »	Création de logements, vois de circulations (voiture, cyclistes et piétons), haies végétales, espaces de loisirs, installation solaire thermique
OAP 4 – « Mon Plaisir »	Création de logements, vois de circulations (voiture, cyclistes et piétons), haies végétales, espaces de loisirs, installation solaire thermique
OAP 5 – « Le Village »	Création de logements, vois de circulations (voiture, cyclistes et piétons), arrêt de bus, traitement végétal des interfaces, espaces de loisirs
OAP 6 – « Les Sigauds »	Création de logements, vois de circulations (voiture, cyclistes et piétons), arrêt de bus, traitement végétal des interfaces, espaces de loisirs

Note : Ces OAPs peuvent être déjà réalisés ou non.

11.2. DONNÉES MÉTÉOROLOGIQUES ET TOPOGRAPHIQUES

❖ **Normales climatiques**

Les données présentées (excepté les données concernant les vents et l'ensoleillement) proviennent de la station météorologique de Salon-de-Provence[22] sise à environ 15 km au sud du projet. Il s'agit des normales annuelles officielles [1991-2020].

Tableau 16 : Normales climatologiques à la station Météo France « Salon-de-Provence »

Paramètre	Normales 1991-2020 Données officielles
Température moyenne annuelle [Moyenne minimale : Moyenne maximale]	14,8°C [9,0 : 20,5°C]
Ensoleillement annuel [Moyenne mensuelle]	2857,9 h (Station Météo France Marseille-Marignane, Marseille Provence)
Cumul des précipitations annuelles	594,1 mm
Nombre de jours de précipitations supérieures à 1 mm [% de jours pluvieux par an]	56,6 jours [15,5 %]
Intervalle de pression atmosphérique	
Pression minimale enregistrée	981,1 hPa le 29 octobre 2018
Pression maximale enregistrée	1 041,0 hPa le 17 février 2008

Les figures suivantes[23] présentent la rose des vents et la fréquence mensuelle des vents en fonction de leur vitesse (Nota : ces données sont issues de modélisations et non d'observations).

Les vents dominants soufflent du nord-ouest.
La dispersion des polluants par le vent est efficace à partir d'une vitesse de 20 km/h. Les vents présentant de telles vitesses sont peu fréquents sur le secteur (entre 7,8 et 16,1 jours/mois). La période hivernale est celle produisant les vents les plus forts.
Le projet est localisé majoritairement dans un secteur où la dispersion des polluants atmosphériques moyennement fréquemment favorisée par les vents.

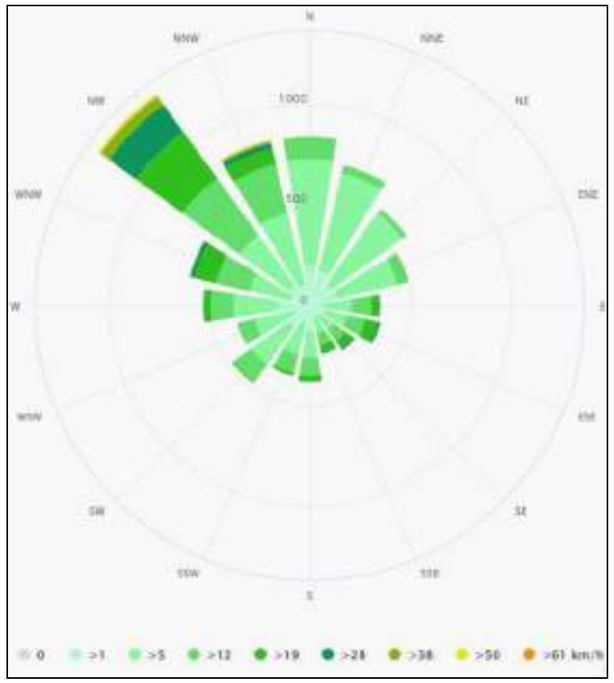


Figure 44 : Rose des vents (source : meteoblue.com**)**

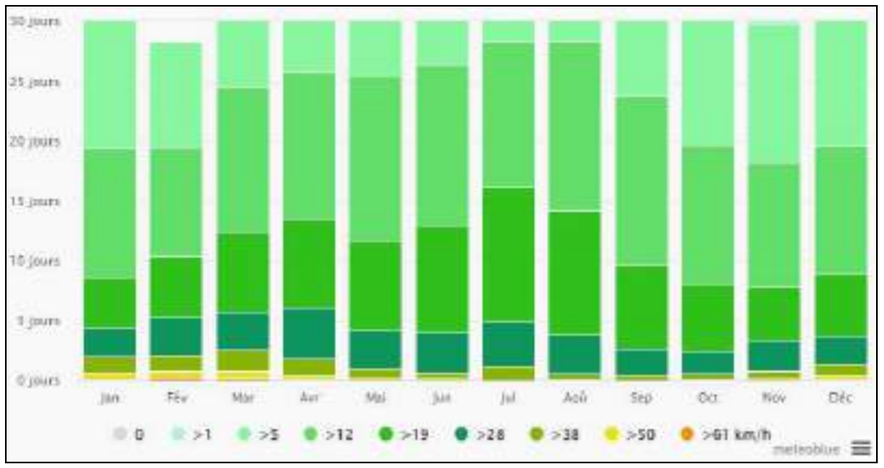


Figure 45 : Vitesse du vent (source : meteoblue.com)

[22] https://www.infoclimat.fr/climatologie/normales-records/1991-2020/salon-de-provence/valeurs/07648.html
[23] https://www.meteoblue.com/fr/meteo/historyclimate/climatemodelled/s%c3%a9nas_france_2975120

❖ **Topographie**

La topographie autour du projet est illustrée en figure suivante.

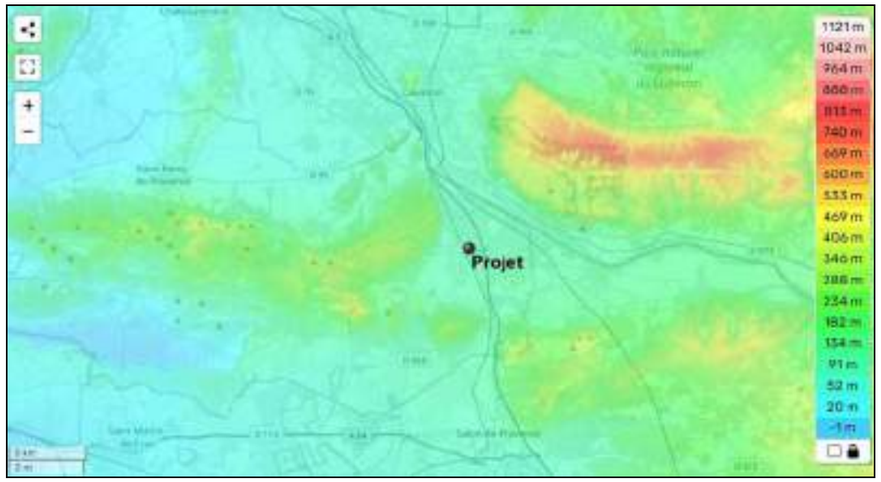


Figure 46 : Topographie autour du projet (source : topographic-map.com**)**

Le projet est entouré de reliefs modérés de l'ouest à l'est et de relief assez importants au nord-est. Cette configuration peut légèrement favoriser l'accumulation des polluants lorsque les conditions météorologiques sont défavorables à la dispersion.

Compte-tenu de l'orientation des vents annuels et de leur fréquence en fonction de leur vitesse, la dispersion des polluants atmosphériques semble peu fréquemment efficace.
Les précipitations annuelles et le nombre de jours pluvieux sont eux aussi, faible. L'ensoleillement est assez important, ce qui favorise la production de polluants photochimiques (ozone) en saison estivale.
La zone d'étude est sujette à des conditions météorologiques en moyenne plutôt favorables à l'accumulation des polluants et ce d'autant que des reliefs modérés situés du sud jusqu'à l'ouest et au nord-est de celle-ci peuvent accentuer le phénomène.

11.3. OCCUPATION DES SOLS

Le projet et la zone d'étude sont sis sur la commune de Sénas.

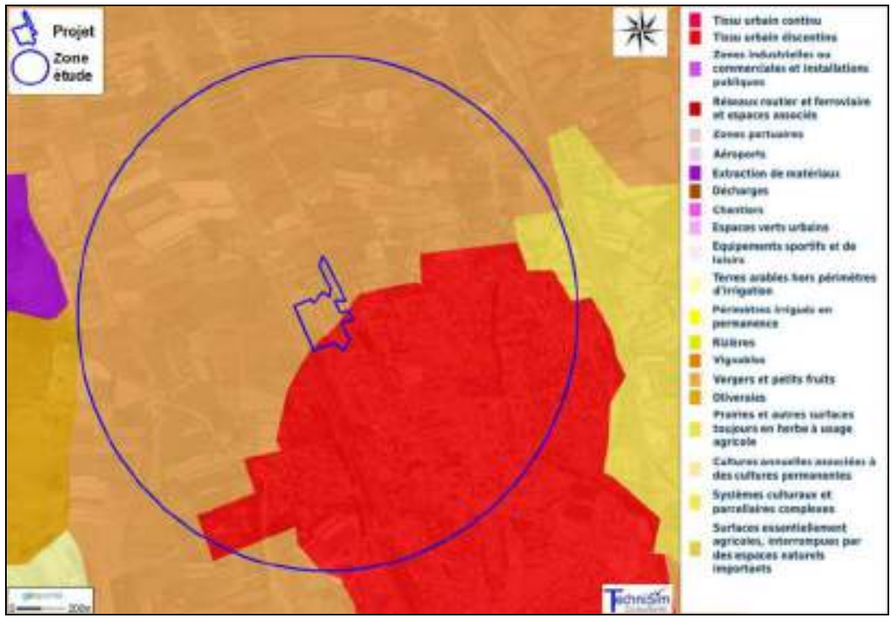


Figure 47 : Composition de la zone d'étude (Corine Land Cover 2018**)**

Selon le Corine Land Cover 2018, l'emprise projet et la zone étude sont situées sur du tissu urbain discontinu et des surfaces agricoles.

11.4. IDENTIFICATION DES ZONES À ENJEUX SANITAIRES PAR INGESTION

Les zones de culture à même de présenter un enjeu sanitaire par ingestion ont été recherchées dans la zone d'étude, c'est-à-dire :

- Production alimentaire : jardins potagers, vergers, zones maraichères, terres cultivées à forte valeur ajoutée (vignes AOC, cultures biologiques, etc.), …
- Zones de jeux avec terrains meubles susceptibles d'être ingérés par les enfants : aires de jeux, cours d'école, …
- Jardins familiaux, partagés et collectifs.

D'après la carte d'occupation des sols détaillée et la carte du registre parcellaire agricole, de nombreuses parcelles agricoles sont retrouvées sur la zone d'étude. Néanmoins la consommation de végétaux n'est pas exclusive.
Au vu des images aériennes de l'IGN et de l'inventaire des jardins collectifs/partagés de la commune de Sénas, aucun jardin potager individuel ou collectif n'est présent sur la zone d'étude.

Aucune zone à enjeu par ingestion n'est considérée au sein de la zone d'étude.

11.5. ANALYSE DE LA POPULATION DE LA ZONE D'ÉTUDE

La planche suivante représente la population aux abords du projet, définie en carreaux de 200 mètres de côté (données carroyées de l'INSEE 2017 publiées en 2022). Les tableaux suivants caractérisent la population de la zone d'étude.

La zone d'étude compte 3 861 habitants, soit une densité moyenne de population estimée 1 229 hab./km² (cercle de 1 km de rayon).

67,1 % des ménages sont logés en habitat individuel. Le nombre moyen de personnes par ménage est de 2,4.

Les deux classes d'âges les plus vulnérables aux effets de la pollution atmosphérique sont les enfants (moins de 11 ans) et les personnes âgées (65 ans ou plus).
Ces catégories représentent respectivement **14,5 % (558 individus)** et **18,0 % (694 individus)** de la **population de la zone d'étude**.

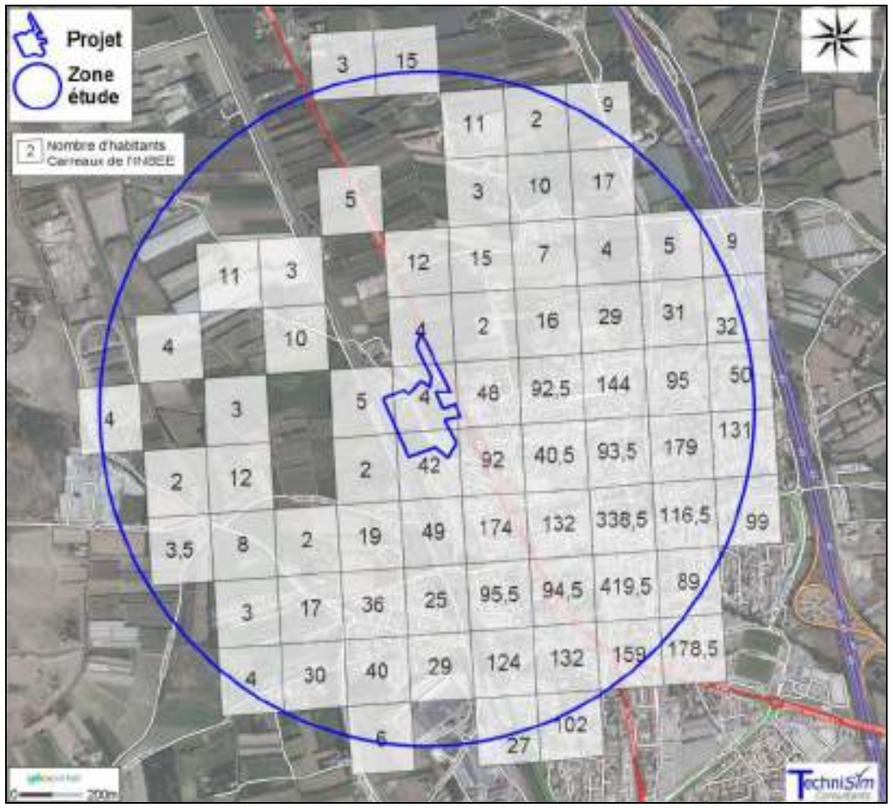


Figure 48 : Population dans la zone d'étude répartie en carreaux de 200m de côté (données carroyées INSEE 2017 publiées en 2022**)**

Tableau 17 : Caractéristiques des ménages de la zone d'étude en 2017 (données carroyées INSEE 2017 publiées en 2022**)**

Paramètres	Valeur
Nombre de ménages résidant dans la zone	248
Nombre moyen de personnes par ménage dans la zone d'étude	2,4
Nombre total de ménages propriétaires	808
Surface cumulée des résidences principales [m²]	134 955
Nombre de ménages en logement collectif	527
Nombre de ménages de 5 personnes et plus	115
Nombre de ménages de 1 personne	461
Nombre de ménages pauvres au seuil de 60 % de la médiane du niveau de vie	1 601

Tableau 18 : Population de la zone d'étude par tranches d'âges en 2017 (données carroyées INSEE 2017 publiées en 2022**)**

	Ensemble	0 à 3 ans	4 à 5 ans	6 à 10 ans	11 à 17 ans	Moins de 11 ans
Effectif	**3 861**	175	108	276	336	**558**
Proportion	**100 %**	4,5 %	2,8 %	7,1 %	8,7 %	**14,5 %**
	18 à 24 ans	**25 à 39 ans**	**40 à 54 ans**	**55 à 64 ans**	**65 ans et +**	**Inconnu**
Effectif	253	718	771	526	**694**	6
Proportion	6,5 %	18,6 %	20,0 %	13,6 %	**18,0 %**	0,2 %

Populations les plus vulnérables à la pollution atmosphérique = 1 252 personnes (soit 32,4,5 %)

La zone d'étude comporte 3 861 habitants dont 1 252 (soit 32,4 %) dits vulnérables à la pollution atmosphérique.
La densité de population de la zone d'étude s'élève à 1 229 hab./km².

11.6. IDENTIFICATION DES ÉTABLISSEMENTS VULNÉRABLES

Les personnes vulnérables à la pollution atmosphérique sont, d'après la *Note Technique NOR:TRET1833075N du 22 février 2019* :

- Les jeunes enfants (dont l'appareil respiratoire n'est pas encore mature) ;
- Les personnes âgées, plus vulnérables de manière générale à une mauvaise qualité de l'air ;
- Les personnes adultes ou enfants présentant des problèmes pulmonaires et cardiaques chroniques.

Ces populations dites 'vulnérables' ont un risque plus important de présenter des symptômes en lien avec la pollution atmosphérique.

D'après le ministère des Solidarités et de la Santé[24], l'âge à partir duquel le système respiratoire peut être considéré comme mature varie d'un enfant à un autre. La vitesse de multiplication alvéolaire au cours de la première année de la vie est très rapide, encore rapide jusqu'à l'âge de 3 ans, puis plus lente jusqu'à 8 ans environ. Après cela, il y a une augmentation continue du diamètre des voies aériennes et un remodelage des alvéoles jusqu'à ce que la croissance physique soit terminée, vers l'adolescence. L'OMS[25] considère que l'adolescence est la période de croissance et de développement humain qui se situe entre l'enfance et l'âge adulte, entre les âges de 10 et 19 ans. Elle représente une période de transition critique dans la vie et se caractérise par un rythme important de croissance et de changements qui n'est supérieur que pendant la petite enfance.

[24] https://solidarites-sante.gouv.fr/IMG/pdf/qr_air_et_sante.pdf
[25] https://www.who.int/maternal_child_adolescent/topics/adolescence/dev/fr/

Il a été recherché la présence d'établissements dits 'vulnérables' à la pollution atmosphérique sur la zone d'étude. Par lieux 'vulnérables', on entend toutes les structures fréquentées par des personnes considérées vulnérables aux effets de la pollution atmosphérique, c'est-à-dire :

- Établissements accueillant des enfants : les maternités, les crèches, les écoles maternelles et élémentaires, les établissements accueillant des enfants handicapés, etc. ;
- Établissements accueillant des personnes âgées : maisons de retraite, etc. ;
- Hôpitaux, cliniques, centres de soins.

Ces lieux sont reportés dans la figure et le tableau ci-après.

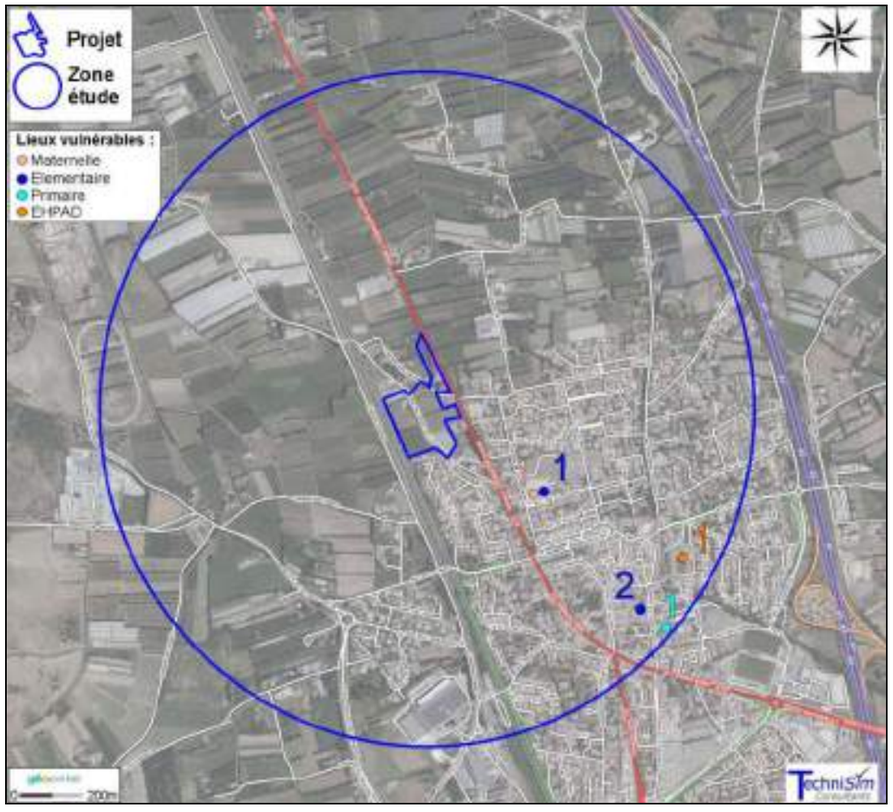


Figure 49 : Localisation des établissements vulnérables à la pollution atmosphérique présents en l'état actuel

Tableau 19 : Liste des établissements vulnérables de la zone d'étude présents en l'état actuel

	N°	Nom	Effectif	Adresse	Coordonnées GPS
École Maternelle	1	École maternelle Marcel Pagnol	155 élèves	Avenue de la Régale 13560 Sénas	43.74732 5.07535
École Élémentaire	1	École Élémentaire Simone Veil	185 élèves	Avenue de la Régale 13560 Sénas	43.74732 5.07535
	2	École Élémentaire Jean Moulin 1	159 élèves	10 avenue Jean Moulin 13560 Sénas	43.74421 5.07873
École Primaire	1	École Primaire Jean Moulin 2	288 élèves	200 avenue des jardins 13560 Sénas	43.74304 5.08087
EHPAD	1	EHPAD Résidence Le Grand Pre	101 places	10 Chemin de l'Échangeur 13560 Sénas	43.74599 5.08062

Au total, 5 établissements vulnérables à la pollution atmosphérique (écoles et EHPAD) sont recensés en l'état actuel sur la zone d'étude.

11.7. SYNTHÈSE

Le projet est situé sur la commune de Sénas dans les Bouches-du-Rhône. Selon le Corine Land Cover 2018, l'emprise projet et la zone étude sont situées sur du tissu urbain discontinu et des surfaces agricoles. La densité de population de la zone d'étude s'élève à 1 229 hab./km².

Compte-tenu de l'orientation des vents annuels et de leur fréquence en fonction de leur vitesse, la dispersion des polluants atmosphériques semble peu fréquemment efficace.
Les précipitations annuelles et le nombre de jours pluvieux sont eux aussi, faible. L'ensoleillement est assez important, ce qui favorise la production de polluants photochimiques (ozone) en saison estivale.
La zone d'étude est sujette à des conditions météorologiques en moyenne plutôt favorables à l'accumulation des polluants et ce d'autant que des reliefs modérés situés du sud jusqu'à l'ouest et au nord-est de celle-ci peuvent accentuer le phénomène.

Enjeux sanitaires par inhalation
La zone d'étude comporte 3 861 habitants dont 1 252 (soit 32,4 %) dits vulnérables à la pollution atmosphérique.
Au total, 5 établissements vulnérables à la pollution atmosphérique (écoles et EHPAD) sont recensés en l'état actuel sur la zone d'étude.

Enjeux sanitaires par ingestion
Aucune zone à enjeu sanitaire par ingestion n'est retrouvée au sein de la zone d'étude.

12. MESURES *IN SITU*

Afin de qualifier la qualité de l'air à l'échelle du projet, TechniSim Consultants a réalisé une campagne de mesures pour les polluants suivants :

- Le dioxyde d'azote (NO_2) ;
- Les poussières PM10 et PM2,5.

Les prélèvements sont effectués à l'aide d'échantillonneurs passifs pour le NO_2.
Les tubes passifs sont des méthodes alternatives aux méthodes de référence des directives européennes, lourdes et coûteuses à mettre en œuvre (généralement les analyseurs). Néanmoins, leurs performances sont encadrées par les directives-filles de la Directive européennes 96/62/CE et reprise par celle de mai 2008.

La quantification des teneurs en NO_2 dans l'air ambiant s'effectue en deux temps :

- Échantillonnage sur site via les tubes à diffusion passive (sans utilisation de pompe ou tout autre système d'aspiration) exposés dans l'air ambiant ;
- Analyse en laboratoire accrédité (où l'on procède à l'extraction et à l'analyse des produits d'absorption).

Les mesures de PM10 et PM2.5 sont réalisées à l'aide de micro-capteurs laser autonomes. Les micro-capteurs laser relèvent les concentrations toutes les 5 minutes.

Le matériel utilisé au cours de la campagne est illustré ci-dessous.

Figure 50 : Réceptacle, tube passif pour le NO_2 et micro-capteur laser

Note : Les descriptifs techniques des appareils de mesure et d'analyse sont disponibles en détail en annexe.

12.1. DÉROULEMENT DE LA CAMPAGNE DE MESURE

La campagne de mesure s'est déroulée du 12 janvier au 9 février 2023.
Les prélèvements de NO_2 ont été effectués sur 7 points. Afin de s'assurer de la répétabilité des mesures, des réplicats ont été réalisés pour l'ensemble des points. Un 'blanc' a été réalisé pour vérifier la non-contamination des échantillons pendant le transport (point n°7).
Les mesures de PM10 et PM2,5 ont été réalisées au niveau des points n°2, 4 et 7.

Les emplacements des points de mesure ont été choisis de manière à couvrir et caractériser au mieux le secteur projet. Chaque point de mesure est repéré sur une carte géoréférencée (GPS WGS 84) et fait l'objet d'une documentation importante et précise : localisation, dates et heures de pose/dépose des tubes de prélèvement et capteurs ; hauteur de prélèvement, distances aux sources de pollution (axes routiers, parkings, …), description de l'environnement immédiat du point de mesure (habitations, …).
L'ensemble de ces renseignements est regroupé dans les fiches jointes en annexe.

Au-delà des critères de choix des sites, tous les tubes sont installés sur des poteaux, lampadaires ou autres mobiliers publics dégagés de tout obstacle, afin de permettre une libre circulation de l'air autour du point d'échantillonnage. La hauteur de mesure est choisie de manière à caractériser le mieux possible l'exposition des personnes au sol, en se préservant toutefois des risques de vol et de vandalisme (soit environ 2,5 m du sol).

Avertissement important : les résultats sont valables exclusivement à proximité des points de mesures.

Le tableau suivant indique la typologie de chaque point de mesure ; la carte en page suivante indique la localisation des points de mesure. La campagne se déroule en milieu périurbain.

Tableau 20 : Typologie des points de mesure

POINTS	Remarque Typologie	POINTS	Remarque Typologie
N°1	Trafic	**N°5**	Fond périurbain
N°2	Trafic	**N°6**	Fond périurbain
N°3	Trafic	**N°7**	Fond périurbain
N°4	Trafic		

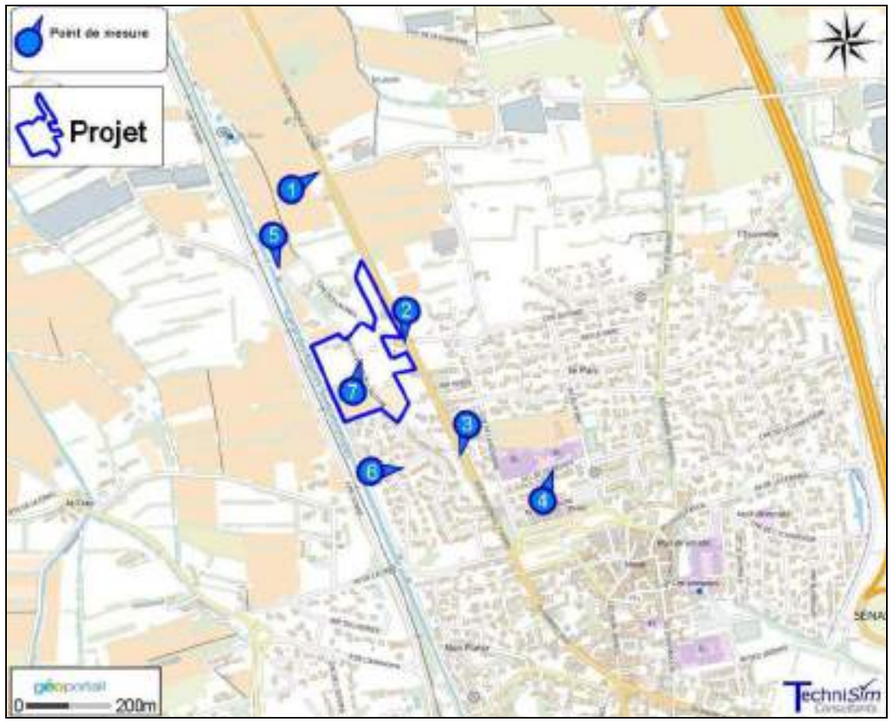


Figure 51 : Localisation des points de mesure *in situ*

12.2. CONDITIONS MÉTÉOROLOGIQUES

Les données proviennent de la station météorologique de Salon de Provence (43,60°N I 5,11°E) sise à environ 15 km au sud du projet, sur la période du 12 janvier au 9 février 2023. Les données d'ensoleillement proviennent de la station météo France Marseille Marignane (Marseille Provence).
Les conditions météorologiques détaillées relatives à la période des mesures sont disponibles en annexe.

Lors de la campagne de mesure, les précipitations ont été faibles, en termes de hauteurs et de nombre de jours de pluies supérieures à 1 mm. Les vents ont été importants sur 43,4 % de la durée de campagne. Les températures moyenne (minimale, moyenne et maximale) sont en dessous des normales de saison. L'ensoleillement a été plus important que la normale.

Rappel : Le vent est favorable à la dispersion des polluants, notamment à partir de 20 km/h et les précipitations rabattent les polluants les plus solubles ainsi que les particules vers le sol. Ces paramètres sont liés par des conditions dépressionnaires. Par conséquent, ceux-ci permettent une amélioration de la qualité de l'air.

Dans l'ensemble, les conditions météorologiques lors de la campagne de mesure de 29 jours ont plutôt favorisé l'accumulation des polluants.

12.3. RÉSULTATS DES MESURES

12.3.1. Particules PM10 et PM2,5

Les mesures ont été réalisées :

- Du 12 janvier 2023 à 12h29 au 09 février 2023 à 14h50 pour le point n°2.
- Du 12 janvier 2023 à 13h14 au 09 février 2023 à 15h14 pour le point n°4.
- Du 12 janvier 2023 à 13h03 au 09 février 2023 à 14h53 pour le point n°7.

Les graphiques suivants illustrent l'évolution des concentrations ponctuelles en PM10 et PM2,5 pour chaque point de mesure.

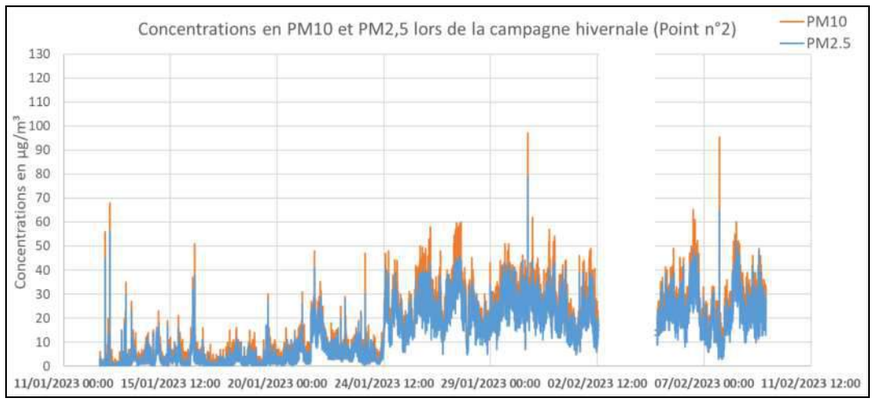


Figure 52 : Résultats des mesures de particules PM10 et PM2,5 au point n°2 (fréquence de mesure : toutes les 5 minutes)

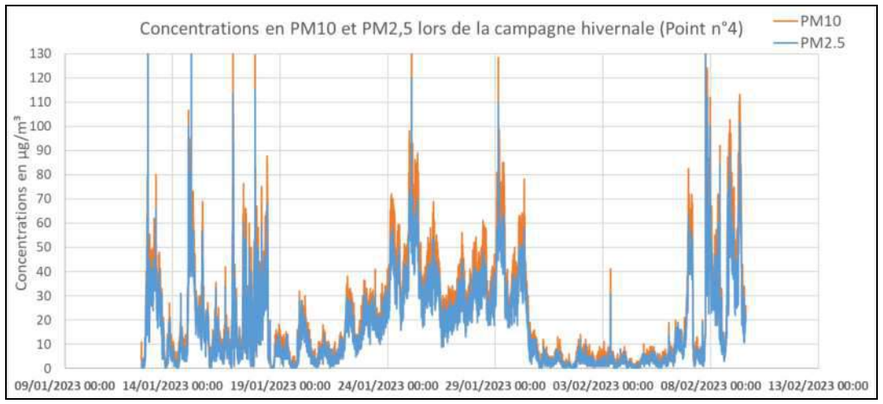


Figure 53 : Résultats des mesures de particules PM10 et PM2,5 au point n°4 (fréquence de mesure : toutes les 5 minutes)

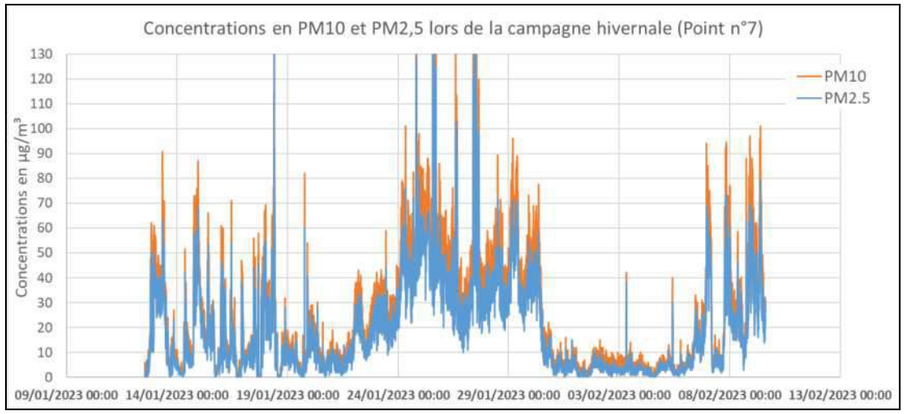


Figure 54 : Résultats des mesures de particules PM10 et PM2,5 au point n°7 (fréquence de mesure : toutes les 5 minutes)

Les résultats en moyennes journalières et sur la période de mesure sont disponibles dans les tableaux et les graphiques ci-après. La dernière ligne de chaque tableau présente les concentrations moyennes en particules PM10 et PM2,5, le pourcentage de couverture des données et le rapport PM2,5/PM10 moyens pour l'ensemble de la campagne de mesures.

❖ **Point n°2**

Tableau 21 : Résultats des mesures en continu des particules PM10 et PM2,5 pour le point n°2

DATE	Pourcentage de couverture journalière des mesures	Moyenne PM10 (µg/m³)	Moyenne PM2,5 (µg/m³)	Rapport PM2,5/PM10
12/01/2023	48,3 %	2,4	1,8	76,0 %
13/01/2023	100 %	2,2	1,7	77,4 %
14/01/2023	100 %	4,2	3,5	83,1 %
15/01/2023	100 %	4,2	3,4	79,3 %
16/01/2023	100 %	5,0	3,8	75,9 %
17/01/2023	100 %	1,6	0,9	55,2 %
18/01/2023	100 %	3,8	2,7	71,4 %
19/01/2023	100 %	3,4	2,2	65,7 %
20/01/2023	100 %	4,6	3,6	77,0 %
21/01/2023	100 %	13,6	11,6	85,1 %
22/01/2023	100 %	8,1	6,8	83,7 %
23/01/2023	100 %	6,5	5,2	80,9 %
24/01/2023	100 %	15,0	13,0	86,9 %
25/01/2023	100 %	21,3	18,5*	86,9 %
26/01/2023	100 %	28,2	24,5*	86,8 %
27/01/2023	100 %	32,4	27,6*	85,2 %
28/01/2023	100 %	20,2	17,9*	88,6 %
29/01/2023	100 %	29,3	25,9*	88,3 %
30/01/2023	100 %	29,7	26,1*	88,0 %
31/01/2023	100 %	27,3	23,9*	87,7 %
01/02/2023	100 %	20,3	17,7*	87,2 %
02/02/2023	54,5%	23,0	19,8*	86,3 %
03/02/2023	0,0 %	n.d.	n.d.	n.d.
04/02/2023	0,0 %	n.d.	n.d.	n.d.
05/02/2023	97,2 %	24,8	21,9*	88,6 %
06/02/2023	100 %	29,1	25,8*	88,5 %
07/02/2023	99,7 %	17,2	14,8	86,3 %
08/02/2023	100 %	29,8	25,9*	86,9 %
09/02/2023	62,2 %	27,0	23,8*	88,1 %
Période	**88,3%**	**16,1**	**13,8**	**86,2 %**

n.d. = non disponible

* : Dépassement des recommandations de l'OMS (45 µgPM10/m³ et 15 µgPM2,5/m³ en moyenne journalière à ne pas dépasser plus de 3 à 4 jours par an).

Le pourcentage de couverture des mesures au point n°2 est de 88,3 % sur 29 jours (22 jours complets, 5 journées partielles et 2 journées de données indisponibles).

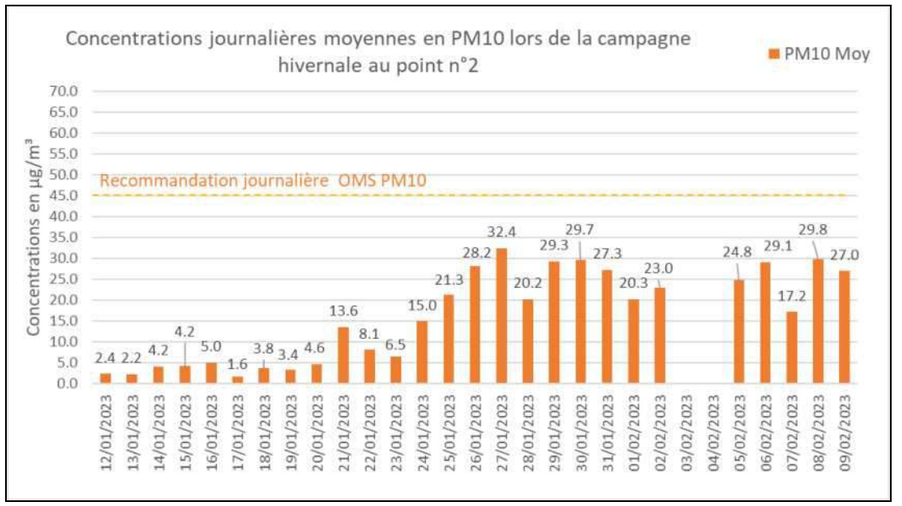


Figure 55 : Concentrations moyennes journalières en PM10 au point n°2

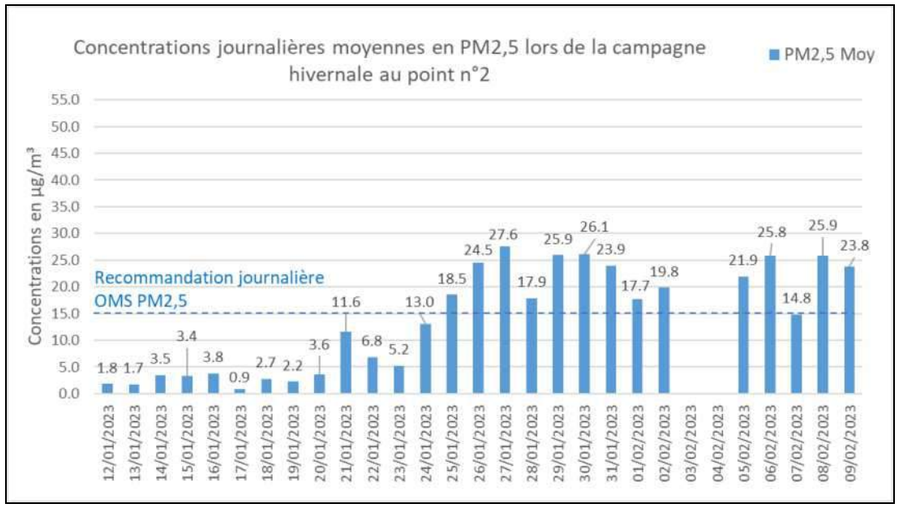


Figure 56 : Concentrations moyennes journalières en PM2.5 au point n°2

❖ **Point n°4**

Tableau 22 : Résultats des mesures en continu des particules PM10 et PM2,5 pour le point n°4

DATE	Pourcentage de couverture journalière des mesures	Moyenne PM10 (µg/m³)	Moyenne PM2,5 (µg/m³)	Rapport PM2,5/PM10
12/01/2023	45,1 %	22,1	18,9*	85,6 %
13/01/2023	100 %	23,0	19,9*	86,5 %
14/01/2023	100 %	22,6	18,3*	81,2 %
15/01/2023	100 %	18,1	15,8*	87,5 %
16/01/2023	100 %	15,2	12,9	84,4 %
17/01/2023	100 %	18,9	16,4*	86,6 %
18/01/2023	100 %	19,6	16,7*	85,4 %
19/01/2023	100 %	6,3	5,3	84,0 %
20/01/2023	100 %	9,3	7,9	84,4 %
21/01/2023	100 %	6,9	5,8	83,2 %
22/01/2023	100 %	19,5	16,9*	87,0 %
23/01/2023	100 %	23,2	20,0*	86,0 %
24/01/2023	100 %	44,0	37,1*	84,2 %
25/01/2023	100 %	52,0*	42,6*	82,0 %
26/01/2023	100 %	30,6	25,9*	84,7 %
27/01/2023	100 %	30,5	26,2*	85,8 %
28/01/2023	100 %	36,8	31,5*	85,6 %
29/01/2023	100 %	46,0*	38,2*	83,1 %
30/01/2023	100 %	27,0	22,6*	83,5 %
31/01/2023	100 %	4,1	3,3	81,4 %
01/02/2023	100 %	2,7	2,2	81,4 %
02/02/2023	100 %	3,9	2,8	71,3 %
03/02/2023	100 %	3,8	2,9	77,0 %
04/02/2023	100 %	2,2	1,8	84,3 %
05/02/2023	100 %	3,6	3,0	84,4 %
06/02/2023	100 %	13,7	11,9	86,6 %
07/02/2023	100 %	29,8	24,4*	81,8 %
08/02/2023	100 %	37,7	31,2*	82,7 %
09/02/2023	63,5 %	48,6*	40,0*	82,3 %
Période	**96,9 %**	**21,1**	**17,7**	**84,1 %**

* : Dépassement des recommandations de l'OMS (45 µgPM10/m³ et 15 µgPM2,5/m³ en moyenne journalière à ne pas dépasser plus de 3 à 4 jours par an)

Le pourcentage de couverture des mesures au point n°4 est de 96,9 % sur 29 jours (27 jours complets et 2 journées partielles).

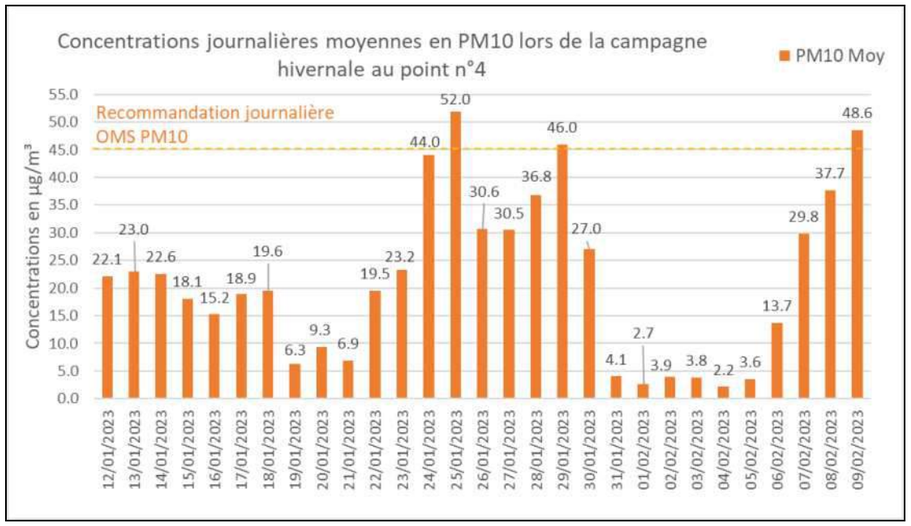


Figure 57 : Concentrations moyennes journalières en PM10 au point n°4

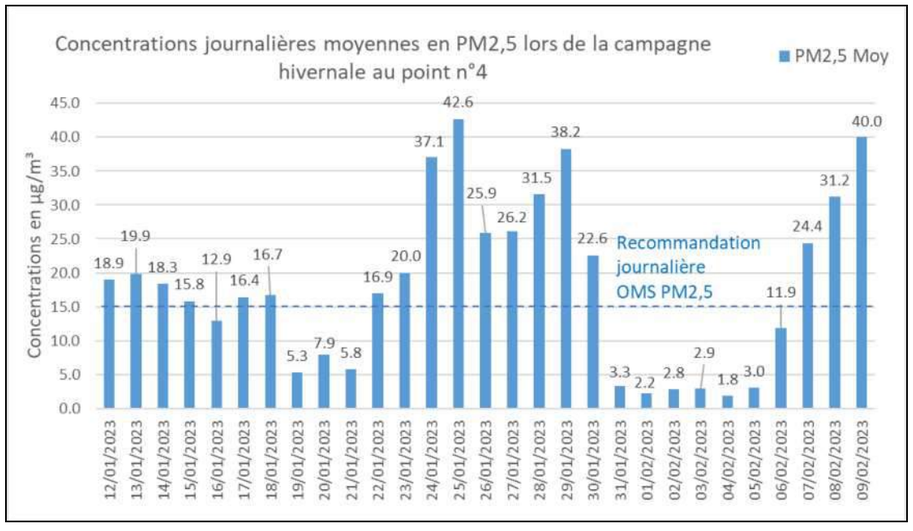


Figure 58 : Concentrations moyennes journalières en PM2.5 au point n°4

❖ **Point n°7**

Tableau 23 : Résultats des mesures en continu des particules PM10 et PM2,5 pour le point n°7

DATE	Pourcentage de couverture journalière des mesures	Moyenne PM10 (µg/m³)	Moyenne PM2,5 (µg/m³)	Rapport PM2,5/PM10
12/01/2023	45,8 %	17,4	14,1	81,0 %
13/01/2023	100 %	24,0	20,5*	85,4 %
14/01/2023	100 %	18,6	14,9	80,0 %
15/01/2023	100 %	18,7	16,2*	86,6 %
16/01/2023	100 %	12,6	10,4	82,3 %
17/01/2023	100 %	14,0	11,8	84,4 %
18/01/2023	100 %	20,5	16,8	82,2 %
19/01/2023	100 %	8,1	6,5	79,7 %
20/01/2023	100 %	10,4	8,3	80,3 %
21/01/2023	100 %	8,1	6,5	79,3 %
22/01/2023	100 %	22,3	18,2*	81,7 %
23/01/2023	100 %	26,6	21,9*	82,4 %
24/01/2023	100 %	53,4*	43,0*	80,7 %
25/01/2023	100 %	67,5*	53,0*	78,6 %
26/01/2023	100 %	42,4	33,8*	79,6 %
27/01/2023	100 %	46,5*	37,2*	80,0 %
28/01/2023	100 %	42,9	34,8*	81,1 %
29/01/2023	100 %	51,1*	41,0*	80,4 %
30/01/2023	100 %	29,1	23,4*	80,5 %
31/01/2023	100 %	5,4	4,1	76,5 %
01/02/2023	100 %	3,5	2,7	77,4 %
02/02/2023	100 %	5,2	3,5	68,0 %
03/02/2023	100 %	4,6	3,4	75,0 %
04/02/2023	100 %	2,9	2,3	80,2 %
05/02/2023	100 %	4,6	3,8	83,0 %
06/02/2023	100 %	16,7	14,1	84,5 %
07/02/2023	100 %	26,9	21,8*	81,0 %
08/02/2023	100 %	31,0	25,5*	82,4 %
09/02/2023	62,2 %	44,7	36,0*	80,5 %
Période	**96,8 %**	**23,3**	**18,8**	**80,9 %**

* : Dépassement des recommandations de l'OMS (45 µgPM10/m³ et 15 µgPM2,5/m³ en moyenne journalière à ne pas dépasser plus de 3 à 4 jours par an)

Le pourcentage de couverture des mesures au point n°7 est de 96,8 % sur 29 jours (27 jours complets et 2 journées partielles).

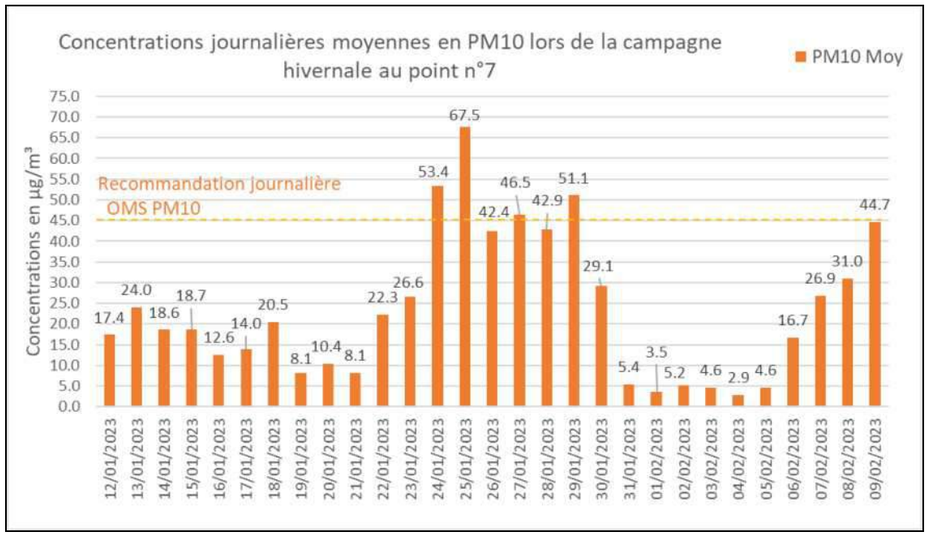


Figure 59 : Concentrations moyennes journalières en PM10 au point n°7

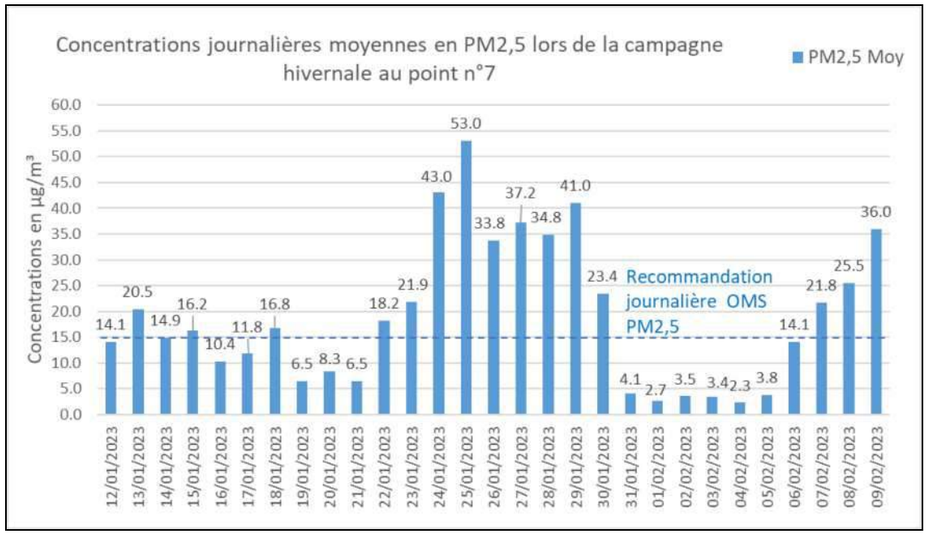


Figure 60 : Concentrations moyennes journalières en PM2.5 au point n°7

❖ **Interprétation des résultats**

Sur la période de mesure effective, les teneurs moyennes en PM10 et PM2,5 sont respectivement de :

- Point n°2 : 16,1 µgPM10/m³ et 13,8 µgPM2,5/m³ (fraction PM2,5 = 86,2 % PM10).
- Point n°4 : 21,1 µgPM10/m³ et 17,7 µgPM2,5/m³ (fraction PM2,5 = 84,1 % PM10).
- Point n°7 : 23,3 µgPM10/m³ et 18,8 µgPM2,5/m³ (fraction PM2,5 = 80,9 % PM10).

Note : Compte-tenu de la durée de la campagne de mesures, ces concentrations ne sont bien entendu pas comparables à une moyenne annuelle.

Les concentrations moyennes journalières en PM10 et PM2,5 ont été comprises :

- Point n°2 :
  - Entre 1,6 µgPM10/m³ (le 17/01/2023) et 32,4 µgPM10/m³ (le 27/01/2023) ;
  - Entre 0,9 µgPM2,5/m³ (le 17/01/2023) et 27,6 µgPM2,5/m³ (le 27/01/2023).
- Point n°4 :
  - Entre 2,2 µgPM10/m³ (le 04/02/2023) et 52,0 µgPM10/m³ (le 25/01/2023) ;
  - Entre 1,8 µgPM2,5/m³ (le 04/02/2023) et 42,6 µgPM2,5/m³ (le 25/01/2023).
- Point n°7 :
  - Entre 2,9 µgPM10/m³ (le 04/02/2023) et 67,5 µgPM10/m³ (le 25/01/2023) ;
  - Entre 2,3 µgPM2,5/m³ (le 04/02/2023) et 53,0 µgPM2,5/m³ (le 25/01/2023).

Selon les recommandations de l'OMS, le seuil de 45 µg/m³ en moyenne journalière ne doit pas être dépassé plus de 3 à 4 jours par an pour les particules PM10.

- Point n°2 : Aucun dépassement journalier n'est constaté sur la période de mesure ;
- Point n°4 : 3 dépassements journaliers sont constatés sur la période de mesure ;
- Point n°7 : 4 dépassements journaliers sont constatés sur la période de mesure.

Remarque : la réglementation française autorise quant à elle 35 jours par an de dépassement du seuil de 50 µgPM10/m³.

Pareillement, l'OMS recommande de ne pas dépasser le seuil de 15 µg/m³ en moyenne journalière plus de 3 à 4 jours par an pour les PM2,5.

- Point n°2 : 13 dépassements journaliers sont constatés sur la période de mesure ;
- Point n°4 : 18 dépassements journaliers sont constatés sur la période de mesure ;
- Point n°7 : 15 dépassements journaliers sont constatés sur la période de mesure ;

Remarque : La réglementation française n'impose pas de seuil journalier pour les PM2,5.

❖ **Comparaison avec les mesures de la station AtmoSud**

À titre purement informatif, les résultats des concentrations journalières de la station AtmoSud pour les particules ; les rapports PM2,5/PM10 et la concentration moyenne globale sur le même laps de temps que les mesures in situ sont indiqués dans le tableau en page suivante.

Les concentrations moyennes en particules déterminées par AtmoSud, sur la période correspondant aux mesures in situ, sont de 14,5 µgPM10/m³ et 10,9 µgPM2.5/m³ (fraction PM2,5 = 75,3 % PM10) en condition de fond urbain.

Les concentration moyennes en particules PM10 et PM2,5 mesurées au niveau de la station (fond urbain) sont inférieures à celles trouvées aux points n°2, 4 et 7.

Les concentrations moyennes journalières en particules relevées à la station AtmoSud « Salon » ont été comprises :

- Entre 6,0 µgPM10/m³ (le 17/01/2023) et 34,0 µgPM10/m³ (le 09/02/2023) ;
- Entre 3,5 µgPM2,5/m³ (le 04/02/2023) et 26,0 µgPM2,5/m³ (le 09/02/2023).

Aucun dépassement des recommandations journalières de l'OMS pour les PM10 (45 µgPM10/m³), sur la période correspondant aux mesures in situ, n'est constaté au niveau de la station de mesure AtmoSud « Salon ». Tandis que 7 dépassements sont constatés pour les PM2,5 (15 µgPM2,5/m³).

Tableau 24 : Résultats de mesures AtmoSud en particules PM10 et PM2,5 du 12 janvier au 9 février 2023 en moyennes journalières et en moyenne sur la période

AtmoSud	Salon		
	Fond urbain		
DATE	Moy PM10 (µg/m³)	Moy PM2,5 (µg/m³)	Rapport PM2,5/PM10
12/01/2023	14,0	11,0	78,6 %
13/01/2023	17,0	13,0	76,5 %
14/01/2023	21,0	17,0*	81,0 %
15/01/2023	13,0	11,0	84,6 %
16/01/2023	8,0	5,5	68,8 %
17/01/2023	6,0	3,9	65,0 %
18/01/2023	9,0	6,1	67,8 %
19/01/2023	7,0	5,3	75,7 %
20/01/2023	9,0	6,3	70,0 %
21/01/2023	7,0	5,7	81,4 %
22/01/2023	12,0	11,0	91,7 %
23/01/2023	15,0	12,0	80,0 %
24/01/2023	22,0	19,0*	86,4 %
25/01/2023	25,0	22,0*	88,0 %
26/01/2023	18,0	15,0	83,3 %
27/01/2023	19,0	16,0*	84,2 %
28/01/2023	20,0	18,0*	90,0 %
29/01/2023	21,0	19,0*	90,5 %
30/01/2023	21,0	13,0	61,9 %
31/01/2023	8,0	4,5	56,3 %
01/02/2023	9,0	4,0	44,4 %
02/02/2023	12,0	6,2	51,7 %
03/02/2023	11,0	5,2	47,3 %
04/02/2023	10,0	3,5	35,0 %
05/02/2023	7,0	3,9	55,7 %
06/02/2023	10,0	8,0	80,0 %
07/02/2023	16,0	11,0	68,8 %
08/02/2023	20,0	15,0	75,0 %
09/02/2023	34,0	26,0*	76,5 %
Total	**14,5**	**10,9**	**75,3 %**

* : Dépassement des recommandations de l'OMS (45 µgPM10/m³ et 15 µgPM2,5/m³ en moyenne journalière à ne pas dépasser plus de 3 à 4 jours par an)

Il est possible de conclure que - pendant la période de mesure - la qualité de l'air aux abords du projet est assez impactée par les particules. Des dépassements des recommandations journalières des PM2,5 ont été constatés au niveau des trois points de mesures. Pour les PM10, des dépassements des recommandations journalières ont été constatés aux points n°4 et 7.
Dans l'ensemble, les conditions météorologiques lors de la campagne de mesure de 29 jours ont plutôt favorisé l'accumulation des polluants.

12.3.2. Dioxyde d'azote

Les collecteurs passifs ont été exposés du 12 janvier au 9 février 2023 avant d'être ensuite transmis au laboratoire accrédité pour analyse.
Les résultats des mesures sont synthétisés dans le tableau ci-après.

Tableau 25 : Résultats des mesures de dioxyde d'azote [µg/m³]

Points	Durée d'exposition [h]	Moyenne NO_2 [µg/m³]	Coefficient de variation des réplicats
N°1	674,5	14,3	0,5 %
N°2	674,5	15,7	0,8 %
N°3	674,2	16,3	2,6 %
N°4	674,1	10,8	0,9 %
N°5	674,3	8,6	5,2 %
N°6	674,3	10,0	1,0 %
N°7	674,3	9,1	1,8 %
N°7 (blanc)	674,3	< LD	-

LD (Limite Détection) = 0,3 µg/m³

❖ **Validité des mesures**

Les écarts relatifs entre les duplicatas d'un point de mesure de NO_2 sont calculés selon la formule suivante :

$$ER[\%] = 100 \times \left| \frac{m-a}{m} \right|$$

avec :

$$m = \frac{a+b}{2}$$

a : Concentration mesurée pour l'échantillonneur A
b : Concentration mesurée pour l'échantillonneur B

Ces écarts relatifs informent de la dispersion des résultats.

Pour les points de mesure ayant été doublés, l'écart relatif est inférieur à 5 % (à l'exception du point n°5, mais demeure inférieur à l'incertitude de la méthode), ce qui confirme une répétabilité correcte de la méthode de mesure.
La valeur du blanc (n°7) est inférieure à la limite de détection.

❖ **Interprétation des résultats**

À titre informatif, les seuils réglementaires sont les suivants :

- 40 µgNO_2/m^3 en moyenne annuelle.
- 200 µgNO_2/m^3 en moyenne horaire à ne pas dépasser plus de 18 heures/an.

Le graphe suivant illustre les teneurs mesurées en dioxyde d'azote pendant la campagne. Compte-tenu de la durée de la campagne de mesure, les résultats ne sont pas directement comparables à une teneur annuelle, ils informent toutefois de la répartition spatiale de la pollution en NO_2 entre les différents points de mesures.

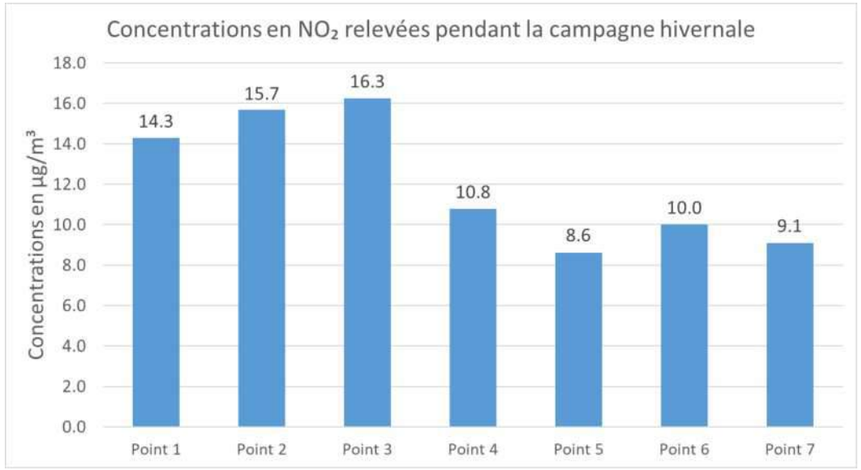


Figure 61 : Résultats des mesures en dioxyde d'azote

Les teneurs relevées sont comprises entre 8,6 µg/m^3 au point n°5 (fond) et 16,3 µg/m^3 au point n°3 (trafic).

Les points (n°1, 2 et 3) les plus proches des axes routiers à forts trafics (D7N) montrent les concentrations en NO_2 les plus élevées.
Les autres points, situés à proximité d'un axe routier à plus faible trafic (n°4) ou en condition de fond périurbain (n°5, 6 et 7), présentent des concentrations plus faibles.

Ces résultats sont en adéquation avec le contexte géographique du projet, la typologie des points de mesure (proximité d'axes routiers à forts ou faibles trafics, en retrait de la circulation automobile) et les conditions météorologiques lors de la campagne.

❖ **Comparaison avec les données AtmoSud**

Le tableau ci-dessous résume les données de la station AtmoSud en NO_2 sur la même période de mesure.

Tableau 26 : Données d'AtmoSud disponibles sur les concentrations en NO_2 mesurées du 12 janvier au 9 février 2023

Données NO_2 de la station AtmoSud	Salon Fond urbain
Concentration moyenne	12,4
Concentration maximum horaire sur la période	72,7
Nombre de dépassements du seuil de recommandation et d'information *(200 µg/m³ en moyenne horaire)*	0
Nombre de dépassements du seuil d'alerte *(200 µg/m³ en moyenne horaire si dépassement la veille et risque de dépassement le lendemain)*	0
Nombre de dépassements du seuil d'alerte *(400 µg/m³ en moyenne horaire dépassé pendant 3h consécutives)*	0

Au niveau de la station de mesure AtmoSud, aucun dépassement du seuil horaire en NO_2 n'est enregistré sur la période correspondant à la campagne de *mesures in situ*.

Les points de mesure *in situ* n°1, 2 et 3 présentent des concentrations supérieures à celle relevée à la station « Salon ». Les points n°4, 5, 6 et 7 présentent des concentrations inférieures à la concentration de fond urbain relevée à la station AtmoSud.

Les résultats des mesures *in situ* en NO_2 font ressortir l'influence du trafic routier sur la qualité de l'air (concentrations d'autant plus élevées le long des voies routières que les volumes de trafic sont importants et à proximité d'autoroutes).

12.4. SYNTHÈSE DES RÉSULTATS

Afin de qualifier la qualité de l'air à l'échelle du projet, Technisim Consultants a réalisé une campagne de mesures *in situ* du dioxyde d'azote sur 7 points et des particules sur 3 points sur la période du 12 janvier au 9 février 2023.

Dans l'ensemble, les conditions météorologiques lors de la campagne de mesure de 29 jours ont plutôt favorisé l'accumulation des polluants.

Pour les particules PM10 et PM2,5 les teneurs dépendent fortement des conditions météorologiques.
Les concentrations moyennes sur la période de mesure sont, pour le point n°2, de 16,1 µgPM10/m³ et 13,8 µgPM2,5/m³, pour le point n°4, de 21,1 µgPM10/m³ et 17,7 µgPM2,5/m³ et pour le point n°7, de 23,3 µgPM10/m³ et 18,8 µgPM2,5/m³.
Sur la période de 29 jours, pour les points n°4 et 7, plusieurs dépassements du seuil réglementaire journalier en PM10 et de la recommandation journalière de l'OMS sont enregistrés. Tandis qu'aucun dépassement n'est constaté au niveau du point n°2. Pour rappel, la norme française autorise 35 jours de dépassements du seuil de 50 µgPM10/m³ sur l'année et l'OMS préconise que le seuil de 45 µgPM10/m³ ne soit pas dépassé plus de 3 à 4 jours par an.
Concernant les PM2,5, 13 dépassements du seuil journalier préconisé par l'OMS (15 µg/m³) sont constatés pour le point n°2, 18 dépassements pour le point n°4 et 15 dépassements pour le point n°7. L'OMS recommande de ne pas dépasser ce seuil plus de 3 à 4 jours par an (rappel : la règlementation française n'impose pas de seuil journalier pour les PM2,5).

Pour le dioxyde d'azote, Les teneurs relevées sont comprises entre 8,6 µg/m³ au point n°5 (fond) et 16,3 µg/m³ au point n°3 (trafic).

Les points (n°1, 2 et 3) les plus proches des axes routiers à forts trafics (D7N) montrent les concentrations en NO_2 les plus élevées.
Les autres points, situés à proximité d'un axe routier à plus faible trafic (n°4) ou en condition de fond périurbain (n°5, 6 et 7), présentent des concentrations plus faibles.
Ces résultats sont en adéquation avec le contexte géographique du projet, la typologie des points de mesure (proximité d'axes routiers à forts ou faibles trafics, en retrait de la circulation automobile) et les conditions météorologiques lors de la campagne.

Il faut garder à l'esprit que ces résultats sont donnés à titre informatif, compte tenu de la durée des mesures et ne sont pas comparables à la réglementation en moyenne annuelle. En outre, les valeurs sont valables exclusivement à proximité des points de mesure.

Les concentrations en polluants relevées au niveau des différents points de mesures *in situ* sont reportées sur la planche suivante.

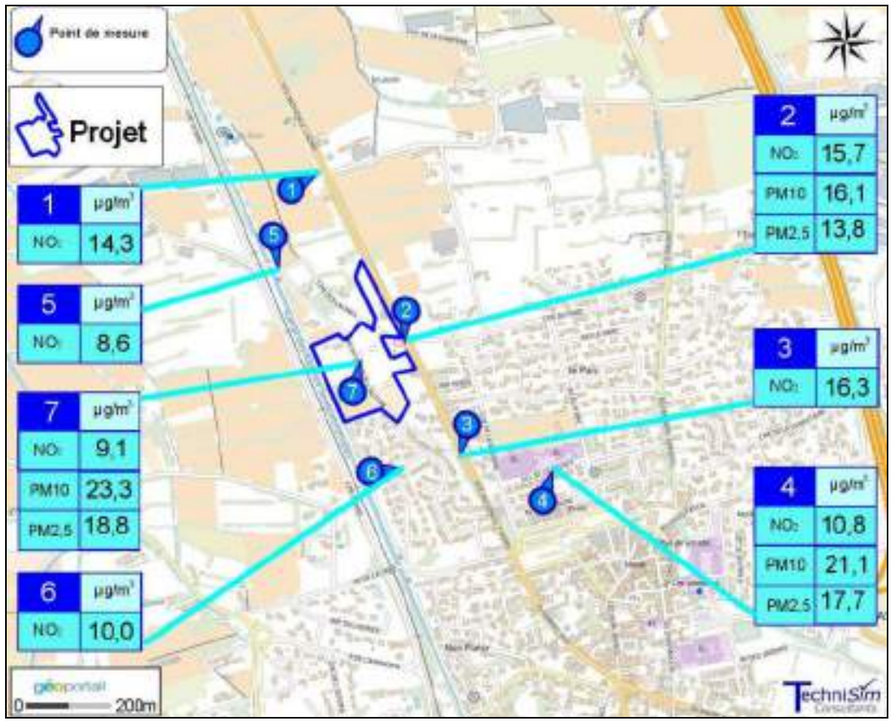


Figure 62 : Résultats des mesures *in situ* sur la zone d'étude (moyennes sur la période de mesure)

Conclusion de l'état actuel

13. PERSPECTIVE D'ÉVOLUTION DE L'ÉTAT ACTUEL

La commune de Sénas affiche une qualité de l'air plutôt médiocre si l'on se réfère à l'Indice Cumulé Air annuel et compte-tenu des dépassements des recommandations de l'OMS (modélisations AtmoSud).

Plusieurs OAP inscrites aux PLU de la commune de Sénas sont situées à proximité du projet. La population supplémentaire (résidents/travailleurs/utilisateurs des équipements publics) induits par la réalisation de ces programmes (si non encore réalisés) vont nécessairement générer une augmentation des déplacements sur le secteur et donc vraisemblablement des trafics. Les émissions liées au bâti devraient quant à elles être restreintes en fonction du recours aux énergies renouvelables ainsi que des normes énergétiques constructives mises en place (qui plus est si la RE2020 est applicable).

Regardant l'augmentation du trafic potentiellement induite, les émissions supplémentaires devraient être compensées (au moins partiellement) par l'amélioration technologique des véhicules et le renouvellement du parc automobile.

Par ailleurs, la qualité de l'air a tendance à s'améliorer graduellement ces dernières années et devrait conserver cette évolution, d'autant plus que les années à venir vont voir se généraliser les améliorations technologiques des véhicules routiers, le développement des nouveaux types de mobilité (vélos électriques, …), l'abandon progressif du carburant diesel et l'arrêt des ventes de véhicules fonctionnant aux carburants fossiles en 2040 (loi LOM) ramenée à échéance 2035 par application du projet de la Commission européenne présenté le 14 juillet 2021 (Pacte vert pour l'Europe) votée le 8 juin 2022.
Pour l'ozone en revanche, les concentrations ne devraient pas expérimenter la même trajectoire dans le futur, étant donné que la formation de ce polluant est largement dépendante des conditions météorologiques. En effet, les rayonnements ultra-violets solaires et les températures élevées liées aux vagues de chaleur de plus en plus fréquentes que l'on retrouve en région Sud PACA (à l'instar de la France métropolitaine) favorisent des teneurs importantes en ozone en saison estivale.

14. CONCLUSION DE L'ÉTAT ACTUEL

Le présent état actuel s'inscrit au sein de l'étude Air & Santé du projet du « Chemin du pont de l'Auture » sur le territoire de la commune de Sénas [Bouches-du-Rhône/13].

L'état actuel a été mené en prenant pour cadre la *Note technique NOR : TRET1833075N du 22 février 2019* relative à la prise en compte des effets sur la santé de la pollution de l'air dans les études d'impact des infrastructures routières et adapté à une opération d'aménagement.

Les zones à enjeux en termes de pollution atmosphérique sont les voies de circulation présentant les trafics les plus importants et leurs abords proches (cf. Carte de Modélisations d'AtmoSud, zones en dépassements réglementaires).

Les **zones à enjeux** en **termes** de **population** sont les habitants actuels et futurs des zones en dépassement (ou potentiellement en dépassement) des valeurs guides de l'OMS sur la zone d'étude (cf. Carte ICAIR365 d'AtmoSud tenant compte des dépassements des valeurs guide OMS), ainsi que les lieux vulnérables à la pollution atmosphérique (Nombre et localisation des habitants du domaine d'étude par carreaux INSEE de 200m x 200m ; localisation des lieux vulnérables). La programmation du projet n'inclut pas la création d'établissements vulnérables à la pollution atmosphérique.

Il n'est pas recensé de zone à enjeu sanitaire par ingestion sur la zone d'étude. À noter que la programmation du projet n'inclut pas de potagers individuels ou partagés permettant une consommation exclusive de végétaux auto-produits.

Le tableau et la figure immédiatement suivants synthétisent l'état actuel du projet et ses enjeux.

Tableau 27 : Synthèse de l'état actuel et enjeux

DOMAINES		Sensibilité
COMPATIBILITÉ DU PROJET AVEC LES DOCUMENTS DE PLANIFICATION		
En l'état actuel de la définition et des connaissances des intentions de projet, ce dernier s'inscrit en cohérence avec les documents de planification en lien avec la qualité de l'air.		
COMPOSITION DE LA ZONE D'ÉTUDE		
Caractéristiques de la zone d'étude	Le projet est localisé sur le territoire de la commune de Sénas (Bouches-du-Rhône/13). L'emprise projet et la zone étude sont situés sur du tissu urbain discontinu et des surfaces agricoles.	
	La population de la zone d'étude, était, en 2017 (dernières données disponibles à l'échelle géographique adéquate – données carroyées de l'INSEE), de 3 861 individus soit une densité moyenne de population estimée à 1 229 hab./km².	
	La zone d'étude est sous couvert du PPA Bouches-du-Rhône et est incluse dans la Zone Sensible pour la Qualité de l'Air en Sud PACA au sens du SRCAE.	
QUALITÉ DE L'AIR DE LA ZONE D'ÉTUDE		
État actuel de la qualité de l'air	**Niveau départemental** : À l'échelle du département des Bouches-du-Rhône, 2022 marque la première année sans déclenchement de procédure d'alerte. En revanche les dépassements des seuils d'informations-recommandations pour les PM10 (période hivernale) et l'ozone (période estivale) sont encore récurrents tous les ans. Le nombre d'épisode fluctue selon les années en lien avec les conditions météorologiques.	**Forte**
	Stations de mesures AtmoSud : Selon les mesures AtmoSud à la station de fond urbain « Salon », depuis 2018 : -**Dioxyde d'azote (NO_2) :** Les concentrations moyennes annuelles sont inférieures chaque année au seuil réglementaire de 40 µg/m³. La ligne directrice de l'OMS (10 µg/m³ en moyenne annuelle) est dépassée chaque année. Le seuil d'information-recommandation (200 µg/m³ en moyenne horaire) n'a jamais été dépassé et la recommandation journalière de l'OMS (25 µg/m³) est dépassée tous les ans. -**Oxyde d'azote (NOx) :** Le niveau critique annuel pour la protection de la végétation (30 µg/m³) est respecté tous les ans. -**Particules PM10 :** Les concentrations moyennes annuelles sont inférieures au seuil réglementaire (40 µg/m³) chaque année. Cependant, la ligne directrice de l'OMS (15 µg/m³) est dépassée chaque année. Le nombre de jours où la concentration moyenne journalière est supérieure au seuil journalier (50 µg/m³) est inférieur à la valeur limite de 35 dépassements annuels chaque année. En revanche, la recommandation journalière de l'OMS (3 à 4 dépassements par an de 45 µg/m³ en moyenne journalière) est dépassée en 2018, 2021 et 2022. -**Particules PM2,5** : La valeur limite en moyenne annuelle (25 µg/m³) est respectée chaque année, mais la ligne directrice de l'OMS (5 µg/m³) est systématiquement dépassée. Le nombre de dépassements de 15 µg/m³ en moyenne journalière (recommandation de l'OMS) est systématiquement très supérieur à la préconisation de 3 à 4 dépassements maximum par an. -**Ozone (O_3) :** Le seuil d'information-recommandation (180 µg/m³ en moyenne horaire) est dépassé, chaque année. À l'inverse, le seuil d'alerte (240 µg/m³ en moyenne horaire) est toujours respecté.	
	Indice ATMO : Selon l'indice ATMO, la qualité de l'air en 2022 à Sénas peut être qualifiée de « Bonne » 0,8 % de la période, « Moyenne » 54,2 % de la période, « Dégradée » 27,7 % de la période, « Mauvaise » 16,7 % de la période.	
	Modélisations AtmoSud : Selon les modélisations AtmoSud des concentrations 2021 en polluants atmosphériques, des concentrations élevées prévalent aux abords des axes à fort trafic (notamment la D7N et l'A7). Le NO_2 présente des dépassements du seuil réglementaire à proximité de ces axes. Les particules fines (PM10 et PM2,5) ne semblent pas être un enjeu au niveau de la zone d'étude vis-à-vis des seuils réglementaires. Dans l'ensemble**, bien que les seuils réglementaires soient respectés sur la quasi-totalité de la zone d'étude, la qualité de l'air peut néanmoins être qualifiée de plutôt médiocre compte-tenu des recommandations OMS dépassées.** Selon les modélisations AtmoSud des concentrations 2021 en polluants atmosphériques, à l'échelle de **l'emprise projet**, il apparait que les seuils réglementaires annuels (NO_2, PM10, PM2,5) et journalier (PM10) sont respectés. Les objectifs de qualité pour le NO_2, les PM10 sont respectés sur l'emprise projet. Pour les PM2,5, les concentrations modélisées sont de l'ordre de grandeur de l'objectif de qualité. La valeur cible de l'O_3 semble dépassée. La formation est fortement dépendante des conditions météorologiques. L'ensoleillement et les épisodes de fortes chaleurs, de plus en plus fréquents et intenses sur le territoire, favorisent sa production. Les recommandations de l'OMS (en moyenne annuelle) pour le NO_2 (10 µg/m³), les PM10 (15 µg/m³) et les PM2,5 (5 µg/m³) sont toutes dépassées sur l'emprise projet. Celle de l'O_3 (Moyenne de la concentration moyenne journalière maximale sur 8 heures au cours des six mois consécutifs où la concentration moyenne a été la plus élevée) est dépassée également.	

DOMAINES		Sensibilité
Mesures *in situ*	**Mesures *in situ* sur la zone d'étude :** Afin de qualifier la qualité de l'air à l'échelle du projet, Technisim Consultants a réalisé une campagne de mesures *in situ* du dioxyde d'azote sur 7 points et des particules sur 3 points sur la période du 12 janvier au 9 février 2023. Dans l'ensemble, les conditions météorologiques lors de la campagne de mesure de 29 jours ont plutôt favorisé l'accumulation des polluants. **Pour les particules PM10 et PM2,5** les teneurs dépendent fortement des conditions météorologiques. Les concentrations moyennes sur la période de mesure sont, pour le point n°2, de 16,1 µgPM10/m³ et 13,8 µgPM2,5/m³, pour le point n°4, de 21,1 µgPM10/m³ et 17,7 µgPM2,5/m³ et pour le point n°7, de 23,3 µgPM10/m³ et 18,8 µgPM2,5/m³. Sur la période de 29 jours, pour les points n°4 (trafic) et n°7 (fond), plusieurs dépassements du seuil réglementaire journalier en PM10 et de la recommandation journalière de l'OMS sont enregistrés. Tandis qu'aucun dépassement n'est constaté au niveau du point n°2 (trafic) en lien avec l'orientation des vents pendant la campagne de mesure. Pour rappel, la norme française autorise 35 jours de dépassements du seuil de 50 µgPM10/m³ sur l'année et l'OMS préconise que le seuil de 45 µgPM10/m³ ne soit pas dépassé plus de 3 à 4 jours par an. Concernant les PM2,5, 13 dépassements du seuil journalier préconisé par l'OMS (15 µg/m³) sont constatés pour le point n°2, 18 dépassements pour le point n°4 et 15 dépassements pour le point n°7. L'OMS recommande de ne pas dépasser ce seuil plus de 3 à 4 jours par an (rappel : la règlementation française n'impose pas de seuil journalier pour les PM2,5). **Pour le dioxyde d'azote**, Les teneurs relevées sont comprises entre 8,6 µg/m³ au point n°5 (fond) et 16,3 µg/m³ au point n°3 (trafic). Les points (n°1, 2 et 3) les plus proches des axes routiers aux trafics les plus élevés (D7N) montrent les concentrations en NO_2 les plus élevées. Les autres points, situés à proximité d'un axe routier à plus faible trafic (n°4) ou en condition de fond périurbain (n°5, 6 et 7), présentent des concentrations plus faibles. Ces résultats sont en adéquation avec le contexte géographique du projet, la typologie des points de mesure (proximité d'axes routiers à forts ou faibles trafics, en retrait de la circulation automobile) et les conditions météorologiques lors de la campagne. Il faut garder à l'esprit que ces résultats sont donnés à titre informatif, compte tenu de la durée des mesures et ne sont pas comparables à la réglementation en moyenne annuelle. En outre, les valeurs sont valables exclusivement à proximité des points de mesure.	
Sources d'émission de polluants atmosphériques	Sur le territoire de la commune de Sénas, en 2020, les principaux secteurs émetteurs de polluants atmosphériques sont le **transport routier** (NOx, NH_3, CO, PM10, PM2,5, SO_2), le **résidentiel** (PM2,5, COVNM, CO, SO_2), l'**agriculture** (NOx, COVNM, NH_3), le **tertiaire** (PM10, SO_2) et **l'industrie** (PM10).	
	À l'échelle de la zone d'étude, les secteurs émetteurs de polluants sont le transport routier, le résidentiel /tertiaire, l'agriculture et de manière minoritaire le transport ferroviaire.	
	La zone d'étude comprend plusieurs routes départementales présentant les trafics suivants en 2020 : 8 352 véh/j sur la D7N (entre les D569 et D568) ; 360 véh/j sur la D73A (entre les D569 et D72) et 186 véh/j sur la D73 (entre les D73B et D7N). En dehors de la zone d'étude, les voies suivantes présentent des trafics notables en 2020 : 13 418 véh/j sur la D7N (entre la D568 et le rond-point N7-A7-Sénas) ; 381 véh/j sur la D71 (entre les D311 et D71D) et 66 367 véh/j dont 13,35 % de Poids Lourds sur l'A7.	
	La voie ferrée la plus proche longe le projet par l'est (ligne SNCF n°925). La gare de Sénas est située à moins d'un kilomètre du périmètre sud. L'influence du transport ferroviaire (en termes de facteur d'émission de particules et nombre de passages par jour) peut être considérée comme négligeable en comparaison au transport routier.	
	Aucun aéroport/aérodrome et aucune voie navigable ne sont présents sur la zone d'étude.	
	Les **secteurs résidentiel & tertiaire** peuvent constituer des émetteurs importants sur la zone d'étude et à proximité du projet, en fonction des types d'énergie utilisés, d'autant plus si utilisation de bois ou de produits pétroliers comme combustibles.	
	Pour le secteur agricole, en l'état actuel, il n'y a pas la présence de parcelles agricoles sur l'emprise projet. De nombreuses parcelles agricoles de différentes cultures sont présentes sur la zone d'étude et à l'extérieur de cette dernière.	
	Selon les données du Registre Français des Émissions Polluantes (IREP), aucun établissement déclarant des rejets de polluants atmosphériques n'est installé sur la zone d'étude.	

DOMAINES		Sensibilité
SANTÉ		
Effets de la pollution atmosphérique sur la population	D'après l'actualisation de l'étude EQIS (Évaluation Quantitative de l'Impact Sanitaire) menée par Santé Publique France, la pollution atmosphérique en France peut engendrer une perte moyenne d'espérance de vie à 30 ans de près de 9 mois dans les villes les plus exposées. Les villes moyennes et petites ainsi que les milieux ruraux sont aussi concernés (en moyenne, 6 à 7 mois d'espérance de vie à 30 ans sont estimés perdus). À l'égard de la commune de **Sénas** (classifiée en commune **semi-rurale** compte tenu de sa population) — il est estimé que l'exposition à long terme aux PM2,5 est à l'origine de 6,3 % de la mortalité annuelle et d'une baisse d'espérance de vie à 30 ans de 6,3 mois ; et celle au NO_2 est à l'origine de 0,5 % de la mortalité annuelle et d'une baisse d'espérance de vie à 30 ans de 0,6 mois.	**Forte**
Exposition de la population	En 2021, à **Sénas** tous les habitants (100 % de la population) sont exposés à des concentrations en PM2,5 et en ozone supérieures aux recommandations de l'OMS ; 5 870 habitants (84,8 % de la population) sont exposés à des concentrations en PM10 supérieures à la recommandation de l'OMS et 5 405 habitants (78,1 % de la population) sont exposés à des concentrations en NO_2 supérieures à la recommandation de l'OMS. L'Indice Cumulé Air (ICAIR365) communal moyen est de 4,9 en 2021 (SIRSéPACA). Cela correspond à une qualité de l'air qualifiée de plutôt médiocre.	
	Compte-tenu de l'orientation des vents annuels et de leur fréquence en fonction de leur vitesse, la dispersion des polluants atmosphériques semble peu fréquemment efficace. Les précipitations annuelles et le nombre de jours pluvieux sont eux aussi, faible. L'ensoleillement est assez important, ce qui favorise la production de polluants photochimiques (ozone) en saison estivale. La zone d'étude est sujette à des conditions météorologiques en moyenne plutôt favorables à l'accumulation des polluants et ce d'autant que des reliefs modérés situés du sud jusqu'à l'ouest et au nord-est de celle-ci peuvent accentuer le phénomène.	
Populations et lieux vulnérables	Au niveau de la zone d'étude : 67,1 % des ménages sont logés en maisons. Le nombre moyen de personnes par ménage est de 2,4.	
	Enjeux sanitaires par inhalation : -La zone d'étude comporte 3 861 habitants dont 1 252 (soit 32,4 %) dits vulnérables à la pollution atmosphérique. -Au total, 5 établissements vulnérables à la pollution atmosphérique (écoles et EHPAD) sont recensés en l'état actuel sur la zone d'étude.	
	Enjeux sanitaires par ingestion Aucune zone à enjeu sanitaire par ingestion n'est retrouvée au sein de la zone d'étude.	

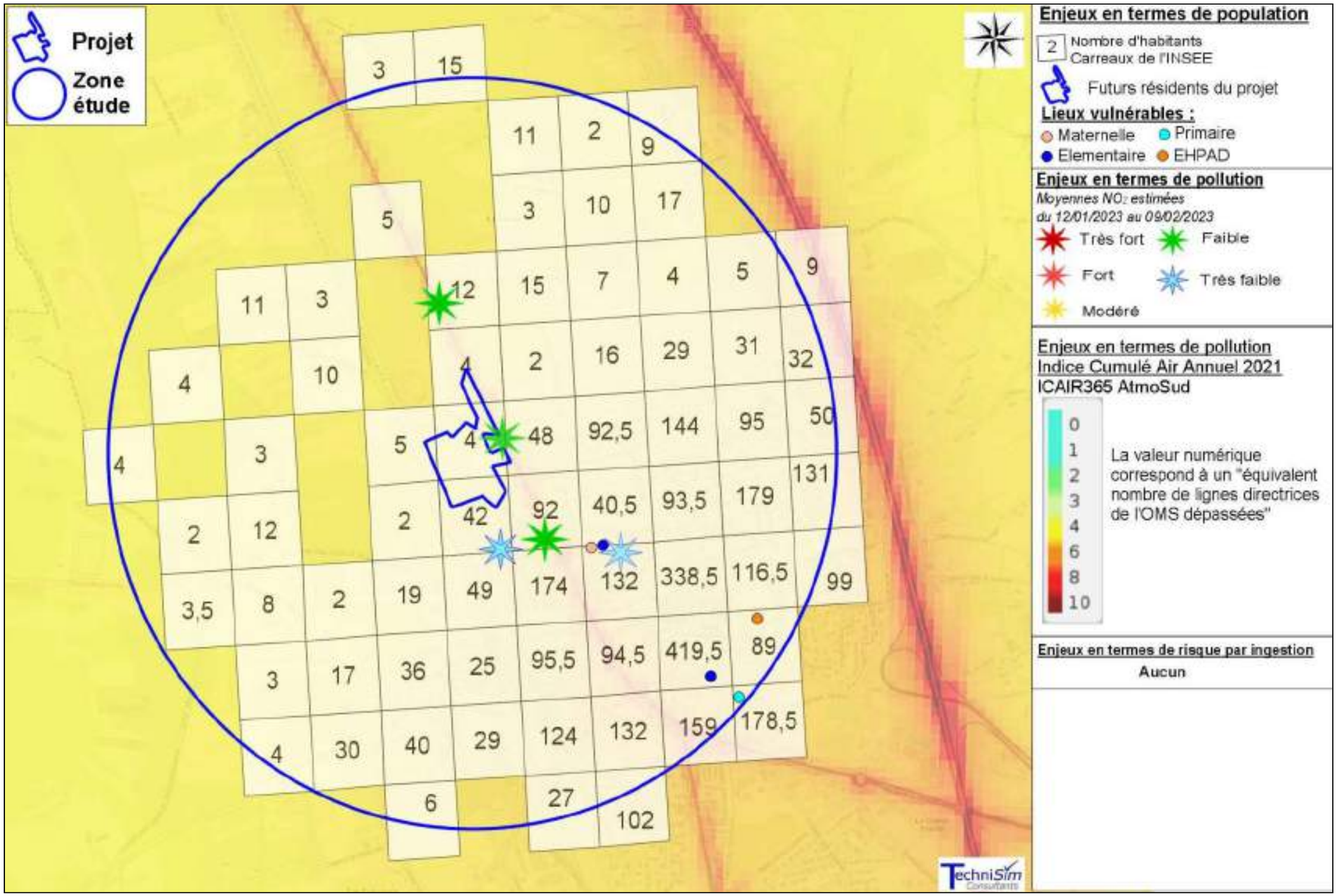


Figure 63 : Synthèse des enjeux sur la zone d'étude

Analyse des Impacts

15. CONTENU DE L'ANALYSE DES IMPACTS

La réalisation du projet va générer une augmentation de la population et induire la modification des flux de déplacement sur la zone d'étude, et donc des trafics, dont les conséquences sur la qualité de l'air sont diverses :

- Lors de la phase chantier, les machines, l'utilisation de solvants et les opérations de construction sont autant de sources de pollution.
- Lors de la phase exploitation :
  - Émissions des véhicules liées aux modifications des trafics sur le secteur ;
  - Émissions résidentielles et tertiaires corrélées avec les systèmes de chauffage utilisés.

Le contenu de l'analyse des impacts du projet d'aménagement du chemin du pont de l'Auture, est **basé** et **adapté** à partir de la Note technique du 22 février 2019 concernant les études routières de niveau I, c'est-à-dire :

- Estimation de la consommation énergétique ;
- Estimation des émissions de polluants (cf. tableau ci-après, *a minima*) ;
- Estimation des émissions de Gaz à Effet de Serre (GES) ;
- Estimation des concentrations pour les polluants prenant part à l'évaluation des risques sanitaires ;
- Cartographies des estimations des concentrations modélisées pour le NO_2, les PM10 et PM2,5, sur la zone d'étude ;
- Présentation bibliographique des effets sanitaires de la pollution automobile sur la population ;
- Monétarisation et analyse des coûts collectifs de l'impact sanitaire des pollutions et des nuisances ;
- Mesures d'évitement, de réduction et de compensation des impacts ;
- Impacts en phase chantier ;
- Évaluation de l'impact de la pollution atmosphérique sur la faune, la flore, le sol et les bâtiments ;
- Évaluation des Risques Sanitaires (ERS) au droit des lieux vulnérables existants sur la zone d'étude, des riverains et des futurs habitants du projet.

Tableau 28 : Polluants à prendre en compte pour une étude de niveau I selon la note technique du 22 février 2019

Polluants à considérer pour une étude de niveau I		
Polluants servant à évaluer l'impact du projet sur les émissions de polluants		
Oxydes d'azote (NOx) Monoxyde de carbone (CO) Dioxyde de soufre (SO_2) Composés Organiques Volatils Non Méthaniques (COVNM)		Particules PM10 et PM2,5 Benzène Arsenic Nickel Benzo(a)pyrène
Polluants servant à l'Évaluation des Risques Sanitaires (Impacts du projet sur la santé)		
Voie respiratoire	Effets aigus	Particules PM10 et PM2,5 Dioxyde d'azote (NO_2)
	Effets chroniques	Particules PM10 et PM2,5 Dioxyde d'azote (NO_2) Benzène 16 HAP* dont le benzo(a)pyrène 1,3-Butadiène Chrome Nickel Arsenic
Voie orale (*Si le risque par ingestion est présent*)	Effets chroniques	16 HAP* dont le benzo(a)pyrène

*16 HAP = acénaphtène, acénaphtylène, anthracène, benzo(a)anthracène, benzo(a)pyrène, benzo(b)fluoranthène, benzo(k)fluoranthène, benzo(ghi)pérylène, chrysène, dibenzo(a,h)anthracène, fluorène, fluoranthène, indéno(1,2,3-cd)pyrène, phénanthrène, pyrène et benzo(j)fluoranthène.

16. IMPACTS DU PROJET SUR LA QUALITÉ DE L'AIR EN PHASE CHANTIER

Les travaux de construction peuvent polluer l'environnement. Selon le type et la taille du chantier, les effets sont susceptibles d'être très limités à la fois géographiquement et dans le temps. Néanmoins, sur un grand chantier avec une activité longue et intensive, ils peuvent s'avérer importants.
Il importe en premier lieu de faire la distinction entre les différentes catégories d'émissions atmosphériques rencontrées sur un chantier :

- ***Les émissions à l'échappement des machines et engins*** : les moteurs à combustion des machines et engins rejettent des polluants tels que les oxydes d'azote, le monoxyde de carbone, les composés organiques volatils et les poussières fines ;
- ***Les émissions de poussières*** : les poussières sont générées lors des travaux d'excavation et d'aménagement, mais également lors du transport, de l'entreposage et du transbordement de matériaux sur le chantier. L'utilisation de machines et de véhicules soulève en permanence des tourbillons de poussière. Le traitement mécanique d'objets et les opérations de soudage libèrent également de la poussière ;
- ***Les émissions des solvants*** : l'emploi de solvants, ou de produits en contenant, engendre des émissions de composés organiques volatils [COV] ;
- ***Les émissions d'Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques [HAP] :*** le bitume utilisé pour le revêtement des voies de circulation, les aires de stationnement et les trottoirs, émet des HAP dont certains sont cancérogènes.

16.1. QUANTIFICATION DES ÉMISSIONS LIÉES AUX ACTIVITÉS DU CHANTIER

La quantification des émissions d'un chantier s'avère complexe. En effet, cela appelant un ensemble important de données, il n'est pas possible, au stade actuel de l'étude, d'évaluer les émissions atmosphériques du chantier avec exactitude.
Il est néanmoins faisable d'estimer les principales émissions - sous condition de disponibilité des données *ad hoc*.

Émissions de poussières

Les travaux de démolition et de construction sont générateurs de poussières. Selon le document de l'US EPA - AP 42, Fifth Edition, Volume I Chapter 13 : Miscellaneous Sources - Heavy Construction Operations, les chantiers produisent :
2,69 tonnes de poussières totales [TSP] par hectare et par mois d'activité.

Par défaut, il est utilisé ce facteur d'émission pour calculer les émissions de poussières générées par les chantiers de démolition/construction.

La surface du terrain est de 45 789 m² après démolition d'une maison individuelle et de sa piscine. Les durées effectives de ces opérations ne sont pas mentionnées.
En tout état de cause, l'estimation des émissions de poussières n'est pas réalisable à ce jour pour les opérations de démolition et de construction.

Émissions issues du trafic des poids lourds

Les engins de chantier génèrent des gaz d'échappement, mais en quantité négligeable par rapport à ceux émis par le trafic des poids lourds lié au chantier.
En l'absence de données disponibles sur la quantité de poids lourds générée par le chantier, le calcul des émissions générées par ce trafic ne s'avère pas réalisable à ce jour.

Approche qualitative des émissions liées aux activités des chantiers en l'absence de données calculatoires

Les données présentées dans ce paragraphe proviennent en majorité du document de l'ADEME « Qualité de l'air et émissions polluantes des chantiers du BTP - État des connaissances et mesures d'atténuation dans le bâtiment et les travaux publics en faveur de la qualité de l'air » (mars 2017).

Le tableau suivant inventorie les principaux polluants émis par type d'activité.
Il reprend les données de la Directive suisse « Protection de l'air sur les chantiers » qui énumère les activités liées aux travaux du BTP générant des émissions polluantes, ainsi que leur importance relative.
Ce tableau s'appuie sur des expériences et des estimations effectuées lors de la rédaction de cette Directive.

Tableau 29: Ampleur relative des émissions de polluants atmosphériques dues aux activités de construction

Opérations générant des émissions dans les travaux du bâtiment et du génie civil	Émissions non issues des moteurs		Émissions des moteurs
	Poussières	COV, gaz (solvants, etc.)	NOx, CO, CO_2, particules, COV, HC, etc.
Installations de chantier, en particulier voies de circulation	+++	+	++
Défrichage	++	+	++
Démolition, démantèlement et démontage	+++	+	++
Protection des constructions : en particulier travaux de forage, béton projeté	++	+	++
Étanchéités des ouvrages en sous-sol et des ponts	++	+++	+
Terrassements (aménagements extérieurs et travaux de végétalisation, drainage compris)	+++	+	+++
Fouilles en pleine masse	+++	+	+++
Corrections de cours d'eau	+++	+	+++
Couches de fondation et exploitation de matériaux	+++	+	+++
Travaux de revêtement	++	+++	+++
Voies ferrées	++	+	+++
Béton coulé sur place	+	+	++
Excavations	+++	++	+++
Travaux de second œuvre pour voies de circulation, en particulier marquages des voies de circulation	+	+++	+
Béton, béton armé, béton coulé sur place (travaux de génie civil)	+	+	++
Travaux d'entretien et de protection du béton, forages et coupes dans le béton et la maçonnerie	+++	+	+
Pierre naturelle et pierre artificielle	++	+	+
Couvertures : étanchéités, revêtements	+	+++	+
Étanchéités et isolations spéciales	+	+++	+
Crépissages de façade : crépis et enduits de façade, plâtrerie	++	++	+
Peinture (extérieure et intérieure)	++	+++	+
Revêtements de sol, de paroi et de plafond en bois, pierre artificielle ou naturelle, plastique, textile et fibre minérales (fibres projetées)	++	++	+
Nettoyage du bâtiment	++	++	+

+ Faible ++ Moyenne +++Forte

16.2. Mesures de réduction des émissions liées aux activités du chantier

Afin de limiter les émissions atmosphériques provenant du chantier, il est possible de mettre en œuvre certaines mesures.

16.2.1. Mesures de réduction des gaz d'échappement des engins

Deux types de mesure existent. Il s'agit de mesures d'ordre à la fois :

- Technique ;
- Comportemental.

Les moteurs diesel et à allumage installés sur les EMNR (engins mobiles non routiers) comme les excavateurs, les bulldozers, les chargeurs frontaux, émettent des hydrocarbures, des oxydes d'azote, des particules et du monoxyde de carbone. En accord avec la politique environnementale de l'Union Européenne, l'objectif est de réduire progressivement les émissions et de faire disparaître les équipements polluants.

Le règlement 2016/1628 du Parlement européen et du Conseil du 14 septembre 2016 fixe des exigences concernant les limites d'émission pour les gaz polluants et les particules polluantes pour les moteurs à combustion interne destinés aux engins mobiles non routiers. Ce nouveau texte abaisse les valeurs limites d'émission des moteurs destinés aux engins mobiles non routiers.

Les moteurs diesel, s'ils ne sont pas équipés de systèmes de filtres à particules efficaces, occasionnent des émissions de poussières fines particulièrement nocives pour la santé, dont des suies de diesel cancérogènes. L'utilisation d'un filtre à particules sur ces engins permet de réduire de 95 % la teneur en particules des gaz d'échappement.

L'entretien des machines peut également agir sur les émissions, étant donné que des machines mal entretenues génèrent davantage d'émissions atmosphériques.

Dans son document « Quelques bonnes pratiques sur chantier », l'APESA[1] propose d'utiliser des carburants dits 'propres' en remplacement du diesel : le gaz de pétrole liquéfié [GPL], le gaz naturel pour véhicules [GNV], les carburants TBTS [Très Basse Teneurs en Soufre] ou encore l'Émulsion Eau dans Gazole [EEG]. L'EEG est un mélange de diesel, d'eau, et d'agents émulsifiants. Le principal avantage de l'EEG est de permettre la réduction de 15 à 30 % des rejets de NOx et de 30 à 80 % des émissions de particules carbonées.

[1] L'APESA, est un Centre Technologique en environnement et maîtrise des risques, basé sur 4 sites en Aquitaine.

Enfin, l'utilisation d'équipements fonctionnant à l'électricité ou sur batterie plutôt qu'au gasoil ou autres carburants fossiles permet d'éviter l'émission de polluants locaux.

Les autres axes de réduction font appel au comportement des opérateurs.
Un bon entretien et un réglage approprié des engins selon les spécifications du constructeur permettent d'assurer leur fonctionnement optimal et par suite, de limiter leurs émissions.
Un moteur diesel consomme environ 4 litres/heure pour un ralenti à 1 000 tours/minute. Les changements de comportement des opérateurs sur chantier en vue de limiter les ralentis sont des moyens reconnus de réduction des émissions.

16.2.2. Mesures de réduction des émissions de poussières

Sur un chantier, les actions responsables de la mise en suspension de poussières sont nombreuses.
Une étude d'impact menée par l'Institut Pasteur dans le cadre d'un chantier précis[1] en a ainsi identifiées cinq :

1. Les opérations de démolition
2. La circulation des différents engins de chantiers
3. Les travaux de terrassement et de remblaiement

Avec, à la marge :

4. La découpe de matériaux divers (exemple tuyaux)
5. Les travaux de soudure.

Pour réduire ces émissions de poussières, certaines actions ciblées peuvent être réalisées :

- L'humidification du terrain, qui permet d'empêcher l'envol des poussières par temps sec en phase de terrassement ;
- L'utilisation de goulottes pour le transfert des gravats ;
- Le bâchage systématique des camions ;
- La mise en place de dispositifs d'arrosage lors de toute phase ou travaux générateurs de poussières.

[1] Institut Pasteur, 2004, "Étude des impacts environnementaux liés à la construction de la nouvelle parcelle ", Département Hygiène, Sécurité et protection de l'Environnement.

16.2.3. Mesures de réduction des émissions de COV et de HAP

Les émissions de COV (composés organiques volatils) peuvent notamment être réduites en :

- Utilisant, si possible, des produits contenant peu ou pas de solvants ;
- Refermant bien les tubes, pots et autres récipients immédiatement après usage pour que la quantité de solvant qui s'en échappe soit aussi minime que possible ;
- Utilisant les vernis, colles et autres substances le plus parcimonieusement possible selon les indications du fabricant.

Concernant les opérations de préparation du bitume, de revêtement et d'étanchéité, les mesures de réduction des émissions possibles sont les suivantes :

- Bannir des préparations thermiques les revêtements/matériaux contenant du goudron sur les chantiers ;
- Employer des bitumes à faible taux d'émission de polluants atmosphériques (émission réduite de fumées) ;
- Employer des émulsions bitumineuses plutôt que de solutions bitumineuses (travaux de revêtement de routes) ;
- Abaisser au maximum la température de traitement par un choix approprié des liants ;
- Utiliser des asphaltes coulés et des bitumes à chaud et à faible émanation de fumées ;
- Employer des chaudières fermées munies de régulateurs de température ;
- Éviter la surchauffe des bitumineux dans les procédés de soudage ;
- Aménager les postes de soudage, de manière que les fumées puissent être captées, aspirées et séparées.

16.2.4. Charte Chantiers Verts

La charte « Chantiers Verts » définit les bonnes pratiques et les règles environnementales de fonctionnement du chantier. Elle fédère l'ensemble des intervenants du chantier (maître d'ouvrage, maître d'œuvre, entreprises) autour des mêmes objectifs environnementaux, c'est-à-dire :

- Limiter les risques sur la santé des salariés ;
- Circonscrire les nuisances et risques causés aux riverains ;
- Réduire les pollutions de proximité lors du chantier et limiter ses impacts sur l'environnement ;
- Gérer les déchets et limiter les pollutions sur le site.

Cette 'charte' fait partie des pièces contractuelles devant être intégrée au marché de travaux. Elle doit être remise à chaque intervenant sur le chantier et signée par chacun.
En pratique, la garantie d'un « chantier vert » passe par différentes étapes :

- En amont de l'opération, il s'agit de réaliser des d'études préalables et des actions de concertation afin d'évaluer l'impact du chantier sur l'environnement puis d'élaborer son programme. Le maître d'ouvrage fixe alors les objectifs environnementaux qui y sont liés.
- L'insertion par le maître d'œuvre d'un projet répondant au programme et tenant compte des études préalables. Il définit les processus, les choix techniques et les matériaux permettant de tenir les objectifs définis, qu'il retranscrit dans le cahier des clauses techniques particulières (CCTP).

16.3. SYNTHÈSE

De manière générale, les principales émissions atmosphériques d'un chantier sont les poussières, conjuguées aux gaz d'échappement produits par les engins.
Le calcul des émissions d'un chantier appelle de nombreux paramètres (connaissance préalable des durées réelles de la phase chantier, des matériaux utilisés, du nombre d'engins et de passages de poids lourds, de la sensibilisation des opérateurs aux mesures de réduction des émissions, etc.). De la sorte, et compte tenu de la multiplicité des données requises, il s'avère complexe, au stade actuel de l'étude, d'évaluer les émissions atmosphériques de cette phase.
Afin de limiter les émissions atmosphériques provenant des chantiers, il est possible de mettre en œuvre certaines mesures de réduction, par exemple, la charte « Chantiers verts ».

17. IMPACT DU PROJET SUR LA QUALITÉ DE L'AIR EN PHASE EXPLOITATION

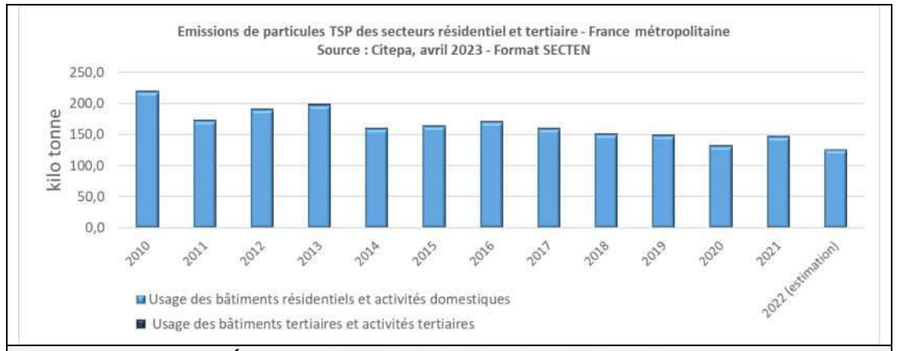
17.1. ÉMISSIONS PROVENANT DES BÂTIMENTS CRÉÉS

17.1.1. Généralités – émissions atmosphériques des secteurs résidentiel et tertiaire

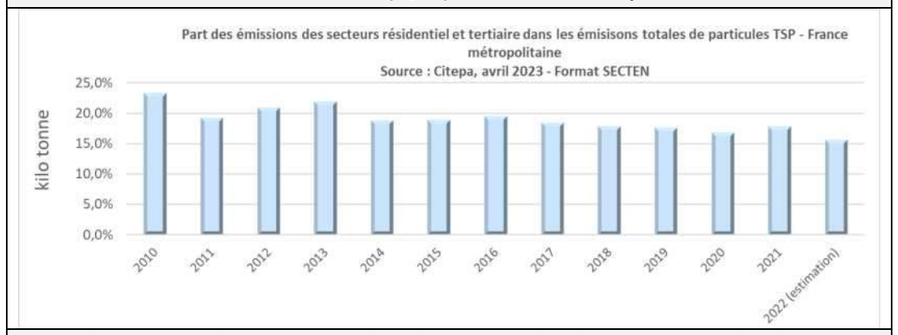
Les données présentées dans ce paragraphe proviennent toutes des études du Centre interprofessionnel technique d'études de la pollution atmosphérique [CITEPA].
Selon ces études, la participation de ces secteurs dans les émissions totales de particules en France métropolitaine montre une tendance à la diminution sur la période 2010-2022[1] pour les TSP ; à une relative stabilité pour les PM10, PM2,5 et PM1,0 et à la hausse pour le carbone suie (cf. graphiques ci-après).
Il est également observé que le secteur résidentiel est beaucoup plus émetteur que le secteur tertiaire.

Selon les estimations de l'année 2022, en France métropolitaine, il est constaté que ces secteurs représentent environ :

- 48 % des émissions de particules PM10 ;
- 65 % des émissions de carbone suie ;
- 70 % émissions de particules PM2,5 ;
- 83 % des émissions de particules PM1 (ultra fines) ;
- 16 % des émissions de particules TSP.



Émissions de TSP (kt/an) - Périmètre : Métropole

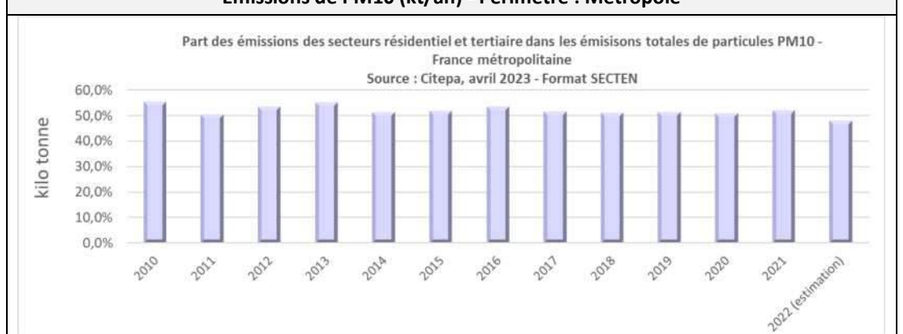


Part des émissions des secteurs résidentiel et tertiaire dans les émissions totales de France métropolitaine

Figure 64: Inventaire des émissions pour la France métropolitaine – Particules TSP

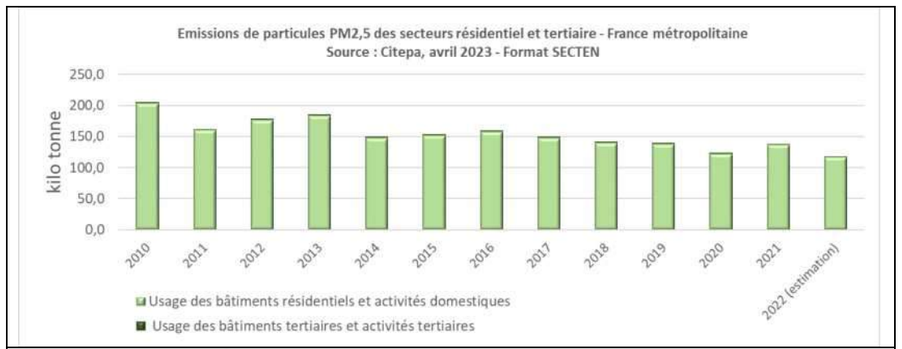
[1] Données 2022 estimées

Émissions de PM10 (kt/an) - Périmètre : Métropole



Part des émissions des secteurs résidentiel et tertiaire dans les émissions totales de France métropolitaine

Figure 65: Inventaire des émissions pour la France métropolitaine – Particules PM10

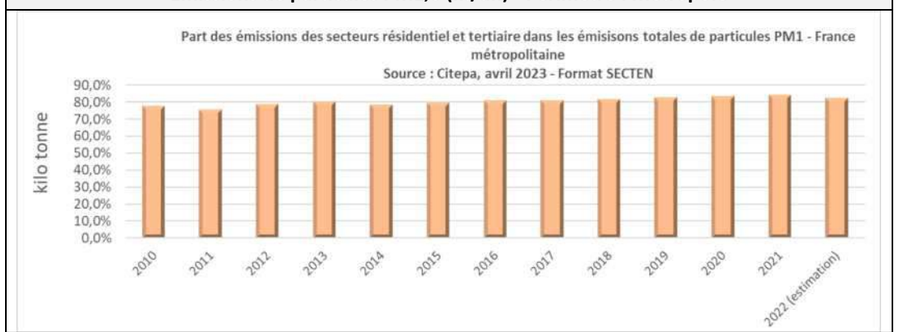


Émissions de PM2,5 (kt/an) - Périmètre : Métropole

Part des émissions des secteurs résidentiel et tertiaire dans les émissions totales de France métropolitaine

Figure 66: Inventaire des émissions pour la France métropolitaine – Particules PM2,5

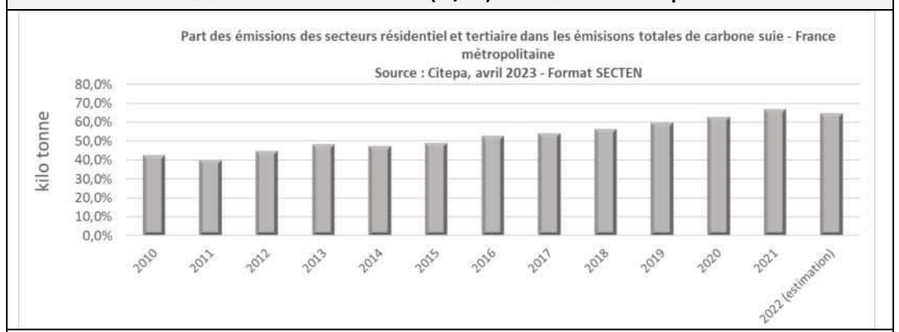
Émissions de particules PM1,0 (kt/an) - Périmètre : Métropole



Part des émissions des secteurs résidentiel et tertiaire dans les émissions totales de France métropolitaine

Figure 67: Inventaire des émissions pour la France métropolitaine – Particules PM1,0

Émissions de carbone suie (kt/an) - Périmètre : Métropole



Part des émissions des secteurs résidentiel et tertiaire dans les émissions totales de France métropolitaine

Figure 68: Inventaire des émissions pour la France métropolitaine – Carbone suie

Les graphiques qui suivent représentent les émissions des substances acidifiantes (oxydes d'azote, dioxyde de soufre, composés organiques volatils non méthaniques et monoxyde de carbone) et à l'origine de l'eutrophisation, qui contribuent à la pollution photochimique et celles des métaux.

Ils représentent aussi la participation du secteur résidentiel et tertiaire dans les émissions totales en France métropolitaine.

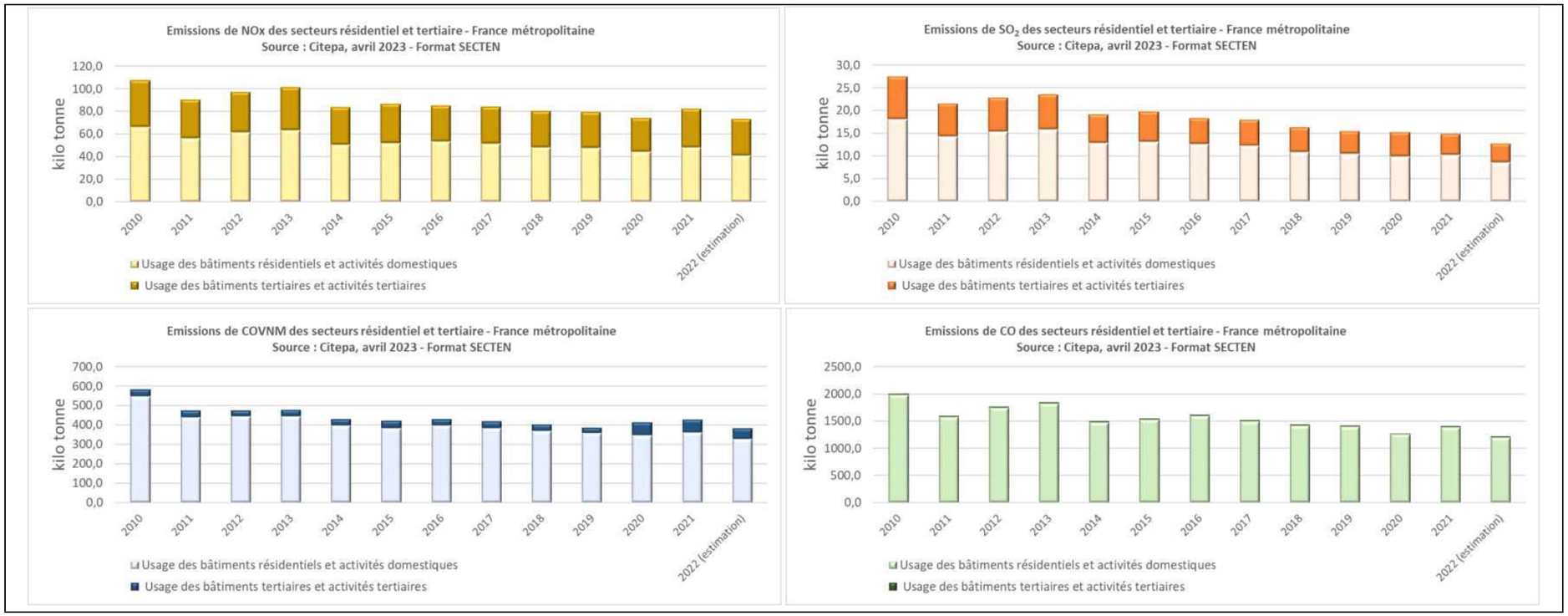


Figure 69: Émissions des substances acidifiantes, eutrophisantes et contribuant à la pollution photochimique provenant des secteurs résidentiel et tertiaire en France métropolitaine

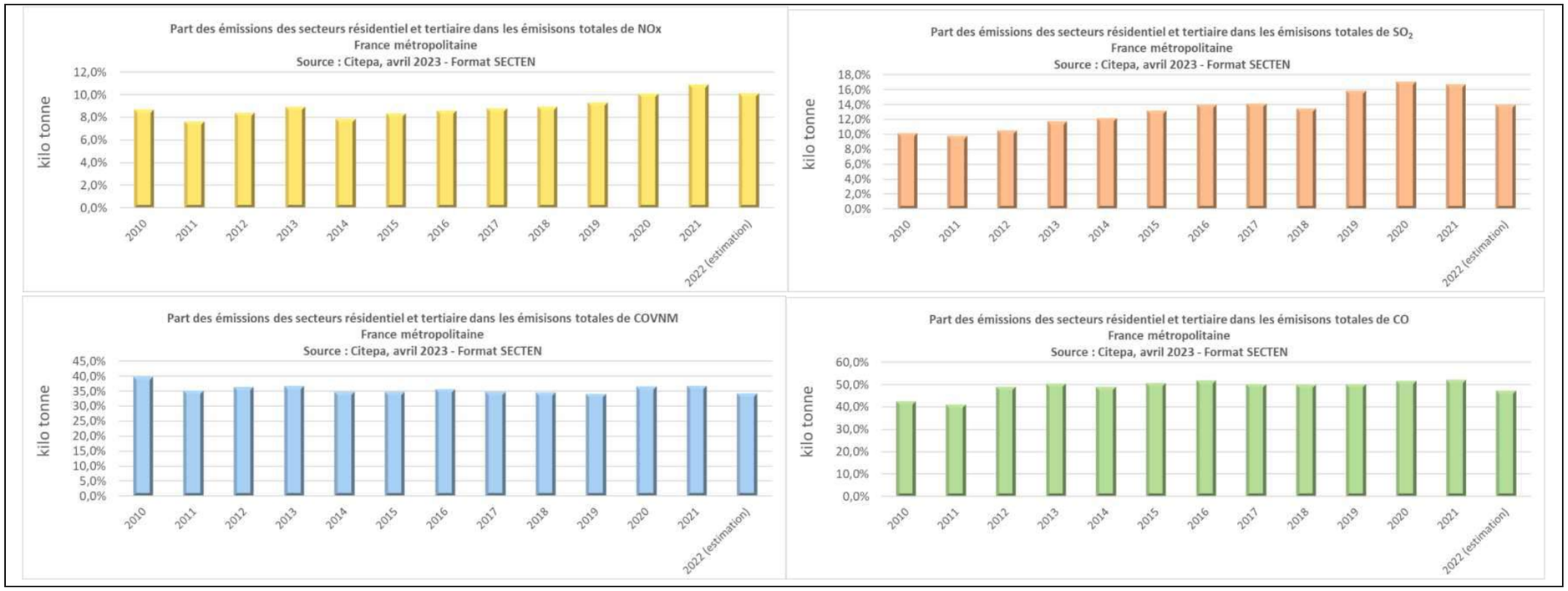


Figure 70: Part des émissions des secteurs résidentiel et tertiaire dans les émissions totales de France métropolitaine – substances acidifiantes, eutrophisantes et contribuant à la pollution photochimique

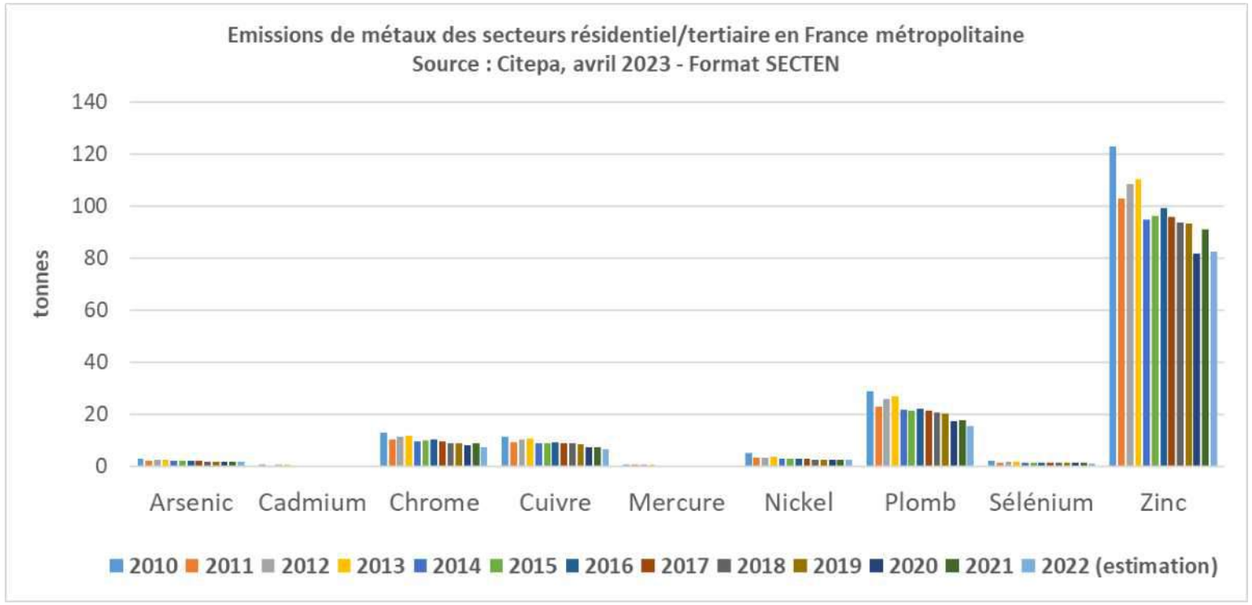


Figure 71: Émissions des métaux provenant du secteur résidentiel-tertiaire en France métropolitaine

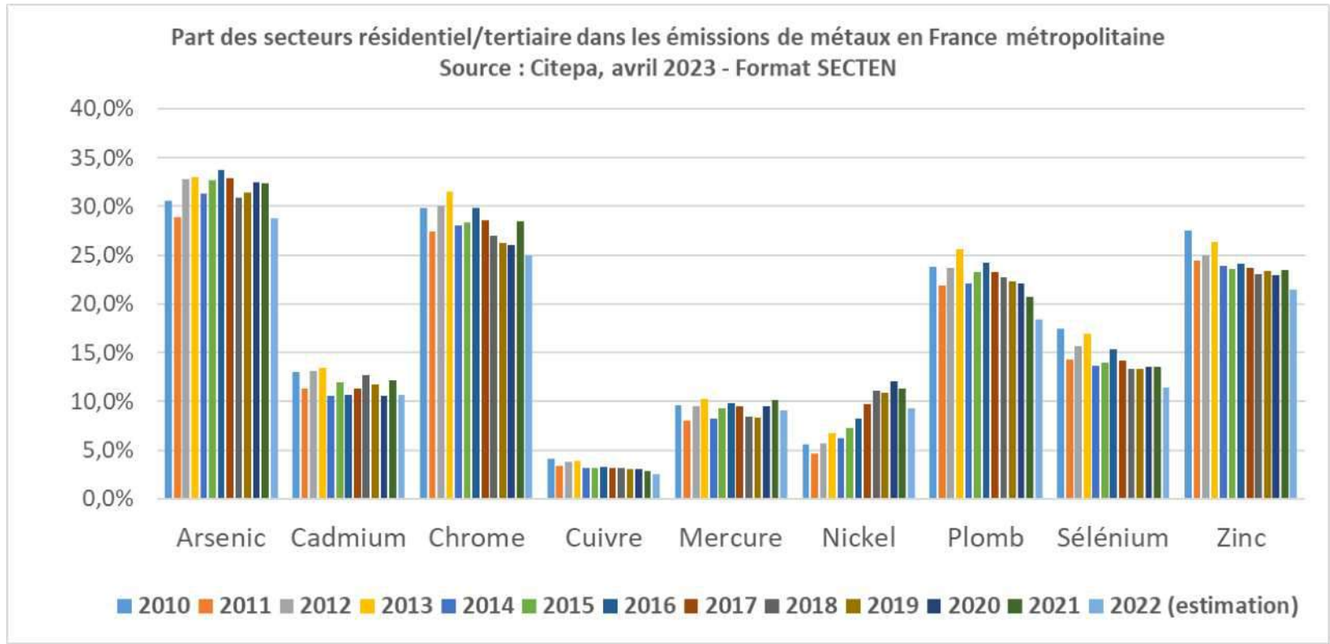


Figure 72: Part des émissions du secteur résidentiel-tertiaire dans les émissions totales de France métropolitaine – métaux

Selon les estimations de l'année 2022, en France métropolitaine, les secteurs résidentiel et tertiaire représentent :

- Environ 10 % des émissions d'oxydes d'azote ;
- Environ 14 % des émissions de dioxyde de soufre ;
- Environ 34 % des émissions de COVNM ;
- Environ 47 % des émissions de monoxyde de carbone ;
- Environ 29 % des émissions d'arsenic ;
- Environ 21 % des émissions de zinc ;
- Environ 25 % des émissions de chrome ;
- Environ 11 % des émissions de cadmium et de sélénium ;
- Environ 9 % des émissions de mercure et de nickel ;
- Environ 3 % des émissions de cuivre ;
- Environ 18 % des émissions de plomb.

17.1.2. Émissions atmosphériques issues des bâtiments

Les bâtiments (résidentiels et tertiaires) produisent des émissions polluantes majoritairement *via* les systèmes de :

- Chauffage (combustion d'énergie fossile) ;
- Ventilation.

Pour les systèmes de chauffage, les émissions provenant de la combustion d'énergie fossile diffèrent selon les combustibles utilisés. Ainsi, la combustion de biomasse ou de fioul génère des particules PM10 et PM2,5 avec des HAP et des dioxines/furanes, contrairement à la combustion du gaz naturel qui n'en émet pratiquement pas.
Seuls les oxydes d'azote sont produits, quel que soit le combustible utilisé, puisqu'ils se forment à haute température à partir de l'azote de l'air.

Les systèmes de ventilation rejettent à l'extérieur l'air « pollué » issu de l'intérieur des bâtiments. Les sources de pollution de l'air intérieur sont multiples.
Sont distinguées trois catégories principales de pollution :

- Les composés chimiques, en majorité des COV (toluène, formaldéhyde par exemple) ;
- Les facteurs physiques (particules, fibres minérales, radon) ;
- Les agents biologiques (champignons/moisissures, bactéries et virus).

Les émissions provenant de la ventilation dépendent :

- Des usages des locaux ;
- Du nombre de personnes fréquentant le bâtiment ;
- Des matériaux de construction ;
- Des conditions environnantes ;
- Des systèmes de ventilation/aération ;
- De la température au sein des locaux et du taux d'humidité.

Tous ces facteurs expliquent qu'il est peu commode de se prononcer sur la composition-type d'un rejet issu des ventilations.
Seules des mesures des rejets peuvent permettre de les caractériser.
Néanmoins, des mesures techniques et réglementaires sont progressivement mises en place en vue de réduire à la fois la pollution à l'intérieur des bâtiments (par exemple, limiter le taux de solvants présent dans les peintures) et les rejets des systèmes de chauffage.

17.1.3. Impacts du projet (secteur résidentiel/tertiaire) sur la qualité de l'air

Les bâtiments créés seront conformes *a minima* à la RT2012, voire la RE2020 (applicable à partir de *janvier 2022* pour les bâtiments à usage d'habitation et de *juillet 2022* pour les bâtiments à usage de bureaux et d'enseignement primaire et secondaire ; pour les autres constructions de bâtiments, le décret contient de manière inchangée les exigences de la réglementation thermique 2012. Un futur décret introduira les exigences de la RE2020 pour ces bâtiments).
Le principal objectif de la RE2020 est de ramener à énergie positive la performance énergétique de tous les bâtiments construits « après 2020 ».
Cela sous-entend que les bâtiments construits devront d'une part, être fortement isolés avec une réduction drastique des ponts thermiques et, d'autre part, être équipés de chauffage à haute efficacité énergétique. Ainsi, les émissions liées aux systèmes de chauffage seront limitées.

De même, compte tenu des règlementations visant à réduire les émissions de COV issus des meubles, des peintures et des produits ménagers, les émissions des ventilations seront modérées.

Par conséquent, les émissions polluantes liées au bâti devraient être restreintes et leurs impacts seront minimes, par rapport aux autres sources d'émissions déjà présentes, en particulier la circulation automobile.

17.2. IMPACT DU TRAFIC LIÉ À L'EXPLOITATION DU PROJET

Afin de réaliser la mise à jour des incidences du projet d'aménagement du chemin du pont de l'Auture, il est nécessaire de comparer les émissions dans l'air ambiant de composés indicateurs.
Les situations étudiées pour l'analyse des impacts afférents au projet sont les suivantes :

- **Situation N°0** : Horizon actuel (année 2023) – 2023_actuel ;
- **Situation N°1** : Horizon de mise en service (année 2028) – Situation Fil de l'eau – 2028_FDE ;
- **Situation N°2** : Horizon de mise en service (année 2028) – Situation avec projet – 2028_Projet ;
- **Situation N°3** : Horizon de mise en service +20 ans (année 2048) – Situation Fil de l'eau – 2048_FDE ;
- **Situation N°4** : Horizon de mise en service +20 ans (année 2048) – Situation avec projet – 2048_Projet.

Information : Les données de circulation ont été fournies par le BE Horizon Conseil.
Note : Les données détaillées concernant le trafic sont disponibles en annexe.

Pour chaque scénario, les éléments suivants sont utilisés comme données d'entrée par le modèle COPERT **V** pour la quantification de la consommation énergétique et des polluants générés au niveau des routes du réseau d'étude :

- Le **trafic** pour chaque tronçon exprimé en **T**rafic **M**oyen **J**ournalier **A**nnuel (**TMJA**) ;
- La **vitesse** de circulation ;
- La **longueur** des brins routiers.

Au sens strict, le réseau d'étude pour un projet d'infrastructures routières se compose des voies créées et/ou supprimées par le projet et des voies dont le trafic varie [du fait du projet comparativement au scénario Fil de l'Eau] de +/- 10 % [axes dont le trafic est *supérieur* à 5 000 véh/jour] ou +/- 500 véhicules [axes dont le trafic est *inférieur* à 5 000 véh/jour] à l'horizon d'étude le plus lointain.

Concernant le projet d'aménagement du chemin du pont de l'Auture, tous les brins ayant été fournis sont considérés dans le réseau d'étude (cf. figure suivante).

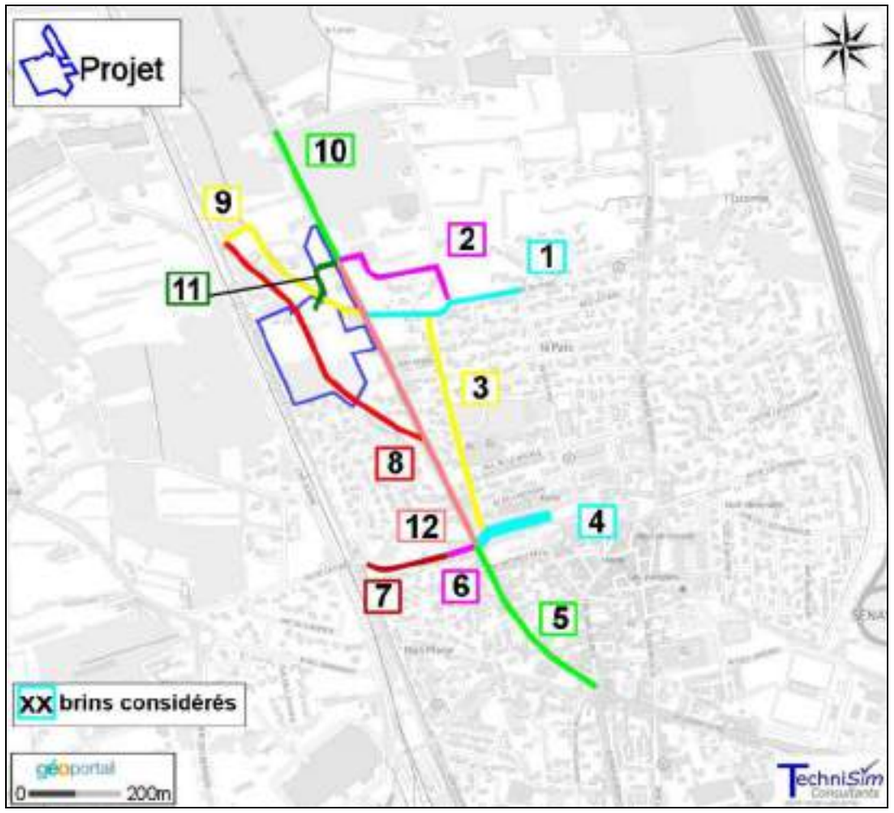


Figure 73 : Brins considérés / Réseau d'étude

17.2.1. Indice VK

L'estimation des flux de trafic est réalisable avec l'indicateur « Véhicules-Kilomètres ».
Cet indice prend en considération non seulement le nombre de véhicules (trafic), mais également le trajet réalisé par ces mêmes véhicules.

Pour le scénario analysé et si l'on considère N tronçons routiers, l'indicateur VK est calculé selon la formule suivante :

$$VK = \sum_{i=1}^{i=N} (V_i \times L_i)$$

Où :
VK = Nombre de « véhicules-kilomètres » [véhicules × km] ;
Vi = Nombre de véhicules sur le tronçon i [véhicules] ;
Li = Longueur du tronçon i [km].

Le nombre VK permet alors l'estimation d'un flux de véhicules le long de leur parcours et des émissions potentielles consécutives à ce flux.
Les indices calculés sont synthétisés dans la figure et le tableau immédiatement ci-après.

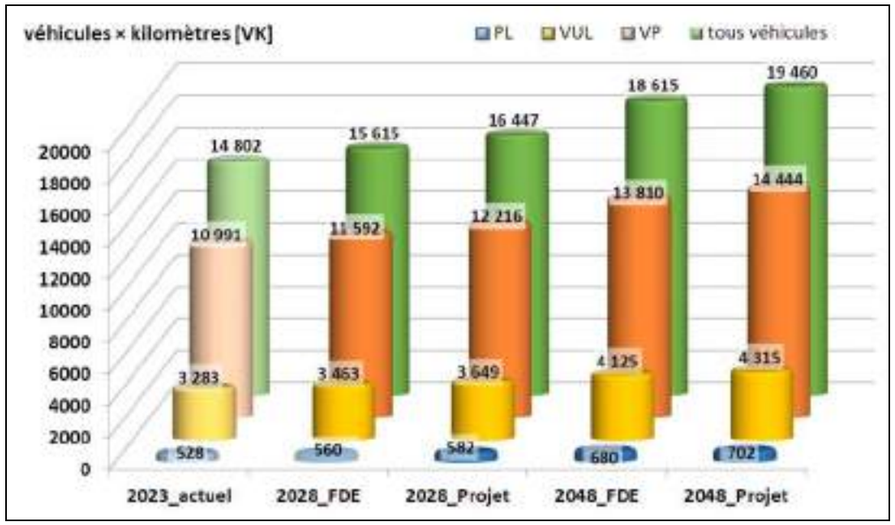


Figure 74: Indices VK sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle

Tableau 30: Indices VK sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle

Indices VK en moyenne journalière annuelle		Véhicules Personnels (VP)	Véhicules Utilitaires Légers (VUL)	Poids Lourds (PL)	Tous véhicules (TV)
Situation N°0	**2023 – Actuel – 2023_sit0**	10 991	3 283	528	14 802
Situation N°1	**2028 – Fil de l'eau – 2028_sit1**	11 592	3 463	560	15 615
Situation N°2	**2028 – Projet – 2028_sit2**	12 216	3 649	582	16 447
Situation N°3	**2048 – Fil de l'eau – 2048_sit3**	13 810	4 125	680	18 615
Situation N°4	**2048 – Projet – 2048_sit4**	14 444	4 315	702	19 460

Sur le réseau d'étude :
-Par rapport à la situation actuelle 2023, les indices VK Tous Véhicules augmentent en situation 'Fil de l'Eau' 2028 (+5,5 %) ; 'Projet' 2028 (+11,1 %) ; 'Fil de l'Eau' 2048 (+25,8 %) et 'Projet' 2048 (+31,5 %).
-Comparativement à la situation 'Fil de l'eau' correspondante, les VK augmentent en situation 'Projet' de +5,3 % en 2028 et de +4,5 % en 2048.

17.2.2. Évaluation des consommations énergétiques

Le tableau et la figure ci-après fournissent les consommations énergétiques en moyenne journalière annuelle sur le réseau d'étude. Celles-ci ont été obtenues à partir des données trafics avec le logiciel COPERT **V**.

Tableau 31: Consommations énergétiques sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle

		Consommation de carburant [kep/jour]
Situation N°0	**2023 – Actuel – 2023_sit0**	897
Situation N°1	**2028 – Fil de l'eau – 2028_sit1**	930
Situation N°2	**2028 – Projet – 2028_sit2**	978
Situation N°3	**2048 – Fil de l'eau – 2048_sit3**	1 041
Situation N°4	**2048 – Projet – 2048_sit4**	1 085

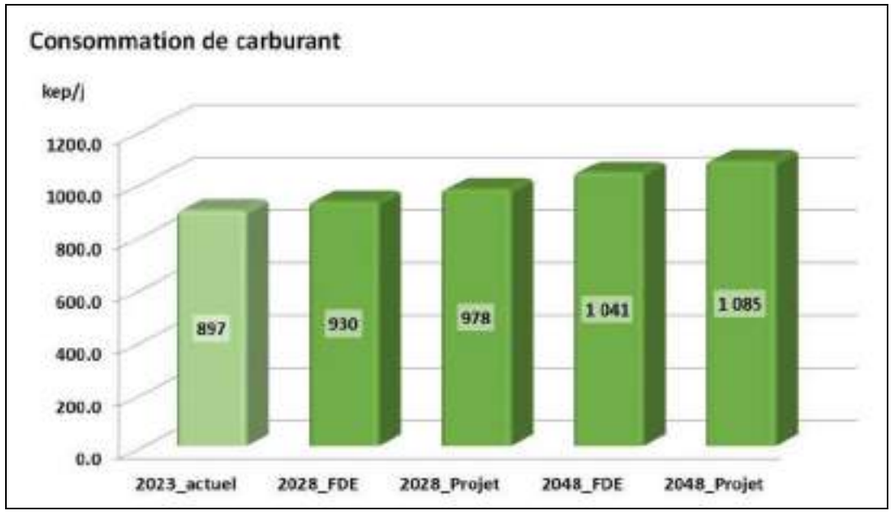


Figure 75 : Consommations énergétiques sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle

Sur le réseau d'étude :
-Par rapport à la situation actuelle 2023, la consommation de carburant sur le réseau d'étude augmente faiblement en situation 'Fil de l'Eau' 2028 (+3,7 %) et en situation 'Projet' 2028 (+9,0 %) et augmente en situations 'Fil de l'Eau' 2048 (+16,0 %) et 'Projet' 2048 (+20,9 %).
-Comparativement à la situation 'Fil de l'Eau' correspondante, la réalisation de l'aménagement induit une hausse de la consommation en carburant de +5,1 % en 2028 et de +4,3 % en 2048.

17.2.3. Émissions de polluants atmosphériques sur le réseau d'étude

Méthodologie

Le calcul des émissions de polluants atmosphériques est réalisé en utilisant la méthodologie et les facteurs d'émissions du logiciel COPERT V.

COPERT (COmputer Program to calculate Emissions from Road Transport) est un modèle élaboré au niveau européen (MEET[29], CORINAIR, etc.) par différents laboratoires ou instituts de recherche sur les transports (INRETS, LAT, TUV, TRL, TNO, etc.). Diffusé par l'Agence Européenne de l'Environnement (AEE), cet outil permet d'estimer les émissions atmosphériques liées au trafic routier des différents pays européens. Bien qu'il s'agisse d'une estimation à l'échelle nationale, la méthodologie COPERT s'applique, dans certaines limites, à des résolutions spatio-temporelles plus fines (1 heure ; 1 km²) et permet ainsi d'élaborer des inventaires d'émission à l'échelle d'un tronçon routier, que l'on appellera « brin », ou du réseau routier d'une zone précise ou d'une agglomération.

Ce modèle COPERT V, développé sous l'égide de l'Agence Européenne de l'Environnement afin de permettre aux états membres d'effectuer des inventaires homogènes de polluants liés au transport routier, intègre l'ensemble des données disponibles aujourd'hui, et permet en outre le calcul de facteurs d'émission moyens sur une voie donnée ou un ensemble de voies, pour peu que les véhicules circulant sur cette voie constituent un échantillon représentatif du parc national.

COPERT V est capable d'utiliser le flux de véhicules sur chaque tronçon donné, soit par des comptages, soit par un modèle de trafic. Le flux total par tronçon est alors décomposé par type de véhicules selon la classification européenne PRE ECE, ECE et Euro. Cette ventilation utilise les données du parc automobile français, déterminé en 2022 par l'UGE-IFSTTAR (Université Gustave Eiffel - Institut Français des Sciences et Technologies des Transports, de l'Aménagement et des Réseaux), pour l'intervalle 1970-2050, incluant les projections de la Stratégie Nationale Bas Carbone (SNBC) avec Mesures Existantes (AME).

Le modèle d'émission du système européen COPERT V calcule les quantités de polluants rejetées par le trafic sur les différentes voies de circulation introduites dans le modèle.
Les émissions sont ainsi évaluées d'après les facteurs d'émission de méthodologies reconnues, principalement à partir du nombre de véhicules et de la vitesse de circulation ainsi que de la longueur des trajets.

[29] MEET : Methodology for Calculating Transport Emissions and Energy Consumption - DG Transport, Commission Européenne - 1999.

Les polluants considérés sont, en premier lieu, ceux de la ***Note technique du 22 février 2019***.

Polluants de la Note technique du 22/02/2019 à considérer pour les émissions du réseau d'étude	Polluants de la Note technique du 22/02/2019 à ajouter pour l'ERS (Niveau I et au droit des lieux vulnérables dans la bande d'étude du projet pour niveau II)
• Oxydes d'azote (NOx) • Monoxyde d'azote (NO) • Dioxyde d'azote (NO_2) • Particules PM10 • Particules PM2,5 • Monoxyde de carbone (CO) • COVNM • Benzène • Dioxyde de soufre (SO_2) • Arsenic • Nickel • Benzo(a)pyrène (BaP)	• 16 HAP[30] dont le BaP • 1,3-butadiène • Chrome

Sont ensuite ajoutés les polluants recommandés par l'ANSES[31], ainsi que les polluants dont les VTR sont connues.

Polluants issus de la recommandation de l'ANSES en juillet 2012	Polluants dont les VTR sont connues
• Ammoniac • Dioxines • Furanes • Naphtalène • Acétaldéhyde • Acroléine • Propionaldéhyde • Ethylbenzène • Formaldéhyde	• Toluène • Xylènes • Cadmium • Mercure • Plomb • Particules diesel à l'échappement

[30] Somme des HAP suivants : acénaphtène, acénaphtylène, anthracène, benzo(a)anthracène, benzo(a)pyrène, benzo(b)fluoranthène, benzo(k)fluoranthène, benzo(ghi)pérylène, chrysène, dibenzo(a,h)anthracène, fluorène, fluoranthène, indéno(1,2,3-cd)pyrène, phénanthrène, pyrène et benzo(j)fluoranthène.

[31] AVIS de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail relatif à la sélection des polluants à prendre en compte dans les évaluations des risques sanitaires réalisées dans le cadre des études d'impact des infrastructures routières - 12 juillet 2012

Résultats du calcul des émissions de polluants atmosphériques du réseau d'étude

Le tableau immédiatement suivant récapitule les émissions sur le réseau d'étude, en moyenne journalière annuelle, sur la base du parc routier moyen français de l'UGE-IFSTTAR (version 2022), utilisant les projections de la Stratégie Nationale Bas Carbone (SNBC) pour le scénario Avec Mesures Existantes (AME).

Tableau 32 : Émissions de polluants en moyenne journalière annuelle sur le réseau d'étude pour les scénarios traités

POLLUANTS	Unité	2023 Actuel	2028 Fil de l'eau	2028 Projet	2048 Fil de l'eau	2048 Projet
		Situation 0	Situation 1	Situation 2	Situation 3	Situation 4
Oxydes d'azote [éq. NO_2]	[g/j]	1,74E+03	1,28E+03	1,35E+03	2,57E+02	2,69E+02
Monoxyde d'azote	[g/j]	2,70E+03	1,99E+03	2,09E+03	1,02E+03	1,06E+03
Dioxyde d'azote	[g/j]	5,87E+03	4,32E+03	4,55E+03	1,81E+03	1,89E+03
Monoxyde de carbone	[g/j]	4,18E+03	3,19E+03	3,34E+03	3,59E+03	3,74E+03
Dioxyde de soufre	[g/j]	3,21E+01	3,56E+01	3,74E+01	5,36E+01	5,59E+01
Ammoniac	[g/j]	1,33E+02	1,17E+02	1,23E+02	1,77E+02	1,84E+02
Particules PM10	[g/j]	5,61E+02	5,33E+02	5,62E+02	5,63E+02	5,89E+02
Particules PM2,5	[g/j]	3,73E+02	3,35E+02	3,53E+02	3,30E+02	3,45E+02
Particules à l'échappement	[g/j]	1,25E+02	7,43E+01	7,82E+01	2,12E+01	2,21E+01
COVNM	[g/j]	1,91E+02	1,14E+02	1,20E+02	1,79E+02	1,85E+02
Acétaldéhyde	[g/j]	6,39E+00	3,69E+00	3,87E+00	5,64E+00	5,82E+00
Acroléine	[g/j]	3,09E+00	1,66E+00	1,74E+00	2,15E+00	2,21E+00
Benzène	[g/j]	6,36E+00	2,96E+00	3,12E+00	2,48E+00	2,58E+00
1,3-butadiène	[g/j]	2,44E+00	1,80E+00	1,88E+00	4,01E+00	4,14E+00
Éthylbenzène	[g/j]	2,02E+00	1,08E+00	1,13E+00	1,23E+00	1,28E+00
Formaldéhyde	[g/j]	1,19E+01	6,78E+00	7,11E+00	1,02E+01	1,05E+01
Propionaldéhyde	[g/j]	1,67E+00	9,90E-01	1,04E+00	1,56E+00	1,61E+00
Toluène	[g/j]	1,08E+01	5,60E+00	5,88E+00	6,44E+00	6,71E+00
Xylènes	[g/j]	8,25E+00	4,56E+00	4,79E+00	6,12E+00	6,36E+00
16 HAP	[g/j]	1,71E+00	1,61E+00	1,70E+00	1,14E+00	1,19E+00
16 HAP en BaP équivalent	[g/j]	3,07E-02	2,92E-02	3,07E-02	2,29E-02	2,38E-02
Acénaphtène	[g/j]	2,49E-01	2,21E-01	2,32E-01	1,11E-01	1,16E-01
Acénaphtylène	[g/j]	1,86E-01	1,65E-01	1,74E-01	8,31E-02	8,66E-02
Anthracène	[g/j]	3,85E-02	4,07E-02	4,27E-02	4,20E-02	4,37E-02
Benzo[a]anthracène	[g/j]	2,65E-02	2,50E-02	2,62E-02	1,85E-02	1,92E-02
Benzo[a]pyrène	[g/j]	1,55E-02	1,46E-02	1,54E-02	1,12E-02	1,16E-02
Benzo[b]fluoranthène	[g/j]	2,03E-02	1,96E-02	2,05E-02	1,64E-02	1,70E-02
Benzo[g,h,i]pérylène	[g/j]	3,31E-02	3,21E-02	3,37E-02	2,55E-02	2,65E-02
Benzo[k]fluoranthène	[g/j]	1,61E-02	1,55E-02	1,62E-02	1,29E-02	1,34E-02
Chrysène	[g/j]	4,78E-02	4,51E-02	4,72E-02	3,43E-02	3,56E-02
Dibenzo[a,h]anthracène	[g/j]	3,23E-03	2,96E-03	3,10E-03	1,89E-03	1,97E-03
Fluorène	[g/j]	2,11E-02	2,24E-02	2,32E-02	2,72E-02	2,80E-02
Fluoranthène	[g/j]	2,58E-01	2,47E-01	2,59E-01	1,83E-01	1,91E-01
Indéno[1,2,3-cd]pyrène	[g/j]	1,62E-02	1,57E-02	1,65E-02	1,33E-02	1,39E-02
Phénanthrène	[g/j]	5,44E-01	5,29E-01	5,56E-01	4,06E-01	4,23E-01
Pyrène	[g/j]	2,20E-01	2,05E-01	2,15E-01	1,40E-01	1,45E-01
Benzo(j)fluoranthène	[g/j]	1,36E-02	1,50E-02	1,56E-02	1,74E-02	1,80E-02
Naphtalène	[g/j]	1,32E+01	1,28E+01	1,34E+01	1,17E+01	1,22E+01
Somme des métaux	[g/j]	1,44E-02	1,50E-02	1,58E-02	1,76E-02	1,83E-02
Arsenic	[g/j]	1,45E-04	1,57E-04	1,65E-04	2,18E-04	2,27E-04
Cadmium	[g/j]	8,63E-05	9,48E-05	9,98E-05	1,38E-04	1,44E-04
Chrome	[g/j]	6,94E-03	7,08E-03	7,44E-03	7,30E-03	7,61E-03
Mercure	[g/j]	5,66E-03	5,97E-03	6,28E-03	7,34E-03	7,66E-03
Nickel	[g/j]	7,64E-04	8,69E-04	9,15E-04	1,43E-03	1,49E-03
Plomb	[g/j]	7,52E-04	8,17E-04	8,60E-04	1,15E-03	1,20E-03
Dioxines	[g/j]	9,01E-10	5,90E-10	6,20E-10	3,74E-10	3,90E-10
Furanes	[g/j]	1,34E-09	8,79E-10	9,24E-10	5,65E-10	5,89E-10

Sur le réseau d'étude, en moyenne journalière annuelle, il est possible de constater que les émissions de polluants (moyenne tous polluants confondus considérés dans l'étude, cf. tableau précédent) calculées aux horizons futurs 2028 et 2048 (en situation 'Fil de l'Eau' et 'Projet') sont inférieures à celles en situation actuelle 2023 (cf. histogramme suivant).

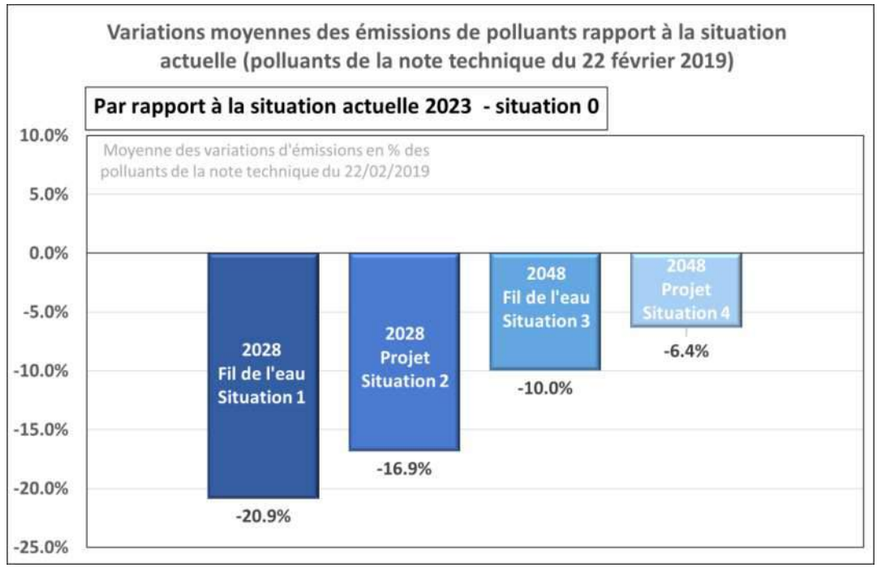


Figure 76 : Évolution moyenne des émissions de polluants en % (tous polluants confondus considérés dans l'étude) sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle comparativement à la situation actuelle 2023

Tableau 33 : Évolution des émissions moyennes journalières annuelles pour les principaux polluants sur le réseau d'étude- par polluant

Émissions moyennes journalières annuelles	NOx	PM10	PM2,5	Particules à l'échappement	CO	SO_2
2028 FDE vs Actuel 2023	-26,4%	-5,0%	-10,2%	-40,7%	-23,8%	+10,8%
2028 Projet vs Actuel 2023	-22,6%	+0,1%	-5,3%	-37,5%	-20,1%	+16,6%
2028 Projet vs 2028 FDE	**+5,2%**	**+5,4%**	**+5,4%**	**+5,3%**	**+4,8%**	**+5,3%**
2048 FDE vs Actuel 2023	-69,1%	+0,4%	-11,6%	-83,1%	-14,2%	+66,9%
2048 Projet vs Actuel 2023	-67,8%	+5,0%	-7,6%	-82,3%	-10,6%	+74,3%
2048 Projet vs 2048 FDE	**+4,2%**	**+4,6%**	**+4,6%**	**+4,3%**	**+4,2%**	**+4,4%**
2048 Projet vs 2028 projet	-58,5%	+4,9%	-2,4%	-71,7%	+11,9%	+49,4%
Émissions moyennes journalières annuelles	**COVNM**	**Benzène**	**NO_2**	**BaP**	**Arsenic**	**Nickel**
2028 FDE vs Actuel 2023	-40,1%	-53,4%	-26,4%	-5,4%	+8,4%	+13,7%
2028 Projet vs Actuel 2023	-37,3%	-51,0%	-22,5%	-0,7%	+14,1%	+19,8%
2028 Projet vs 2028 FDE	**+4,8%**	**+5,2%**	**+5,4%**	**+5,0%**	**+5,2%**	**+5,3%**
2048 FDE vs Actuel 2023	-6,1%	-61,1%	-85,2%	-27,8%	+50,5%	+87,1%
2048 Projet vs Actuel 2023	-2,9%	-59,4%	-84,5%	-24,8%	+57,1%	+95,5%
2048 Projet vs 2048 FDE	**+3,4%**	**+4,3%**	**+4,4%**	**+4,2%**	**+4,4%**	**+4,5%**
2048 Projet vs 2028 Projet	+54,7%	-17,2%	-80,0%	-24,3%	+37,7%	+63,2%

À l'horizon futur 2028, sur le **réseau** d'étude, il ressort que :
-Les émissions polluantes en situations Fil de l'eau et Projet diminuent par rapport à la situation actuelle 2023 pour les principaux polluants (sauf pour les particules PM10, le dioxyde de soufre, l'arsenic et le nickel qui voient leurs émissions augmenter en situation FDE et Projet).
Tous polluants considérés et confondus dans cette étude (cf. listes précédentes), en situation projet, les émissions de polluants, en moyenne, diminuent par rapport à la situation actuelle 2023 (-16,9 %).

-La réalisation du projet d'aménagement va entraîner une augmentation des émissions de tous les principaux polluants (de +4,8 % à +5,4 % suivant le polluant) par rapport à la situation 'Fil de l'eau'.
Tous polluants considérés et confondus dans cette étude (cf. listes précédentes), la réalisation du projet d'aménagement génère une évolution moyenne des émissions de polluants de +5,1 % par rapport à la situation Fil de l'eau 2028.
Cela est à corréler avec l'augmentation des VK sur le réseau d'étude entre les situations projet et Fil de l'eau, compte tenu de l'augmentation des déplacements.

Les polluants émis par la combustion tendent à diminuer à l'horizon futur 2028 à l'exception du SO_2 pour lequel les émissions augmentent (situation Fil de l'eau et projet).
Les imbrûlés (COVNM) sont également en recul, et ce, de manière significative.

Les augmentations de trafic sur le réseau d'étude pour les situations 'Fil de l'eau' et 'Projet' à l'horizon 2028 - par rapport à la situation actuelle 2023 – seront presque totalement compensées par la baisse des émissions unitaires, en raison du renouvellement du parc automobile. En effet, le remplacement des véhicules anciens par des véhicules plus récents et plus performants d'un point de vue environnemental grâce aux améliorations technologiques (par exemple, les systèmes d'épuration des gaz d'échappement) va générer la baisse des émissions des véhicules.
Quant aux polluants émis également par l'abrasion (usure des véhicules et des revêtements routiers), ces derniers voient leurs émissions diminuer de manière moins importante (particules et BaP), voire légèrement augmenter en situation 'Projet' (PM10) et augmenter (arsenic et nickel) du fait de la hausse des VK.

Concernant l'horizon futur 2048, sur le **réseau** d'étude, il ressort que :
-Les émissions polluantes en situations Fil de l'eau et Projet diminuent par rapport à la situation actuelle 2023 pour les principaux polluants (sauf pour les particules PM10, le dioxyde de soufre, l'arsenic et le nickel qui voient leurs émissions augmenter en situation FDE et Projet ainsi que les PM10 en situation projet uniquement).
Tous polluants considérés et confondus dans cette étude (cf. listes précédentes), en situation projet, les émissions de polluants, en moyenne, diminuent par rapport à la situation actuelle 2023 (-6,4 %).

-La réalisation du projet d'aménagement va entraîner une augmentation des émissions de tous les principaux polluants (de +3,4 % à +4,6 % suivant le polluant) par rapport à la situation 'Fil de l'eau' 2048.
Tous polluants considérés et confondus dans cette étude (cf. listes précédentes), la réalisation du projet d'aménagement génère une évolution moyenne des émissions de polluants (+4,1 %) par rapport à la situation Fil de l'eau.

Les polluants émis par la combustion tendent à diminuer de manière importante à l'horizon futur 2048 à l'exception des imbrulés (COVNM) pour lequel les émissions diminuent légèrement et du SO_2 pour lequel les émissions augmentent (situation Fil de l'eau et projet).
Quant aux polluants émis également par l'abrasion (usure des véhicules et des revêtements routiers), ces derniers voient leurs émissions diminuer de manière moins importante (BaP) voire augmenter (arsenic et nickel, PM10) du fait de la hausse des VK.

Enfin, pour la situation projetée 2048, comparativement à la situation projetée 2028, les émissions de PM10, CO, SO_2, COVNM, arsenic et nickel augmentent tandis que celles des NOx, PM2,5, particules à l'échappement, benzène, NO_2 et BaP diminuent.

Les émissions des principaux polluants émis par le trafic en moyenne journalière annuelle sur le réseau d'étude sont représentées graphiquement ci-après.

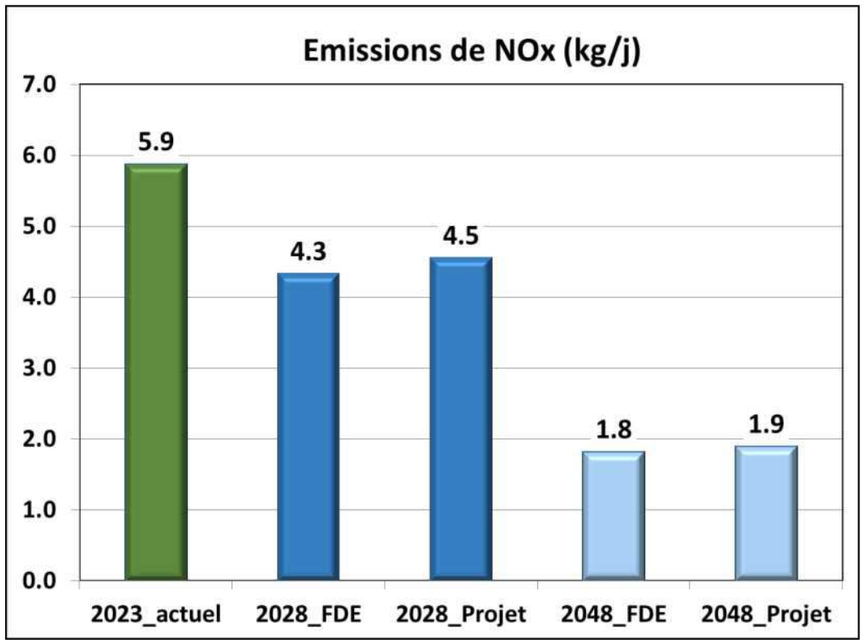


Figure 77 : Émissions d'oxydes d'azote (éq.NO_2) sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle

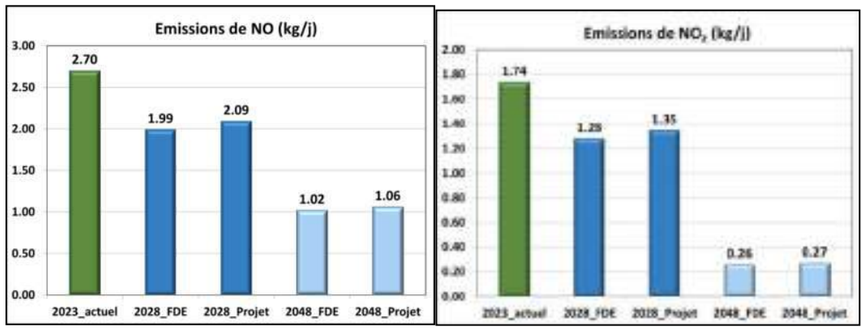


Figure 78 : Émissions de monoxyde d'azote et dioxyde d'azote sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle

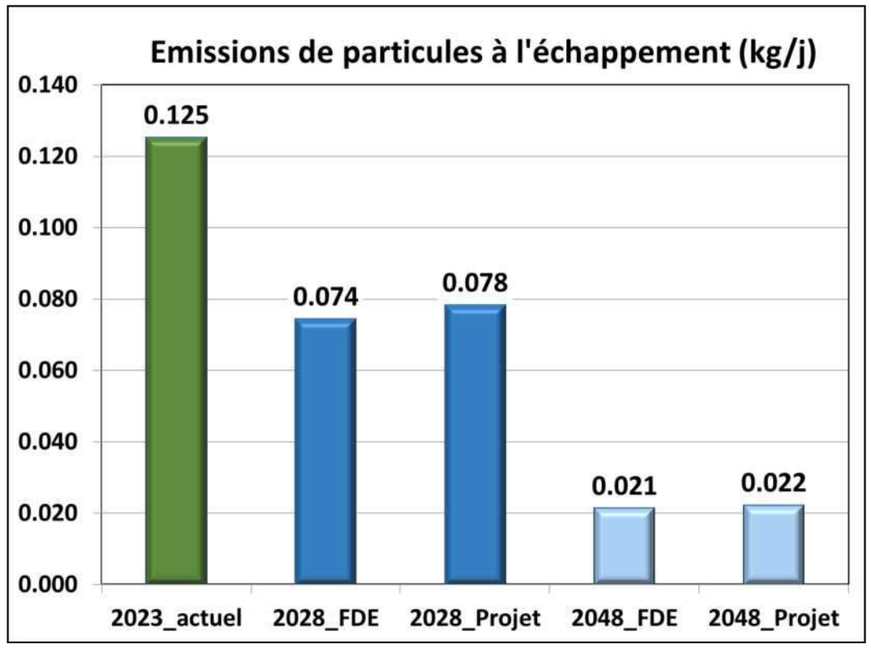


Figure 79 : Émissions de particules à l'échappement sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle

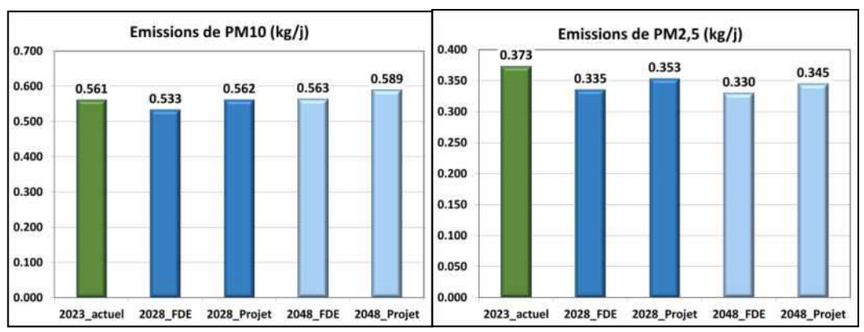


Figure 80 : Émissions de particules PM10 et PM2,5 sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle

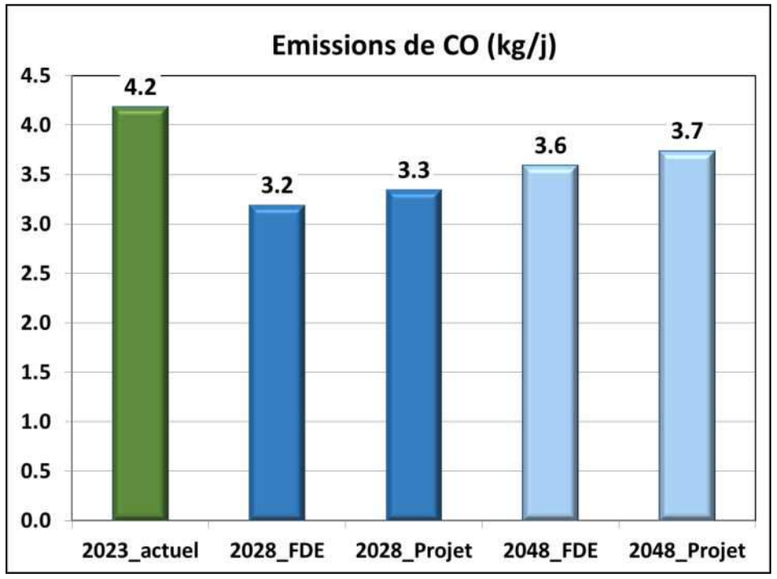


Figure 81 : Émissions de CO sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle

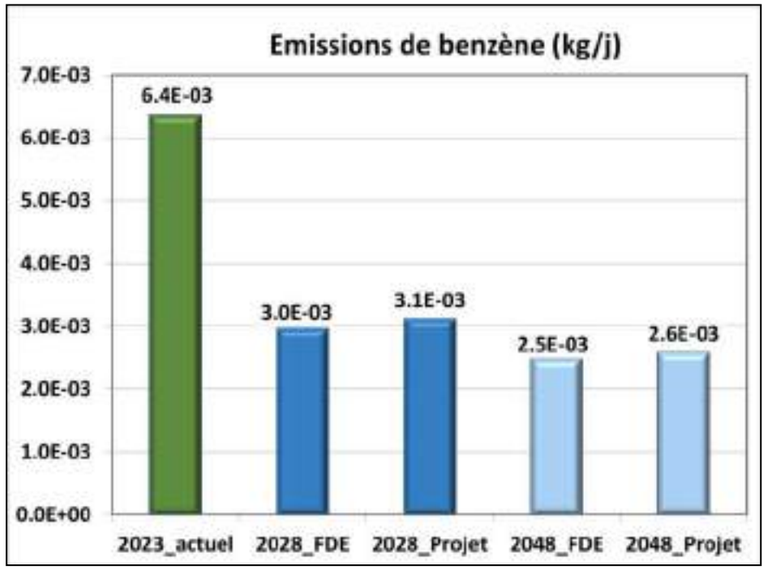


Figure 83 : Émissions de benzène sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle

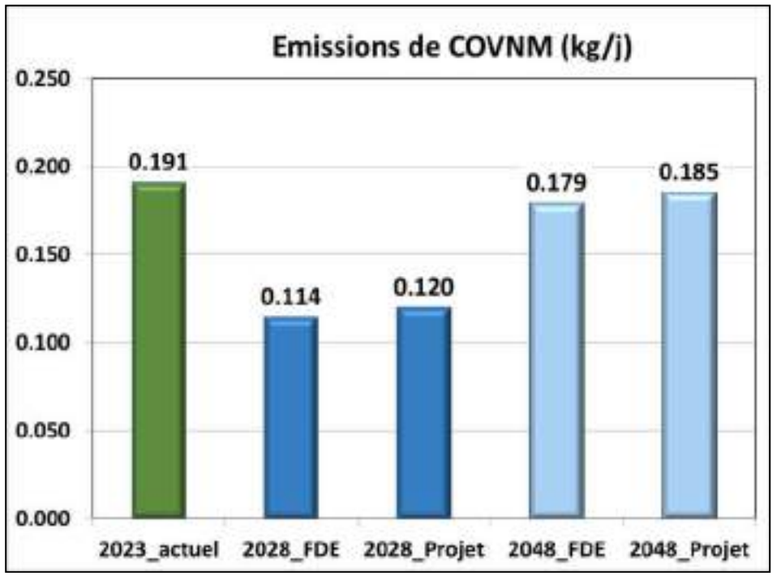


Figure 82 : Émissions de COVNM sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle

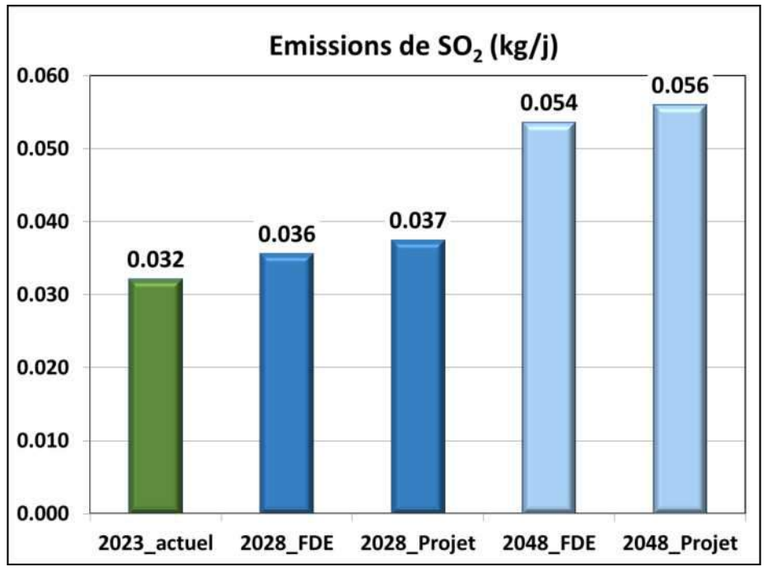


Figure 84 : Émissions de dioxyde de soufre sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle

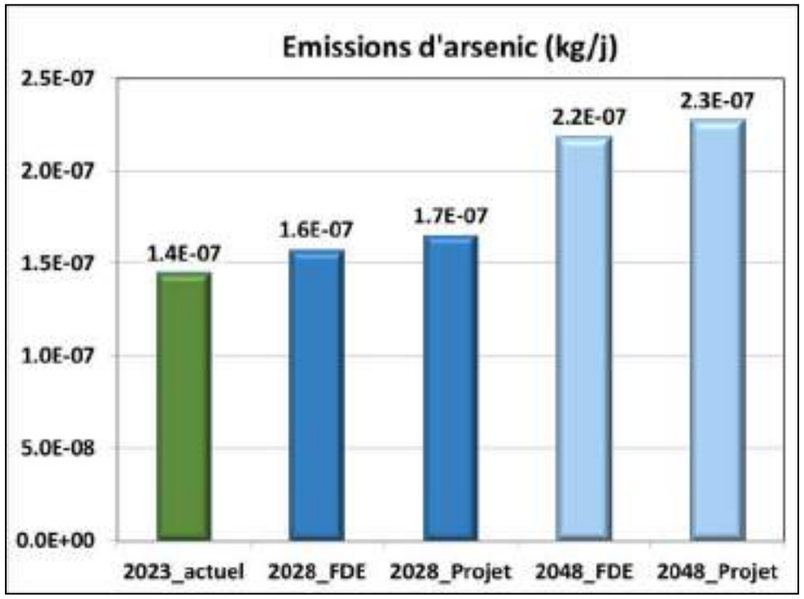


Figure 85 : Émissions d'arsenic sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle

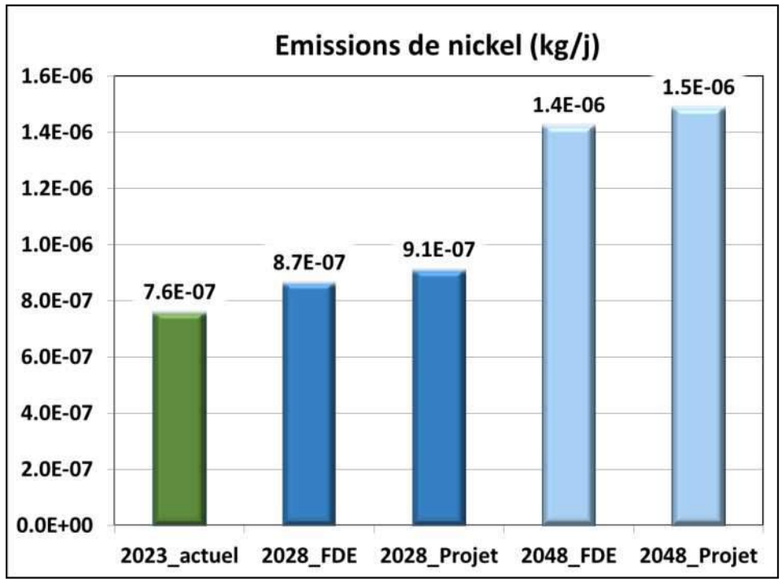


Figure 86 : Émissions de nickel sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle

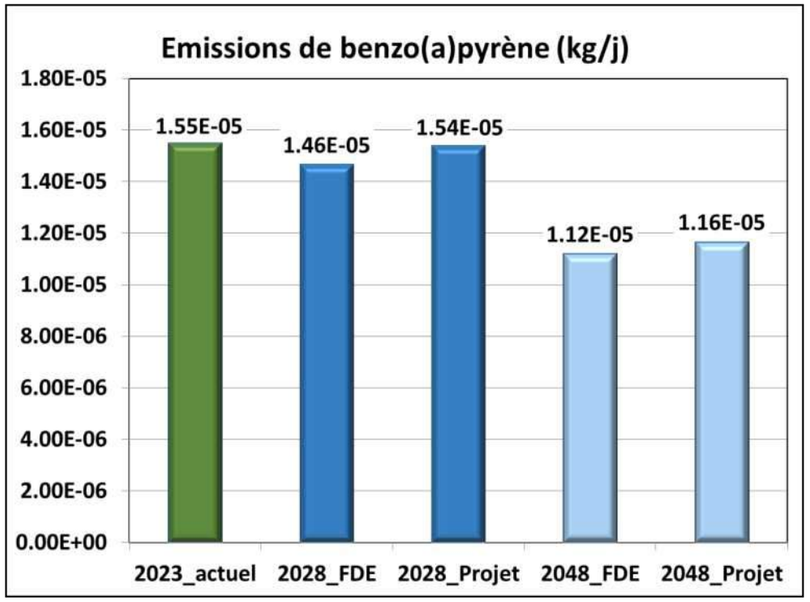


Figure 87 : Émissions de benzo(a)pyrène sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle

17.2.4. Simulation numérique de la dispersion atmosphérique

L'objectif de la simulation numérique est d'estimer les concentrations en polluants, aux alentours des sources et au niveau des populations / lieux vulnérables.
Ici, le modèle de dispersion atmosphérique utilisé est le logiciel AERMOD (US EPA / United States Environmental Protection Agency).
Les calculs de dispersion se basent sur des taux d'émissions prévisionnels, des données météorologiques et la topographie.

Méthodologie

Le modèle AERMOD est présenté par l'AERMIC (American Meteorological Society/Environmental Protection Agency Regulatory Model Improvement Committee) comme l'état de l'art parmi les modèles de dispersion de l'US EPA (United States Environmental Protection Agency). Ce modèle a, par ailleurs, été imposé comme modèle de dispersion de l'air obligatoire aux États-Unis pour toutes les études réglementaires.
C'est un modèle de type gaussien de dernière génération qui est basé sur la structure turbulente de la couche limite planétaire et des concepts d'échelles, incluant les terrains plats et complexes. Il détermine la vitesse du vent et la classe de stabilité qui donnent lieu aux concentrations maximales.

Cet outil suppose qu'il n'y a ni déposition lors du transport, ni réaction des polluants.
Il permet de prédire des concentrations au sol de rejets gazeux non réactifs, ou de particules solides.
Par ailleurs, les avantages et les limites de ce type de logiciel sont connus et publiés.
AERMOD contient deux préprocesseurs pour la conversion préalable des données météorologiques et topographiques, ce sont Aermet et Aermap.
L'équation de base des modèles gaussiens permettant le calcul des concentrations s'écrit comme suit :

$$C(x,y,z) = \frac{Q_m}{2.\pi.u_{10}.\sigma_y(x).\sigma_z(x)}.\exp\left(-\frac{y^2}{2.\sigma_y^2(x)}\right).\left[\exp\left(-\frac{(z-h)^2}{2.\sigma_z^2(x)}\right)+\exp\left(-\frac{(z+h)^2}{2.\sigma_z^2(x)}\right)\right]$$

Avec
- C : Concentration de polluants au point x,y,z (M/L^3)
- Q : Débit de la source de polluants en (M/T)
- U_{10} : Vitesse moyenne du vent mesurée à 10 m du sol (L/T)
- σy : Écart-type de la distribution horizontale de turbulence (L)
- σz : Écart-type de la distribution verticale de turbulence (L)
- h : Hauteur effective de la source de polluants (L)

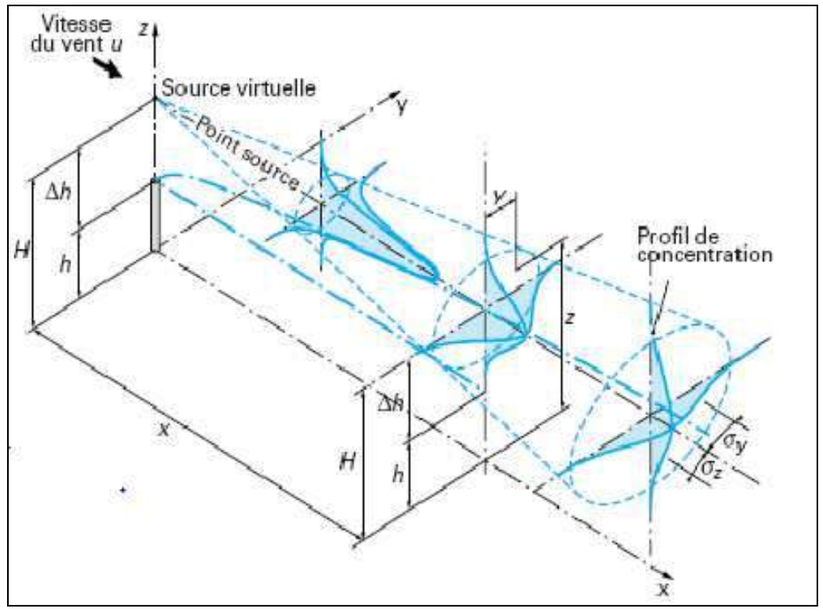


Figure 88: Modélisation gaussienne d'un panache

La dispersion atmosphérique des polluants étant directement influencée par les conditions météorologiques, les paramètres nécessaires aux simulations ont été recueillis par la station météorologique « Marseille-Marignane (Marseille Provence) ».
Il s'agit des données horaires sur la durée de l'année 2007 complète, soit du 1er janvier au 31 décembre. Cette durée permet d'obtenir une bonne représentativité statistique des situations météorologiques rencontrées sur une zone.
Par ailleurs, l'utilisation de données horaires permet d'assurer également une représentativité adéquate de l'évolution des paramètres.

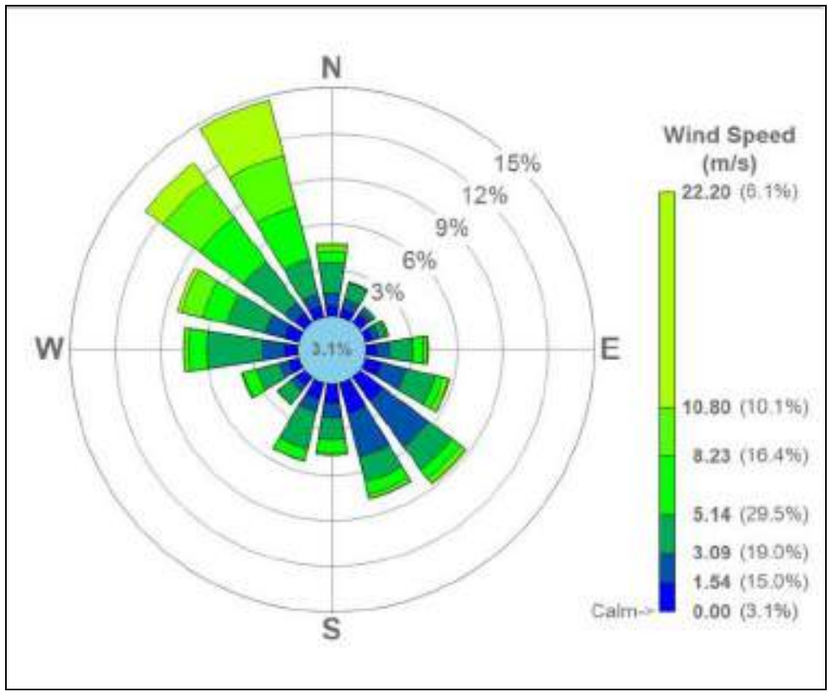


Figure 89: Rose des vents utilisée pour les simulations

La topographie du terrain est intégrée au modèle à l'aide du préprocesseur Aermap.
Les hauteurs de terrain des nœuds du réseau de récepteurs constituent les données d'entrée nécessaires. Les données topographiques ont été acquises auprès de l'IGN (résolution de 250 mètres jugée suffisante au regard de l'homogénéité du relief de la zone d'étude). Le terrain considéré est un rectangle de 1 400 m sur 1 600 m.
Le terrain numérique obtenu est illustré immédiatement ci-après.

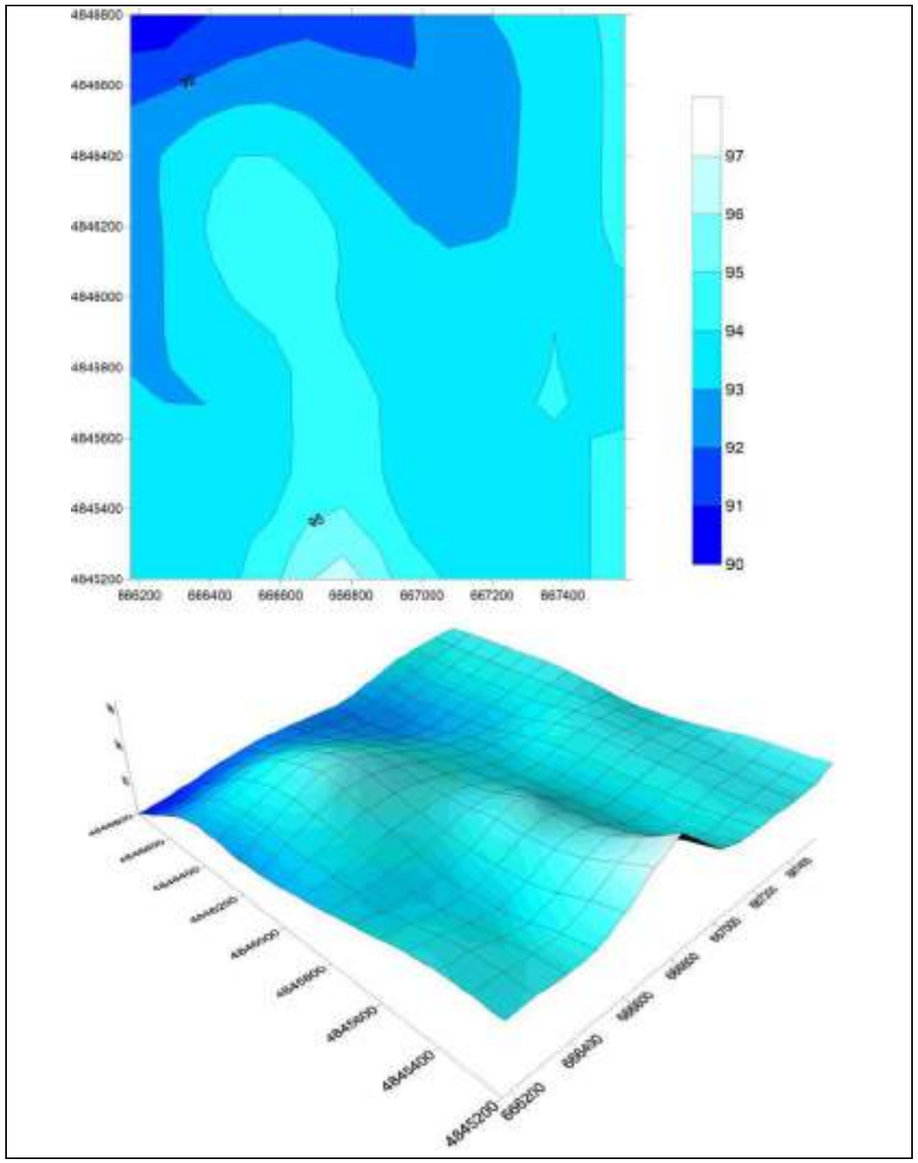


Figure 90: Terrain numérique utilisé dans les modélisations et grille de calcul

Les concentrations sont calculées en moyennes annuelles, journalières et horaires.
Elles sont relevées non seulement sur la grille de calcul (255 points de calcul) mais aussi au niveau de récepteurs ponctuels (lieux vulnérables : écoles et EHPAD) et l'emprise projet (19 points de calcul).
Ces récepteurs sont repérés sur la planche et détaillées dans le tableau suivant.

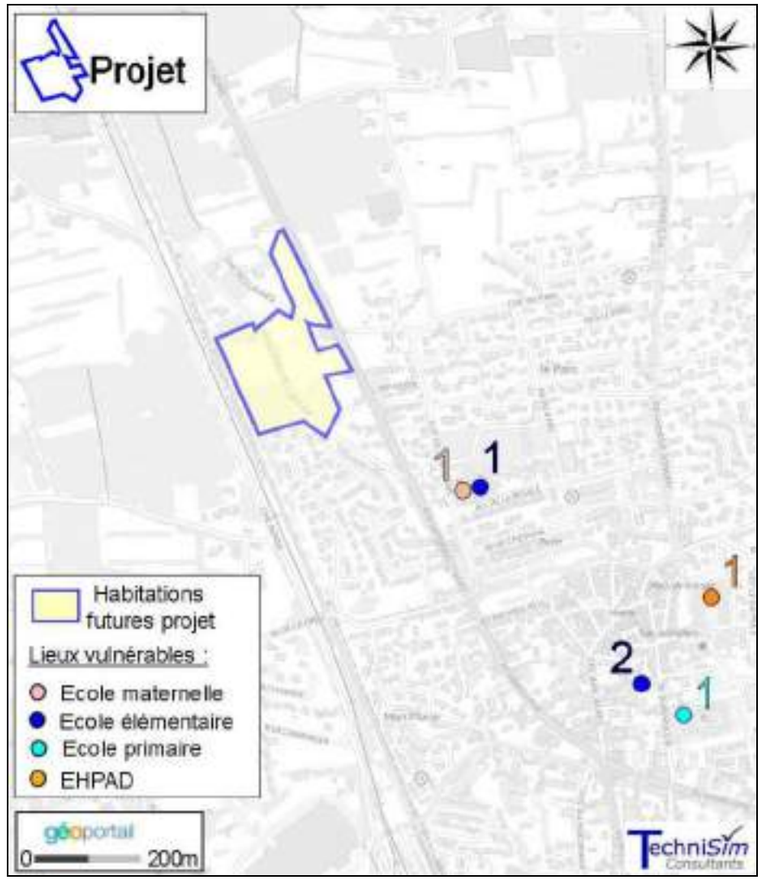


Figure 91: Emplacement des récepteurs ponctuels et zones sur la grille de calcul

Tableau 34 : Liste des récepteurs sur la zone grille

Type d'établissement	Récepteur	Adresse / Dénomination / Effectif
ÉCOLE MATERNELLE	1	Avenue de la Régale - 13560 Sénas - École maternelle Marcel Pagnol (155 élèves)
ÉCOLE ELEMENTAIRE	1	Avenue de la Régale - 13560 Sénas - École élémentaire Simone Veil (185 élèves)
	2	10 Avenue Jean Moulin – 13560 Sénas - École élémentaire Jean Moulin 1 (159 élèves)
ÉCOLE PRIMAIRE	1	200 avenue des jardins – 13560 Sénas - École primaire Jean Moulin 2 (288 élèves)
EHPAD	1	10 chemin de l'Échangeur – 13560 Sénas - EHPAD Résidence le Grand Pré (101 places)
PROJET	Zone Projet	- Habitants du projet d'aménagement

Résultats des simulations

Les résultats que l'on retient sont les concentrations en µg/m^3 à hauteur d'Homme.
Ils sont exprimés pour chaque scénario de modélisation retenu, et reportés dans les tableaux immédiatement suivants.
Pour les lieux vulnérables existants en l'état actuel, les concentrations moyennes ont été relevées pour chaque type de lieu vulnérables mais seules les concentrations maximales pour chaque type de lieu vulnérable sont présentées.

Nota Bene : Ces résultats considèrent uniquement l'effet des émissions du trafic routier sur les brins du réseau d'étude. Les autres sources d'émission ne sont pas prises en considération.

Concentrations maximales relevées sur la grille de calcul

Tableau 35 : Concentrations maximales relevées sur la grille de calcul

MAX Grille de calcul	Composés faisant l'objet d'une règlementation [µg/m³]						
COMPOSES	Pas de temps	2023 Actuel	2028 Fil de l'eau	2028 Projet	2048 Fil de l'eau	2048 Projet
Dioxyde d'azote	*Année*	3,43E+01	2,54E+01	2,62E+01	5,27E+00	5,39E+00
	Jour	5,86E+01	4,34E+01	4,46E+01	8,96E+00	9,17E+00
	Heure	1,62E+02	1,20E+02	1,24E+02	2,49E+01	2,55E+01
Particules PM10	*Année*	1,42E+01	1,36E+01	1,43E+01	1,47E+01	1,53E+01
	Jour	3,92E+01	3,75E+01	3,85E+01	4,05E+01	4,15E+01
Particules PM2,5	*Année*	4,42E+00	4,29E+00	4,49E+00	4,32E+00	4,49E+00
	Jour	1,43E+01	0,00E+00	1,46E-01	1,43E-01	1,46E-01
Dioxyde de soufre	*Année*	4,11E-01	4,59E-01	4,81E-01	7,07E-01	7,33E-01
	Jour	1,36E+00	1,52E+00	1,56E+00	2,33E+00	2,39E+00
	Heure	3,01E+00	3,37E+00	3,46E+00	5,19E+00	5,31E+00
Monoxyde de carbone	*Année*	6,26E+01	4,80E+01	4,99E+01	5,52E+01	5,70E+01
	Jour	1,86E+02	1,42E+02	1,46E+02	1,64E+02	1,67E+02
	Heure	4,59E+02	3,52E+02	3,62E+02	4,05E+02	4,14E+02
Benzène	*Année*	8,17E-02	3,88E-02	4,05E-02	3,33E-02	3,45E-02
Plomb	*Année*	9,65E-06	1,06E-05	1,11E-05	1,51E-05	1,57E-05
B[a]P	*Année*	2,04E-04	1,94E-04	2,02E-04	1,52E-04	1,57E-04
Arsenic	*Année*	1,86E-06	2,03E-06	2,13E-06	2,87E-06	2,98E-06
Cadmium	*Année*	1,11E-06	1,23E-06	1,28E-06	1,82E-06	1,89E-06
Nickel	*Année*	9,75E-06	1,12E-05	1,17E-05	1,89E-05	1,96E-05
MAX Grille de calcul	**Composés ne *faisant pas l'objet* d'une réglementation [µg/m³]**					
COMPOSES	**Pas de temps**	**2023 Actuel**	**2028 Fil de l'eau**	**2028 Projet**	**2048 Fil de l'eau**	**2048 Projet**
Ammoniac	*Année*	1,75E+00	1,55E+00	1,62E+00	2,36E+00	2,44E+00
PM à l'échappement	*Année*	1,61E+00	9,65E-01	1,01E+00	2,94E-01	3,05E-01
COVNM	*Année*	2,60E+00	1,83E+00	1,90E+00	3,86E+00	3,95E+00
Acétaldéhyde	*Année*	8,76E-02	6,30E-02	6,53E-02	1,42E-01	1,45E-01
Acroléine	*Année*	4,14E-02	2,71E-02	2,82E-02	5,47E-02	5,60E-02
1,3-butadiène	*Année*	3,66E-02	3,48E-02	3,59E-02	1,01E-01	1,04E-01
Éthylbenzène	*Année*	2,62E-02	1,42E-02	1,48E-02	1,67E-02	1,72E-02
Formaldéhyde	*Année*	1,63E-01	1,15E-01	1,20E-01	2,57E-01	2,64E-01
Toluène	*Année*	1,40E-01	7,42E-02	7,74E-02	8,75E-02	9,04E-02
Xylènes	*Année*	1,09E-01	6,51E-02	6,77E-02	1,03E-01	1,06E-01
16 HAP*	*Année*	2,30E-02	2,23E-02	2,31E-02	1,60E-02	1,65E-02
16 HAP* en équivalent B(a)P	*Année*	4,05E-04	3,90E-04	4,06E-04	3,13E-04	3,23E-04
Naphtalène	*Année*	1,73E-01	1,69E-01	1,76E-01	1,58E-01	1,64E-01
Chrome	*Année*	9,00E-05	9,22E-05	9,63E-05	9,56E-05	9,89E-05
Mercure	*Année*	7,30E-05	7,75E-05	8,10E-05	9,65E-05	1,00E-04
Dioxines	*Année*	1,19E-11	7,81E-12	8,15E-12	5,06E-12	5,23E-12
Furanes	*Année*	1,76E-11	1,16E-11	1,21E-11	7,64E-12	7,90E-12
NOx (éq. NO_2)	*Année*	7,69E+01	5,76E+01	6,01E+01	2,98E+01	3,07E+01
Propionaldéhyde	*Année*	2,30E-02	1,71E-02	1,77E-02	3,97E-02	4,06E-02

* Dont le B(a)P

Concentrations maximales relevées au niveau des lieux vulnérables existants en l'état actuel

Tableau 36 : Concentrations relevées au niveau de l'école maternelle

École maternelle	Composés faisant l'objet d'une règlementation [µg/m³]					
COMPOSES	Pas de temps	2023 Actuel	2028 Fil de l'eau	2028 Projet	2048 Fil de l'eau	2048 Projet
Dioxyde d'azote	*Année*	1,87E+00	1,35E+00	1,40E+00	2,53E-01	2,61E-01
	Jour	4,52E+00	3,26E+00	3,36E+00	6,13E-01	6,27E-01
	Heure	1,45E+01	1,05E+01	1,08E+01	2,00E+00	2,05E+00
Particules PM10	*Année*	9,18E-01	8,59E-01	8,90E-01	8,69E-01	8,96E-01
	Jour	3,08E+00	2,88E+00	2,97E+00	2,91E+00	2,98E+00
Particules PM2,5	*Année*	2,10E-01	2,70E-01	2,79E-01	2,54E-01	2,62E-01
	Jour	8,46E-01	1,09E+00	1,12E+00	1,02E+00	1,05E+00
Dioxyde de soufre	*Année*	2,56E-02	2,79E-02	2,89E-02	3,99E-02	4,12E-02
	Jour	1,03E-01	1,12E-01	1,15E-01	1,60E-01	1,64E-01
	Heure	2,64E-01	2,90E-01	2,99E-01	4,20E-01	4,31E-01
Monoxyde de carbone	*Année*	3,39E+00	2,59E+00	2,68E+00	2,91E+00	2,99E+00
	Jour	1,25E+01	9,56E+00	9,83E+00	1,09E+01	1,11E+01
	Heure	3,58E+01	2,74E+01	2,83E+01	3,10E+01	3,20E+01
Benzène	*Année*	5,04E-03	2,28E-03	2,36E-03	1,80E-03	1,86E-03
Plomb	*Année*	5,97E-07	6,38E-07	6,61E-07	8,51E-07	8,78E-07
B[a]P	*Année*	1,19E-05	1,10E-05	1,14E-05	8,06E-06	8,30E-06
Arsenic	*Année*	1,15E-07	1,22E-07	1,27E-07	1,61E-07	1,66E-07
Cadmium	*Année*	6,87E-08	7,42E-08	7,68E-08	1,03E-07	1,06E-07
Nickel	*Année*	6,13E-07	6,86E-07	7,10E-07	1,07E-06	1,11E-06
École maternelle	**Composés ne *faisant pas l'objet* d'une réglementation [µg/m³]**					
COMPOSES	Pas de temps	2023 Actuel	2028 Fil de l'eau	2028 Projet	2048 Fil de l'eau	2048 Projet
Ammoniac	*Année*	1,01E-01	8,74E-02	9,05E-02	1,26E-01	1,30E-01
PM à l'échappement	*Année*	9,98E-02	5,85E-02	6,05E-02	1,63E-02	1,68E-02
COVNM	*Année*	1,56E-01	9,80E-02	1,01E-01	1,76E-01	1,80E-01
Acétaldéhyde	*Année*	5,43E-03	3,41E-03	3,52E-03	6,25E-03	6,42E-03
Acroléine	*Année*	2,65E-03	1,52E-03	1,57E-03	2,40E-03	2,47E-03
1,3-butadiène	*Année*	2,03E-03	1,71E-03	1,77E-03	4,46E-03	4,59E-03
Éthylbenzène	*Année*	1,59E-03	8,20E-04	8,48E-04	8,88E-04	9,15E-04
Formaldéhyde	*Année*	1,01E-02	6,27E-03	6,48E-03	1,13E-02	1,16E-02
Toluène	*Année*	8,37E-03	4,22E-03	4,36E-03	4,61E-03	4,75E-03
Xylènes	*Année*	6,47E-03	3,59E-03	3,71E-03	5,06E-03	5,21E-03
16 HAP*	*Année*	1,18E-03	1,21E-03	1,25E-03	8,18E-04	8,43E-04
16 HAP* en équivalent B(a)P	*Année*	2,32E-05	2,18E-05	2,26E-05	1,63E-05	1,68E-05
Naphtalène	*Année*	1,02E-02	9,69E-03	1,00E-02	8,54E-03	8,80E-03
Chrome	*Année*	5,44E-06	5,42E-06	5,61E-06	5,26E-06	5,42E-06
Mercure	*Année*	4,47E-06	4,62E-06	4,78E-06	5,38E-06	5,55E-06
Dioxines	*Année*	6,87E-13	4,45E-13	4,61E-13	2,71E-13	2,79E-13
Furanes	*Année*	1,02E-12	6,63E-13	6,87E-13	4,09E-13	4,22E-13
NOx (éq. NO_2)	*Année*	4,64E+00	3,42E+00	3,54E+00	1,55E+00	1,60E+00
Propionaldéhyde	*Année*	1,43E-03	9,20E-04	9,51E-04	1,74E-03	1,79E-03

* Dont le B(a)P

Tableau 37 : Concentrations relevées au niveau de l'école élémentaire 1

École élémentaire 1	Composés faisant l'objet d'une règlementation [µg/m³]					
COMPOSES	Pas de temps	2023 Actuel	2028 Fil de l'eau	2028 Projet	2048 Fil de l'eau	2048 Projet
Dioxyde d'azote	*Année*	1,35E+00	9,73E-01	1,01E+00	1,80E-01	1,86E-01
	Jour	3,30E+00	2,38E+00	2,47E+00	4,47E-01	4,61E-01
	Heure	1,00E+01	7,16E+00	7,37E+00	1,35E+00	1,39E+00
Particules PM10	*Année*	6,63E-01	6,20E-01	6,41E-01	6,23E-01	6,42E-01
	Jour	2,25E+00	2,10E+00	2,18E+00	2,13E+00	2,20E+00
Particules PM2,5	*Année*	1,61E-01	1,94E-01	2,01E-01	1,82E-01	1,88E-01
	Jour	6,56E-01	7,93E-01	8,23E-01	7,48E-01	7,73E-01
Dioxyde de soufre	*Année*	1,84E-02	2,00E-02	2,07E-02	2,85E-02	2,93E-02
	Jour	7,51E-02	8,20E-02	8,51E-02	1,18E-01	1,21E-01
	Heure	1,82E-01	1,96E-01	2,03E-01	2,83E-01	2,92E-01
Monoxyde de carbone	*Année*	2,41E+00	1,84E+00	1,90E+00	2,06E+00	2,12E+00
	Jour	8,97E+00	6,86E+00	7,10E+00	7,72E+00	7,97E+00
	Heure	2,41E+01	1,85E+01	1,92E+01	2,09E+01	2,15E+01
Benzène	*Année*	3,62E-03	1,63E-03	1,69E-03	1,28E-03	1,32E-03
Plomb	*Année*	4,29E-07	4,58E-07	4,74E-07	6,07E-07	6,25E-07
B[a]P	*Année*	8,49E-06	7,87E-06	8,14E-06	5,72E-06	5,88E-06
Arsenic	*Année*	8,26E-08	8,79E-08	9,08E-08	1,15E-07	1,19E-07
Cadmium	*Année*	4,94E-08	5,33E-08	5,51E-08	7,33E-08	7,55E-08
Nickel	*Année*	4,41E-07	4,93E-07	5,09E-07	7,65E-07	7,88E-07
École élémentaire 1	**Composés ne *faisant pas l'objet* d'une réglementation [µg/m³]**					
COMPOSES	Pas de temps	2023 Actuel	2028 Fil de l'eau	2028 Projet	2048 Fil de l'eau	2048 Projet
Ammoniac	*Année*	7,23E-02	6,24E-02	6,45E-02	8,92E-02	9,18E-02
PM à l'échappement	*Année*	7,19E-02	4,20E-02	4,34E-02	1,16E-02	1,20E-02
COVNM	*Année*	1,12E-01	7,02E-02	7,25E-02	1,25E-01	1,28E-01
Acétaldéhyde	*Année*	3,93E-03	2,45E-03	2,53E-03	4,44E-03	4,56E-03
Acroléine	*Année*	1,91E-03	1,10E-03	1,13E-03	1,71E-03	1,75E-03
1,3-butadiène	*Année*	1,46E-03	1,23E-03	1,27E-03	3,18E-03	3,26E-03
Éthylbenzène	*Année*	1,14E-03	5,85E-04	6,05E-04	6,30E-04	6,48E-04
Formaldéhyde	*Année*	7,33E-03	4,51E-03	4,66E-03	8,06E-03	8,28E-03
Toluène	*Année*	5,99E-03	3,01E-03	3,11E-03	3,27E-03	3,36E-03
Xylènes	*Année*	4,64E-03	2,56E-03	2,65E-03	3,59E-03	3,69E-03
16 HAP*	*Année*	8,49E-04	8,64E-04	8,93E-04	5,80E-04	5,97E-04
16 HAP* en équivalent B(a)P	*Année*	1,66E-05	1,56E-05	1,61E-05	1,15E-05	1,19E-05
Naphtalène	*Année*	7,28E-03	6,92E-03	7,15E-03	6,06E-03	6,24E-03
Chrome	*Année*	3,91E-06	3,89E-06	4,02E-06	3,75E-06	3,86E-06
Mercure	*Année*	3,21E-06	3,32E-06	3,43E-06	3,84E-06	3,95E-06
Dioxines	*Année*	4,91E-13	3,18E-13	3,28E-13	1,92E-13	1,98E-13
Furanes	*Année*	7,31E-13	4,73E-13	4,89E-13	2,91E-13	2,99E-13
NOx (éq. NO_2)	*Année*	3,34E+00	2,46E+00	2,54E+00	1,10E+00	1,14E+00
Propionaldéhyde	*Année*	1.03E-03	6.63E-04	6.84E-04	1.24E-03	1.27E-03

* Dont le B(a)P

Tableau 38 : Concentrations relevées au niveau de l'école élémentaire 2

École élémentaire 2	Composés faisant l'objet d'une règlementation [µg/m³]					
COMPOSES	Pas de temps	2023 Actuel	2028 Fil de l'eau	2028 Projet	2048 Fil de l'eau	2048 Projet
Dioxyde d'azote	*Année*	3,33E-01	2,43E-01	2,52E-01	4,75E-02	4,90E-02
	Jour	1,24E+00	9,09E-01	9,44E-01	1,82E-01	1,86E-01
	Heure	3,01E+00	2,17E+00	2,27E+00	4,20E-01	4,33E-01
Particules PM10	*Année*	1,62E-01	1,53E-01	1,59E-01	1,59E-01	1,64E-01
	Jour	8,32E-01	7,90E-01	8,20E-01	8,40E-01	8,66E-01
Particules PM2,5	*Année*	3,07E-02	4,81E-02	4,99E-02	4,66E-02	4,82E-02
	Jour	1,83E-01	2,98E-01	3,10E-01	2,95E-01	3,05E-01
Dioxyde de soufre	*Année*	4,57E-03	5,05E-03	5,24E-03	7,45E-03	7,69E-03
	Jour	2,84E-02	3,17E-02	3,29E-02	4,76E-02	4,88E-02
	Heure	5,52E-02	6,03E-02	6,30E-02	8,81E-02	9,09E-02
Monoxyde de carbone	*Année*	6,43E-01	4,93E-01	5,11E-01	5,60E-01	5,78E-01
	Jour	3,68E+00	2,81E+00	2,89E+00	3,18E+00	3,26E+00
	Heure	7,59E+00	5,80E+00	5,98E+00	6,54E+00	6,79E+00
Benzène	*Année*	9,04E-04	4,18E-04	4,34E-04	3,43E-04	3,54E-04
Plomb	*Année*	1,07E-07	1,16E-07	1,20E-07	1,59E-07	1,64E-07
B[a]P	*Année*	2,19E-06	2,05E-06	2,13E-06	1,54E-06	1,59E-06
Arsenic	*Année*	2,06E-08	2,22E-08	2,31E-08	3,02E-08	3,12E-08
Cadmium	*Année*	1,23E-08	1,34E-08	1,40E-08	1,92E-08	1,98E-08
Nickel	*Année*	1,09E-07	1,24E-07	1,28E-07	2,00E-07	2,06E-07
École élémentaire 2	**Composés ne *faisant pas l'objet* d'une réglementation [µg/m³]**					
COMPOSES	Pas de temps	2023 Actuel	2028 Fil de l'eau	2028 Projet	2048 Fil de l'eau	2048 Projet
Ammoniac	*Année*	1,87E-02	1,63E-02	1,70E-02	2,41E-02	2,48E-02
PM à l'échappement	*Année*	1,79E-02	1,06E-02	1,10E-02	3,07E-03	3,16E-03
COVNM	*Année*	2,84E-02	1,88E-02	1,95E-02	3,64E-02	3,75E-02
Acétaldéhyde	*Année*	9,79E-04	6,51E-04	6,74E-04	1,32E-03	1,36E-03
Acroléine	*Année*	4,72E-04	2,86E-04	2,96E-04	5,08E-04	5,22E-04
1,3-butadiène	*Année*	3,83E-04	3,42E-04	3,54E-04	9,42E-04	9,69E-04
Éthylbenzène	*Année*	2,86E-04	1,51E-04	1,57E-04	1,70E-04	1,76E-04
Formaldéhyde	*Année*	1,83E-03	1,19E-03	1,24E-03	2,39E-03	2,46E-03
Toluène	*Année*	1,52E-03	7,85E-04	8,14E-04	8,87E-04	9,16E-04
Xylènes	*Année*	1,18E-03	6,77E-04	7,02E-04	1,01E-03	1,04E-03
16 HAP*	*Année*	2,07E-04	2,26E-04	2,35E-04	1,58E-04	1,63E-04
16 HAP* en équivalent B(a)P	*Année*	4,29E-06	4,09E-06	4,24E-06	3,15E-06	3,25E-06
Naphtalène	*Année*	1,87E-03	1,80E-03	1,86E-03	1,63E-03	1,68E-03
Chrome	*Année*	9,88E-07	9,95E-07	1,03E-06	9,93E-07	1,03E-06
Mercure	*Année*	8,06E-07	8,43E-07	8,75E-07	1,01E-06	1,04E-06
Dioxines	*Année*	1,27E-13	8,28E-14	8,59E-14	5,18E-14	5,35E-14
Furanes	*Année*	1,89E-13	1,23E-13	1,28E-13	7,82E-14	8,07E-14
NOx (éq. NO_2)	*Année*	8,45E-01	6,25E-01	6,49E-01	3,01E-01	3,10E-01
Propionaldéhyde	*Année*	2,58E-04	1,76E-04	1,83E-04	3,68E-04	3,78E-04

* Dont le B(a)P

Tableau 39 : Concentrations relevées au niveau de l'école primaire

École primaire	Composés faisant l'objet d'une règlementation [µg/m³]					
COMPOSES	Pas de temps	2023 Actuel	2028 Fil de l'eau	2028 Projet	2048 Fil de l'eau	2048 Projet
Dioxyde d'azote	*Année*	2,55E-01	1,86E-01	1,94E-01	3,68E-02	3,81E-02
	Jour	1,00E+00	7,33E-01	7,62E-01	1,44E-01	1,47E-01
	Heure	2,46E+00	1,79E+00	1,91E+00	3,57E-01	3,70E-01
Particules PM10	*Année*	1,24E-01	1,17E-01	1,22E-01	1,23E-01	1,27E-01
	Jour	6,69E-01	6,36E-01	6,61E-01	6,74E-01	6,91E-01
Particules PM2,5	*Année*	2,13E-02	3,68E-02	3,83E-02	3,60E-02	3,72E-02
	Jour	1,41E-01	2,40E-01	2,50E-01	2,37E-01	2,43E-01
Dioxyde de soufre	*Année*	3,51E-03	3,88E-03	4,03E-03	5,78E-03	5,97E-03
	Jour	2,29E-02	2,55E-02	2,65E-02	3,77E-02	3,86E-02
	Heure	4,49E-02	4,98E-02	5,29E-02	7,46E-02	7,73E-02
Monoxyde de carbone	*Année*	5,00E-01	3,84E-01	3,99E-01	4,38E-01	4,52E-01
	Jour	2,92E+00	2,23E+00	2,30E+00	2,53E+00	2,59E+00
	Heure	6,51E+00	5,01E+00	5,20E+00	5,69E+00	5,89E+00
Benzène	*Année*	6,94E-04	3,23E-04	3,35E-04	2,67E-04	2,76E-04
Plomb	*Année*	8,22E-08	8,91E-08	9,26E-08	1,23E-07	1,28E-07
B[a]P	*Année*	1,69E-06	1,59E-06	1,65E-06	1,21E-06	1,25E-06
Arsenic	*Année*	1,58E-08	1,71E-08	1,78E-08	2,34E-08	2,42E-08
Cadmium	*Année*	9,44E-09	1,03E-08	1,07E-08	1,49E-08	1,54E-08
Nickel	*Année*	8,35E-08	9,50E-08	9,87E-08	1,55E-07	1,60E-07
École primaire	**Composés ne *faisant pas l'objet* d'une réglementation [µg/m³]**					
COMPOSES	Pas de temps	2023 Actuel	2028 Fil de l'eau	2028 Projet	2048 Fil de l'eau	2048 Projet
Ammoniac	*Année*	1,44E-02	1,27E-02	1,32E-02	1,88E-02	1,94E-02
PM à l'échappement	*Année*	1,38E-02	8,14E-03	8,46E-03	2,38E-03	2,46E-03
COVNM	*Année*	2,18E-02	1,46E-02	1,52E-02	2,88E-02	2,97E-02
Acétaldéhyde	*Année*	7,51E-04	5,06E-04	5,25E-04	1,05E-03	1,08E-03
Acroléine	*Année*	3,61E-04	2,21E-04	2,30E-04	4,04E-04	4,15E-04
1,3-butadiène	*Année*	2,97E-04	2,69E-04	2,79E-04	7,48E-04	7,70E-04
Éthylbenzène	*Année*	2,20E-04	1,17E-04	1,22E-04	1,33E-04	1,37E-04
Formaldéhyde	*Année*	1,40E-03	9,29E-04	9,63E-04	1,90E-03	1,96E-03
Toluène	*Année*	1,17E-03	6,08E-04	6,32E-04	6,94E-04	7,16E-04
Xylènes	*Année*	9,08E-04	5,26E-04	5,46E-04	7,93E-04	8,18E-04
16 HAP*	*Année*	1,57E-04	1,75E-04	1,82E-04	1,23E-04	1,27E-04
16 HAP* en équivalent B(a)P	*Année*	3,32E-06	3,17E-06	3,29E-06	2,47E-06	2,54E-06
Naphtalène	*Année*	1,44E-03	1,39E-03	1,44E-03	1,27E-03	1,31E-03
Chrome	*Année*	7,60E-07	7,68E-07	7,98E-07	7,72E-07	7,98E-07
Mercure	*Année*	6,19E-07	6,49E-07	6,75E-07	7,85E-07	8,10E-07
Dioxines	*Année*	9,81E-14	6,41E-14	6,66E-14	4,04E-14	4,17E-14
Furanes	*Année*	1,46E-13	9,55E-14	9,92E-14	6,10E-14	6,30E-14
NOx (éq. NO_2)	*Année*	6,50E-01	4,82E-01	5,01E-01	2,35E-01	2,43E-01
Propionaldéhyde	*Année*	1,98E-04	1,37E-04	1,42E-04	2,93E-04	3,01E-04

* Dont le B(a)P

Concentrations maximales relevées sur l'emprise projet

Tableau 40 : Concentrations relevées au niveau de l'EHPAD

EHPAD	Composés faisant l'objet d'une règlementation [µg/m³]					
COMPOSES	Pas de temps	2023 Actuel	2028 Fil de l'eau	2028 Projet	2048 Fil de l'eau	2048 Projet
Dioxyde d'azote	*Année*	1,60E-01	1,17E-01	1,22E-01	2,25E-02	2,34E-02
	Jour	6,49E-01	4,76E-01	4,97E-01	9,40E-02	9,74E-02
	Heure	1,16E+00	8,53E-01	8,81E-01	1,73E-01	1,77E-01
Particules PM10	*Année*	7,80E-02	7,35E-02	7,68E-02	7,61E-02	7,90E-02
	Jour	4,38E-01	4,14E-01	4,33E-01	4,35E-01	4,52E-01
Particules PM2,5	*Année*	1,92E-02	2,31E-02	2,41E-02	2,23E-02	2,31E-02
	Jour	1,40E-01	1,56E-01	1,63E-01	1,53E-01	1,59E-01
Dioxyde de soufre	*Année*	2,20E-03	2,42E-03	2,52E-03	3,55E-03	3,68E-03
	Jour	1,49E-02	1,65E-02	1,72E-02	2,46E-02	2,55E-02
	Heure	2,13E-02	2,39E-02	2,47E-02	3,62E-02	3,68E-02
Monoxyde de carbone	*Année*	3,05E-01	2,34E-01	2,43E-01	2,65E-01	2,74E-01
	Jour	1,92E+00	1,47E+00	1,53E+00	1,67E+00	1,73E+00
	Heure	3,17E+00	2,43E+00	2,52E+00	2,79E+00	2,88E+00
Benzène	*Année*	4,34E-04	2,00E-04	2,09E-04	1,63E-04	1,68E-04
Plomb	*Année*	5,14E-08	5,54E-08	5,78E-08	7,57E-08	7,85E-08
B[a]P	*Année*	1,04E-06	9,77E-07	1,02E-06	7,31E-07	7,57E-07
Arsenic	*Année*	9,90E-09	1,06E-08	1,11E-08	1,44E-08	1,49E-08
Cadmium	*Année*	5,91E-09	6,44E-09	6,72E-09	9,13E-09	9,47E-09
Nickel	*Année*	5,25E-08	5,93E-08	6,19E-08	9,51E-08	9,86E-08
EHPAD	**Composés ne *faisant pas l'objet* d'une réglementation [µg/m³]**					
COMPOSES	**Pas de temps**	**2023 Actuel**	**2028 Fil de l'eau**	**2028 Projet**	**2048 Fil de l'eau**	**2048 Projet**
Ammoniac	*Année*	8,91E-03	7,77E-03	8,10E-03	1,14E-02	1,18E-02
PM à l'échappement	*Année*	8,60E-03	5,07E-03	5,29E-03	1,46E-03	1,51E-03
COVNM	*Année*	1,36E-02	8,88E-03	9,23E-03	1,69E-02	1,74E-02
Acétaldéhyde	*Année*	4,69E-04	3,07E-04	3,19E-04	6,10E-04	6,27E-04
Acroléine	*Année*	2,26E-04	1,36E-04	1,41E-04	2,35E-04	2,41E-04
1,3-butadiène	*Année*	1,81E-04	1,60E-04	1,66E-04	4,35E-04	4,48E-04
Éthylbenzène	*Année*	1,37E-04	7,22E-05	7,53E-05	8,05E-05	8,34E-05
Formaldéhyde	*Année*	8,74E-04	5,65E-04	5,87E-04	1,11E-03	1,14E-03
Toluène	*Année*	7,27E-04	3,74E-04	3,89E-04	4,20E-04	4,35E-04
Xylènes	*Année*	5,64E-04	3,21E-04	3,35E-04	4,73E-04	4,88E-04
16 HAP*	*Année*	1,05E-04	1,08E-04	1,12E-04	7,45E-05	7,72E-05
16 HAP* en équivalent B(a)P	*Année*	2,05E-06	1,94E-06	2,02E-06	1,49E-06	1,54E-06
Naphtalène	*Année*	8,93E-04	8,56E-04	8,92E-04	7,71E-04	7,99E-04
Chrome	*Année*	4,73E-07	4,75E-07	4,95E-07	4,71E-07	4,89E-07
Mercure	*Année*	3,86E-07	4,03E-07	4,20E-07	4,80E-07	4,98E-07
Dioxines	*Année*	6,05E-14	3,94E-14	4,11E-14	2,45E-14	2,54E-14
Furanes	*Année*	9,00E-14	5,87E-14	6,12E-14	3,70E-14	3,84E-14
NOx (éq. NO_2)	*Année*	4,04E-01	2,99E-01	3,12E-01	1,42E-01	1,47E-01
Propionaldéhyde	*Année*	1,23E-04	8,32E-05	8,64E-05	1,70E-04	1,75E-04

* Dont le B(a)P

Tableau 41 : Concentrations maximales relevées au niveau de l'emprise projet

MAX Projet	Composés faisant l'objet d'une règlementation [µg/m³]					
COMPOSES	Pas de temps	2023 Actuel	2028 Fil de l'eau	2028 Projet	2048 Fil de l'eau	2048 Projet
Dioxyde d'azote	*Année*	9,74E+00	7,21E+00	7,48E+00	1,49E+00	1,53E+00
	Jour	2,02E+01	1,49E+01	1,54E+01	3,09E+00	3,17E+00
	Heure	6,90E+01	5,12E+01	5,30E+01	1,06E+01	1,09E+01
Particules PM10	*Année*	4,69E+00	4,48E+00	4,66E+00	4,85E+00	5,00E+00
	Jour	1,35E+01	1,29E+01	1,33E+01	1,40E+01	1,43E+01
Particules PM2,5	*Année*	1,52E+00	1,41E+00	1,47E+00	1,42E+00	1,47E+00
	Jour	5,21E+00	4,88E+00	5,04E+00	4,91E+00	5,04E+00
Dioxyde de soufre	*Année*	1,35E-01	1,51E-01	1,57E-01	2,32E-01	2,39E-01
	Jour	4,68E-01	5,23E-01	5,40E-01	8,03E-01	8,24E-01
	Heure	1,28E+00	1,43E+00	1,48E+00	2,21E+00	2,27E+00
Monoxyde de carbone	*Année*	2,05E+01	1,58E+01	1,63E+01	1,81E+01	1,86E+01
	Jour	6,40E+01	4,90E+01	5,06E+01	5,63E+01	5,78E+01
	Heure	1,95E+02	1,50E+02	1,54E+02	1,72E+02	1,76E+02
Benzène	*Année*	2,69E-02	1,27E-02	1,32E-02	1,09E-02	1,13E-02
Plomb	*Année*	3,18E-06	3,48E-06	3,61E-06	4,97E-06	5,12E-06
B[a]P	*Année*	6,69E-05	6,37E-05	6,60E-05	4,97E-05	5,12E-05
Arsenic	*Année*	6,12E-07	6,69E-07	6,94E-07	9,43E-07	9,72E-07
Cadmium	*Année*	3,65E-07	4,04E-07	4,19E-07	5,99E-07	6,17E-07
Nickel	*Année*	3,21E-06	3,69E-06	3,83E-06	6,21E-06	6,40E-06
MAX Projet	**Composés ne *faisant pas l'objet* d'une réglementation [µg/m³]**					
COMPOSES	**Pas de temps**	**2023 Actuel**	**2028 Fil de l'eau**	**2028 Projet**	**2048 Fil de l'eau**	**2048 Projet**
Ammoniac	*Année*	5,76E-01	5,10E-01	5,28E-01	7,74E-01	7,96E-01
PM à l'échappement	*Année*	5,31E-01	3,18E-01	3,29E-01	9,66E-02	9,95E-02
COVNM	*Année*	8,55E-01	6,01E-01	6,21E-01	1,26E+00	1,29E+00
Acétaldéhyde	*Année*	2,88E-02	2,06E-02	2,13E-02	4,63E-02	4,74E-02
Acroléine	*Année*	1,37E-02	8,91E-03	9,22E-03	1,78E-02	1,83E-02
1,3-butadiène	*Année*	1,20E-02	1,14E-02	1,17E-02	3,30E-02	3,38E-02
Éthylbenzène	*Année*	8,62E-03	4,67E-03	4,84E-03	5,47E-03	5,63E-03
Formaldéhyde	*Année*	5,37E-02	3,78E-02	3,91E-02	8,39E-02	8,59E-02
Toluène	*Année*	4,60E-02	2,44E-02	2,53E-02	2,87E-02	2,95E-02
Xylènes	*Année*	3,59E-02	2,14E-02	2,21E-02	3,37E-02	3,46E-02
16 HAP*	*Année*	7,36E-03	7,05E-03	7,30E-03	5,10E-03	5,25E-03
16 HAP* en équivalent B(a)P	*Année*	1,33E-04	1,28E-04	1,32E-04	1,02E-04	1,05E-04
Naphtalène	*Année*	5,70E-02	5,55E-02	5,75E-02	5,20E-02	5,35E-02
Chrome	*Année*	2,96E-05	3,03E-05	3,14E-05	3,14E-05	3,23E-05
Mercure	*Année*	2,40E-05	2,55E-05	2,64E-05	3,17E-05	3,27E-05
Dioxines	*Année*	3,90E-12	2,57E-12	2,66E-12	1,66E-12	1,71E-12
Furanes	*Année*	5,80E-12	3,82E-12	3,96E-12	2,51E-12	2,58E-12
NOx (éq. NO_2)	*Année*	2,53E+01	1,89E+01	1,96E+01	9,77E+00	1,01E+01
Propionaldéhyde	*Année*	7,59E-03	5,60E-03	5,79E-03	1,29E-02	1,32E-02

* Dont le B(a)P

Résultats détaillés des substances réglementées

Les critères nationaux de qualité de l'air sont définis dans le Code de l'environnement (articles R221-1 à R221-3).

Les normes à respecter en matière de qualité de l'air sont définies dans le décret n°2010-1250 du 21 octobre 2010 qui transpose la Directive 2008/50/CE du Parlement européen et du Conseil du 21 mai 2008 :

- **Objectif de qualité :** niveau de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère à atteindre à long terme, sauf lorsque cela n'est pas réalisable par des mesures proportionnées, afin d'assurer une protection efficace de la santé humaine et de l'environnement dans son ensemble ;
- **Seuil d'information et de recommandations :** niveau de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé humaine des groupes particulièrement sensibles de la population rendant nécessaires des informations immédiates et adéquates ;
- **Seuil d'alerte :** niveau de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé humaine ou de dégradation de l'environnement justifiant l'intervention de mesures d'urgence ;
- **Valeur cible :** niveau de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère fixé dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets sur la santé humaine ou sur l'environnement dans son ensemble, à atteindre, dans la mesure du possible dans un délai donné ;
- **Valeur limite :** seuil maximal de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère, fixé sur la base des connaissances scientifiques, dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs de ces substances pour la santé humaine ou pour l'environnement ;
- **Niveau critique :** niveau fixé sur la base des connaissances scientifiques, au-delà duquel des effets nocifs directs peuvent se produire sur certains récepteurs, tels que les arbres, les autres plantes ou écosystèmes naturels, à l'exclusion des êtres humains.

Les substances faisant l'objet d'une réglementation sont listées ci-dessous :

- Le dioxyde d'azote ;
- Les particules PM10 ;
- Les particules PM2,5 ;
- Le benzène ;
- Le dioxyde de soufre ;
- Le plomb ;
- Le monoxyde de carbone ;
- Le benzo[a]pyrène ;
- L'arsenic, le cadmium, le nickel ;
- L'ozone.

Précision : Les NOx ne sont pas à proprement parler règlementés, seul un niveau critique pour la protection de la végétation est émis.

L'ozone est un polluant obtenu dans l'atmosphère sous l'effet du rayonnement solaire par des réactions entre les oxydes d'azote et les composés organiques volatils émis notamment par les activités humaines. La modélisation et la prévision des pollutions à l'ozone sont complexes. En effet, la formation de l'ozone est dépendante à la fois du rayonnement solaire et de la présence de ses précurseurs. Par conséquent, le polluant ozone ne sera pas considéré.

Parmi ces composés réglementés, ceux rejetés en quantité par le trafic routier sont le dioxyde d'azote (« traceur ») et les particules PM10 et PM2,5.

L'analyse des impacts du projet sur la qualité de l'air se portera essentiellement sur les polluants précités. L'objectif étant de qualifier les impacts sur la qualité de l'air.

Dioxyde d'azote [NO_2]

En considérant uniquement les émissions provenant des voies de circulation du réseau d'étude, les concentrations en NO_2 calculées en moyennes annuelles sont toutes inférieures au seuil réglementaire au niveau des **lieux vulnérables existants,** de **l'emprise projet** et **de la zone d'étude**, pour toutes les situations et les horizons.

Les concentrations en NO_2 les plus élevées sont logiquement retrouvées au niveau des voies présentant les trafics les plus élevés (RD7N).

En termes de maximum en moyenne horaire, il n'y a aucun dépassement de la valeur limite, pour toutes les situations et horizons.

En moyenne annuelle :

-les teneurs maximales sur la zone d'étude à l'horizon 2028 en situation Fil de l'eau et Projet sont inférieures à celle en situation actuelle 2023 **(-25,9 % pour la situation Fil de l'eau, -23,7 % pour la situation projet) ;**

-les teneurs maximales sur la zone d'étude à l'horizon 2048 en situation Fil de l'eau et Projet sont inférieures à celle en situation actuelle 2023 **(-84,6 % pour la situation Fil de l'eau, -84,3 % pour la situation projet) ;**

compte tenu des évolutions du parc roulant vers des véhicules plus propres (diminution de la proportion des véhicules thermiques en faveur des motorisations non carbonés couplée à la diminution des véhicules non classés et des classes anciennes des normes Euro dans la part des véhicules thermiques demeurant en circulation).

En 2028, par rapport à la situation Fil de l'eau, la réalisation du projet :

*induit une évolution de la concentration maximale en NO_2 calculée sur la zone d'étude de +2,9 % (soit +0,73 µgNO_2/m^3 sur la moyenne annuelle) ;

*une légère hausse des concentrations en NO_2 calculées au niveau de tous les lieux vulnérables existants en l'état actuel (variations comprises entre +4,4 % [EHPAD] +3,4 % [école élémentaire 1]) ;

*une augmentation de 3,8 % de la teneur maximale en NO_2 calculée sur l'emprise projet.

En 2048, par rapport à la situation Fil de l'eau, la réalisation du projet :
*induit une évolution de la concentration maximale en NO_2 calculée sur la zone d'étude de +2,4 % (soit +0,12 µgNO_2/m^3 sur la moyenne annuelle) ;
*une légère hausse des concentrations en NO_2 calculées au niveau de tous les lieux vulnérables existants en l'état actuel (variations comprises entre +3,7 % [EHPAD] +3,0 % [école élémentaire 1]) ;
*une augmentation de 3,1 % de la teneur maximale en NO_2 calculée sur l'emprise projet.

Au regard des valeurs absolues des concentrations en NO_2 modélisées aux horizons 2028 et 2048 (cf. tableaux suivants), des teneurs moyennes annuelles de fond urbain relevées au niveau de la station de mesure AtmoSud la plus proche (environ 12 µgNO_2/m^3 en 2022) et de la valeur limite réglementaire (40 µg/m^3), il est possible de qualifier ces variations de concentrations comme étant non significatives au niveau des lieux vulnérables et de l'emprise projet.

En se référant aux cartes de différence des concentrations modélisées entre les situations projet et Fil de l'eau aux horizons futurs, il est possible de constater que les hausses maximales des concentrations en dioxyde d'azote dans l'air ambiant sont logiquement localisées aux niveaux des voies desservant le projet d'aménagement.
Note : Pour l'année 2048, les hausses maximales des concentrations en dioxyde d'azote sont moins visibles. Cela est dû aux évolutions du parc roulant vers des véhicules plus propres.

Les valeurs réglementaires relatives au dioxyde d'azote, ainsi que les résultats des modélisations sont disponibles dans les tableaux suivants.

Tableau 42 : Résultats des modélisations pour le dioxyde d'azote – moyenne annuelle

NO_2 (µg/m^3) Moyenne annuelle	Valeur limite			40 µg/m^3	
	2023 Actuel	2028 Fil de l'eau	2028 Projet	2048 Fil de l'eau	2048 Projet
ZONE ETUDE - MAX	34,32	25,44	26,17	5,27	5,39
CENTILE 90	4,35	3,19	3,43	0,64	0,67
CENTILE 80	2,19	1,60	1,79	0,31	0,35
CENTILE 70	1,43	1,04	1,10	0,20	0,21
CENTILE 60	0,93	0,68	0,75	0,13	0,14
CENTILE 50	0,55	0,41	0,44	0,08	0,09
ÉCOLE MATERNELLE	1,87	1,35	1,40	0,25	0,26
ÉCOLE ELEMENTAIRE 1	1,35	0,97	1,01	0,18	0,19
ÉCOLE ELEMENTAIRE 2	0,33	0,24	0,25	0,05	0,05
ÉCOLE PRIMAIRE	0,26	0,19	0,19	0,04	0,04
EHPAD	0,16	0,12	0,12	0,02	0,02
Max Zone Projet	9,74	7,21	7,48	1,49	1,53
Centile 90	5,07	3,74	4,00	0,77	0,81
Centile 50	1,45	1,06	1,04	0,21	0,21
Centile 10	0,87	0,64	0,65	0,13	0,13
Moyenne	2,31	1,70	1,75	0,34	0,35
Nota Bene	*Ces résultats considèrent uniquement l'effet des émissions des brins routiers du réseau d'étude.*				

Tableau 43 : Résultats des modélisations pour le dioxyde d'azote – maximum horaire

NO_2 (µg/m^3) Maximum horaire	Valeur limite	200 µg/m^3 à ne pas dépasser plus de 18 heures par an			
	2023 Actuel	2028 Fil de l'eau	2028 Projet	2048 Fil de l'eau	2048 Projet
ZONE ETUDE - MAX	162,46	120,27	123,63	24,94	25,50
CENTILE 90	24,33	17,42	19,01	3,38	3,62
CENTILE 80	12,81	9,40	9,91	1,87	1,96
CENTILE 70	7,42	5,41	5,69	1,04	1,11
CENTILE 60	3,26	2,36	2,55	0,46	0,50
CENTILE 50	1,56	1,13	1,18	0,22	0,23
ÉCOLE MATERNELLE	14,46	10,51	10,84	2,00	2,05
ÉCOLE ELEMENTAIRE 1	10,02	7,16	7,37	1,35	1,39
ÉCOLE ELEMENTAIRE 2	3,01	2,17	2,27	0,42	0,43
ÉCOLE PRIMAIRE	2,46	1,79	1,91	0,36	0,37
EHPAD	1,16	0,85	0,88	0,17	0,18
Max Zone Projet	68,97	51,15	53,05	10,61	10,88
Centile 90	36,33	26,87	28,35	5,53	5,78
Centile 50	12,77	9,35	9,19	1,87	1,85
Centile 10	8,20	6,00	6,11	1,18	1,20
Moyenne	18,41	13,57	13,92	2,75	2,81
Nota Bene	*Ces résultats considèrent uniquement l'effet des émissions des brins routiers du réseau d'étude.*				

Les planches suivantes illustrent les cartographies des isocontours des concentrations annuelles en NO_2 – aux différents horizons étudiés.

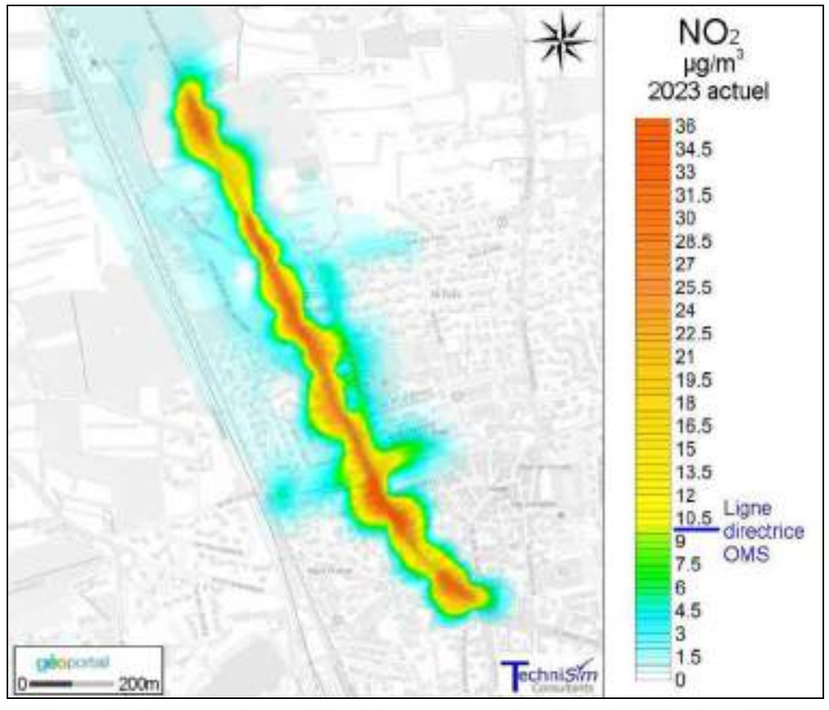


Figure 92 : Concentrations en NO_2 – Moyenne annuelle – Situation N°0 – Actuel 2023

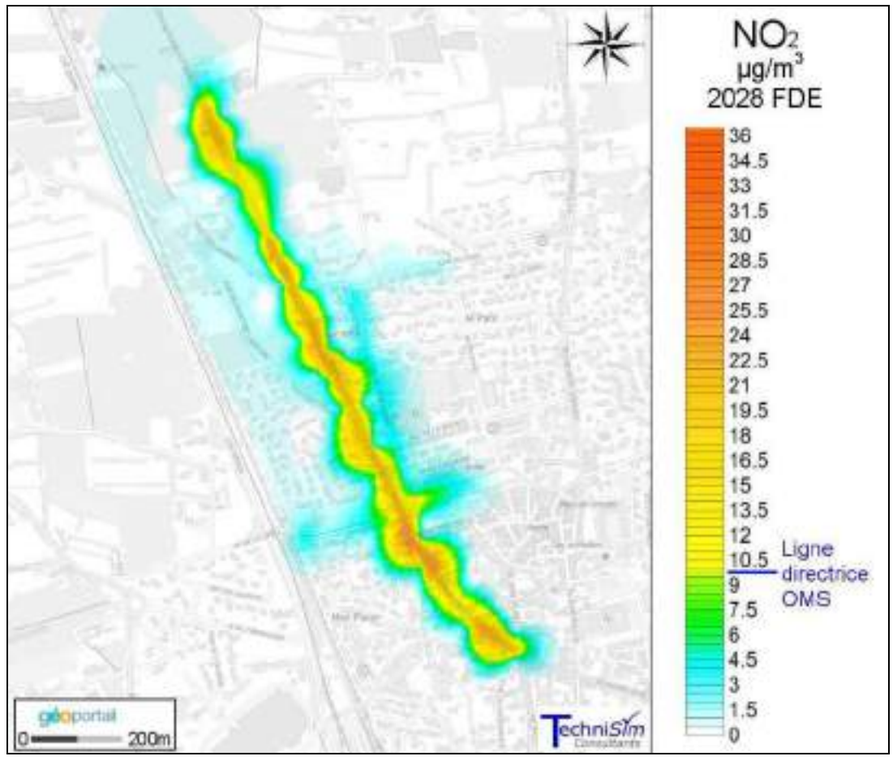


Figure 93 : Concentrations en NO_2 – Moyenne annuelle – Situation N°1 – 2028 – Fil de l'eau

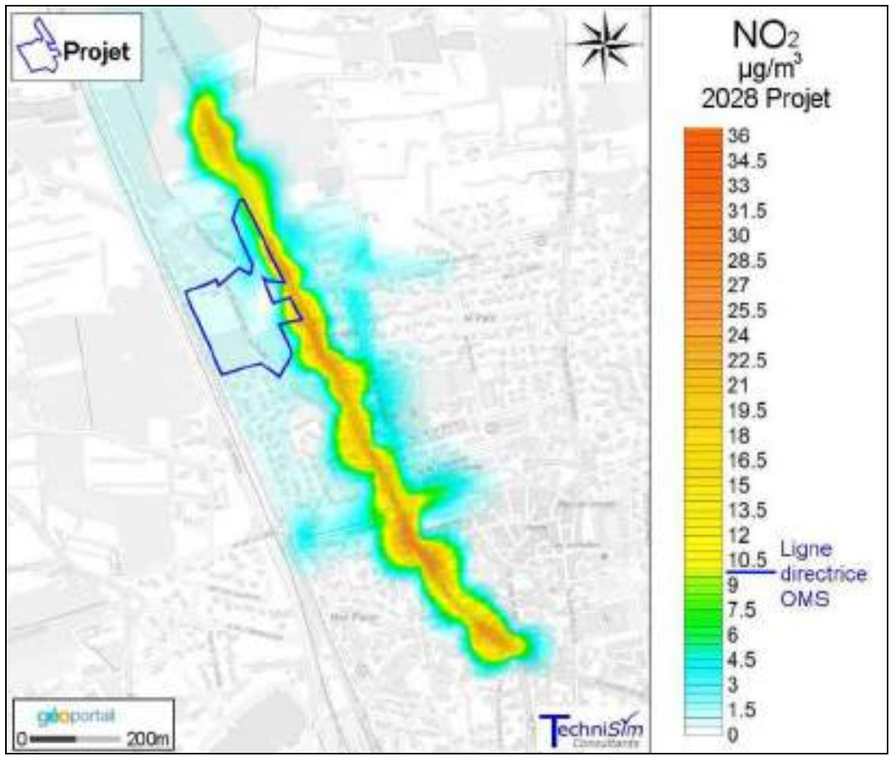


Figure 94 : Concentrations en NO_2 – Moyenne annuelle – Situation N°2 – 2028 – Projet

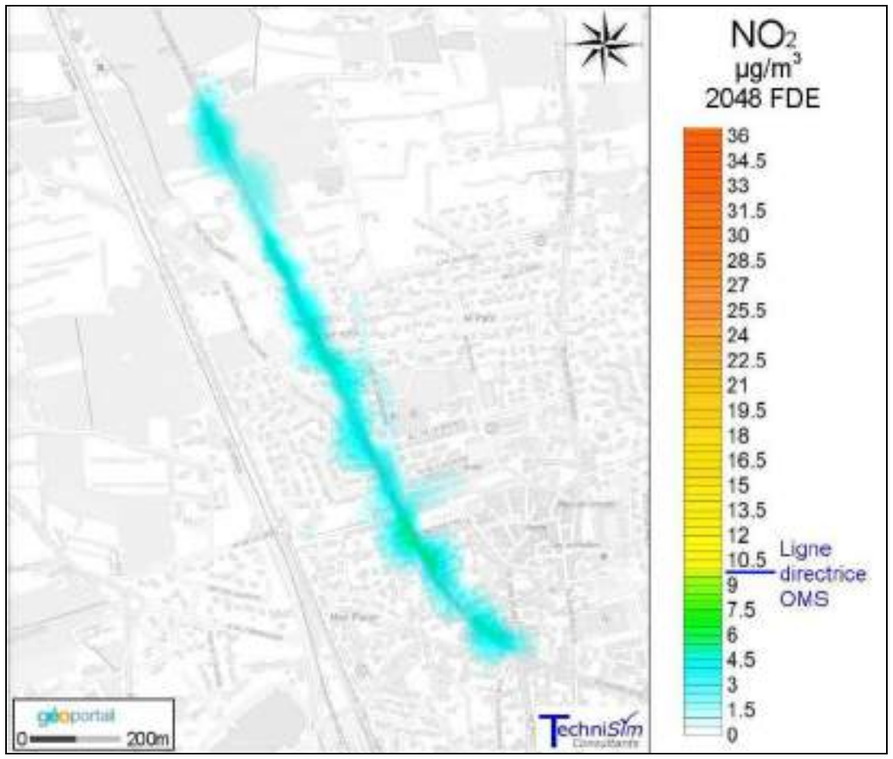


Figure 95 : Concentrations en NO_2 – Moyenne annuelle – Situation N°3 – 2048 – Fil de l'eau

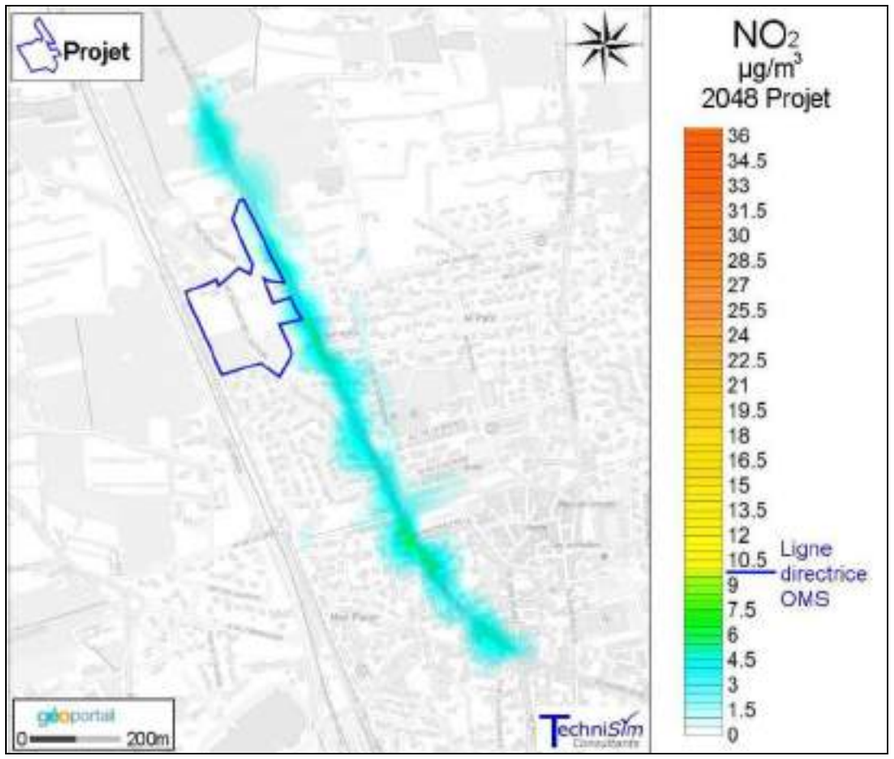


Figure 96 : Concentrations en NO_2 – Moyenne annuelle – Situation N°4 – 2048 – Projet

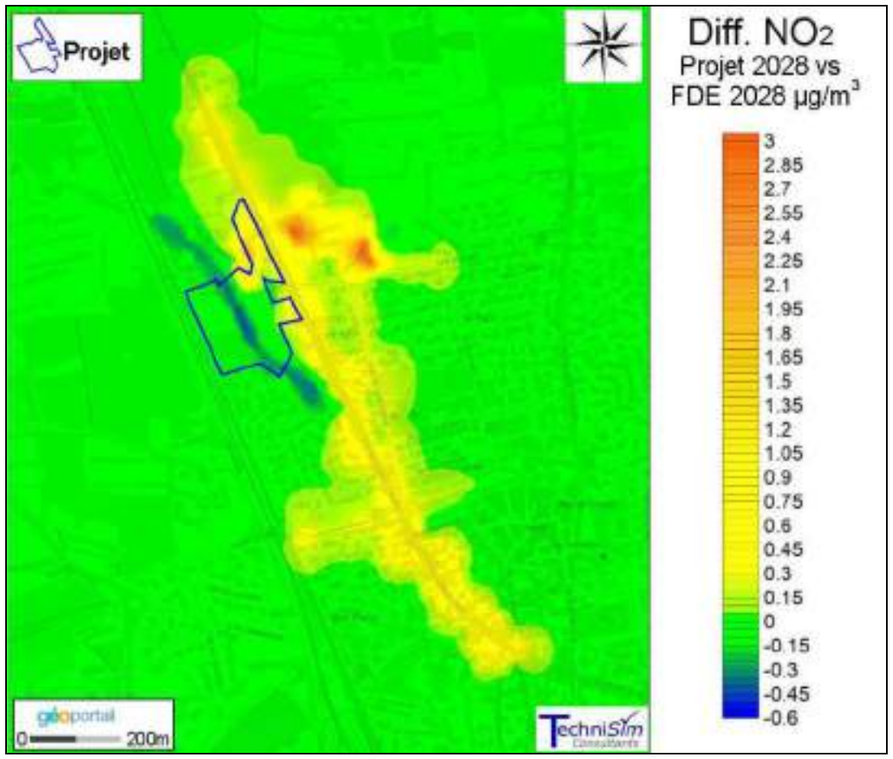


Figure 97 : Différence de concentration en dioxyde d'azote entre la situation Projet et Fil de l'eau en 2028 (Situation 2-situation 1)

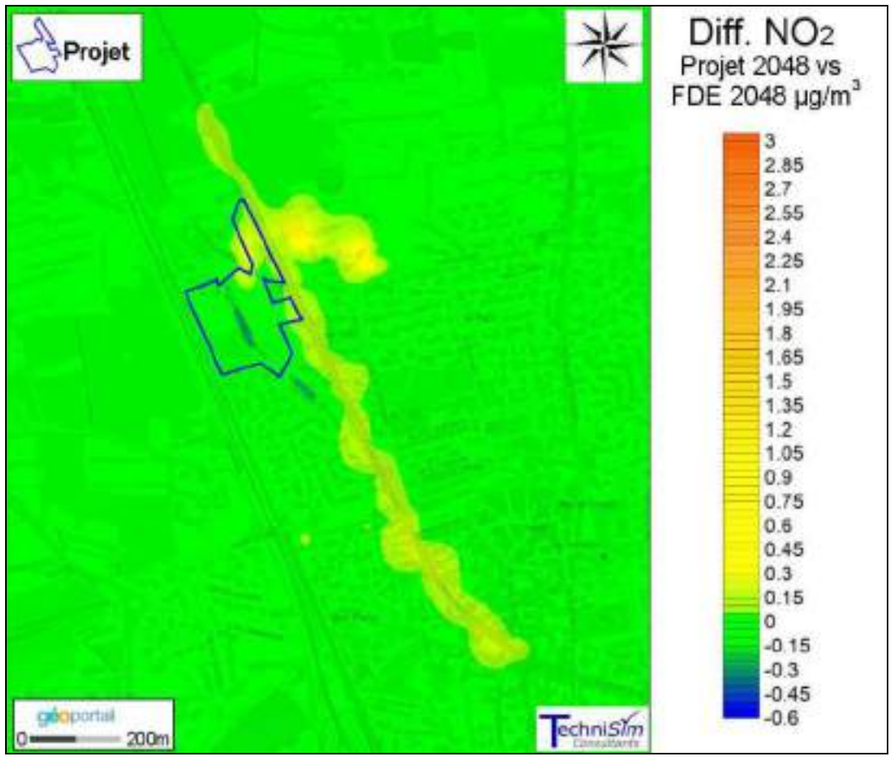


Figure 98 : Différence de concentration en dioxyde d'azote entre la situation Projet et Fil de l'eau en 2048 (Situation 4-situation 3)

Particules PM10 et PM2,5

En considérant uniquement les émissions provenant des voies de circulation du réseau d'étude, les concentrations en PM10 et PM2,5 calculées en moyennes annuelles sont toutes inférieures aux normes réglementaires au niveau des **lieux vulnérables existants,** de **l'emprise projet** et de **la zone d'étude**, pour toutes les situations et les horizons.
Il en va de même pour les concentrations en PM10 en moyenne journalière au regard de la valeur seuil journalière.
Les concentrations en PM10 et PM2,5 les plus élevées sont logiquement retrouvées au niveau des voies présentant les trafics les plus importants (RD7N).

En moyenne annuelle, les teneurs maximales sur la grille de calcul à l'horizon 2028 sont inférieures (scénario fil de l'eau) et légèrement supérieures (scénario projet) à celles en situation actuelle 2023 **:**
***PM10 : -4,3 % pour la situation Fil de l'eau et +0,4 % pour la situation projet.**
***PM2,5 : -3,1 % pour la situation Fil de l'eau et +1,6 % pour la situation projet.**

Tandis que les teneurs maximales sur la grille de calcul à l'horizon 2048 sont supérieures à celles en situation actuelle 2023 (à l'exception du scénario fil de l'eau pour les PM2,5) :
***PM10 : +3,7 % pour la situation Fil de l'eau et +7,8 % pour la situation projet.**
***PM2,5 : -2,3 % pour la situation Fil de l'eau et +1,5 % pour la situation projet.**

La réalisation du projet, en 2028, par rapport à la situation Fil de l'eau, induit :
*une variation des concentrations maximales en particules calculées sur la zone d'étude :
¤ PM10 : +4,9 %, soit +0,66 µgPM10/m^3 sur la moyenne annuelle ;
¤ PM2,5 : +4,8 %, soit +0,21 µgPM2,5/m^3 sur la moyenne annuelle.
*des très légères hausses des concentrations en particules au niveau des lieux vulnérables. Les différences en moyenne annuelle sont comprises entre +3,4 % (école élémentaire 1) et +4,5 % (EHPAD).
*une augmentation de +3,8 % des teneurs maximales calculées sur l'emprise projet.

La réalisation du projet, en 2048, par rapport à la situation Fil de l'eau, induit
*une variation des concentrations maximales en particules calculées sur la zone d'étude :
¤ PM10 : +3,9 %, soit +0,58 µgPM10/m^3 sur la moyenne annuelle ;
¤ PM2,5 : +3,9 %, soit +0,17 µgPM2,5/m^3 sur la moyenne annuelle.
*des très légères hausses des concentrations en particules au niveau des lieux vulnérables. Les différences en moyenne annuelle sont comprises entre +3,0 % (école élémentaire 1) et +3,8 % (EHPAD).
*une augmentation de +3,2 % des teneurs maximales calculées sur l'emprise projet.

Au regard des valeurs absolues des concentrations en PM10 et PM2,5 modélisées aux horizons 2028 et 2048 (cf. tableaux ci-après), des teneurs moyennes annuelles de fond urbain relevées au niveau de la station de mesure AtmoSud la plus proche (environ 18 µgPM10/m^3 et 10 µgPM2,5/m^3 en 2022) et des valeurs limites réglementaires (40 µgPM10/m^3 et 25 µgPM2,5/m^3), il est possible de qualifier ces variations de concentrations comme étant non significatives au niveau des lieux vulnérables et de l'emprise projet.

Les légères baisses (horizon 2028) voire les augmentations (horizon 2048, à l'exception de la situation fil de l'eau) des concentrations en particules comparativement à la situation actuelle 2023 sont moins marquées que pour les polluants émis uniquement à l'échappement. En effet, les particules étant générées également par l'usure et l'abrasion des véhicules et revêtements routiers en sus de celles émises à l'échappement, le renouvellement du parc (disparition des véhicules anciens le plus polluants) et l'augmentation de la part de motorisations non carbonées, ne compensent pas totalement la hausse des trafics sur le réseau d'étude en termes de polluants issus de l'abrasion.

En se référant aux cartes de différence des concentrations modélisées entre les situations projet et Fil de l'eau aux horizons 2028 et 2048, il est possible de constater que les hausses maximales des concentrations en particules dans l'air ambiant sont logiquement localisées aux niveaux des voies desservant le projet.

Les tableaux suivants synthétisent les valeurs réglementaires concernant les particules PM10, ainsi que les résultats des modélisations.

Tableau 44 : Résultats des modélisations pour les particules PM10 – moyenne annuelle

PM10 (µg/m^3) Moyenne annuelle	Valeur limite			40 µg/m^3	
	2023 Actuel	2028 Fil de l'eau	2028 Projet	2048 Fil de l'eau	2048 Projet
ZONE ETUDE - MAX	14,22	13,61	14,27	14,75	15,32
CENTILE 90	1,48	1,40	1,60	1,46	1,68
CENTILE 80	0,72	0,68	0,71	0,71	0,75
CENTILE 70	0,40	0,38	0,41	0,39	0,43
CENTILE 60	0,18	0,16	0,17	0,17	0,18
CENTILE 50	0,08	0,07	0,08	0,08	0,08
ÉCOLE MATERNELLE	0,92	0,86	0,89	0,87	0,90
ÉCOLE ELEMENTAIRE 1	0,66	0,62	0,64	0,62	0,64
ÉCOLE ELEMENTAIRE 2	0,16	0,15	0,16	0,16	0,16
ÉCOLE PRIMAIRE	0,12	0,12	0,12	0,12	0,13
EHPAD	0,08	0,07	0,08	0,08	0,08
Max Zone Projet	4,69	4,48	4,66	4,85	5,00
Centile 90	2,44	2,33	2,49	2,51	2,66
Centile 50	0,70	0,66	0,65	0,70	0,68
Centile 10	0,42	0,40	0,41	0,42	0,43
Moyenne	1,11	1,06	1,09	1,13	1,16
Nota Bene	*Ces résultats considèrent uniquement l'effet des émissions des brins routiers du réseau d'étude.*				

Tableau 45 : Résultats des modélisations pour les particules PM10 – maximum journalier

PM10 (µg/m³) Maximum journalier	Valeur limite	50 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 35 jours par an			
	2023 Actuel	2028 Fil de l'eau	2028 Projet	2048 Fil de l'eau	2048 Projet
ZONE ETUDE - MAX	39,18	37,48	38,55	40,53	41,48
CENTILE 90	4,67	4,41	5,03	4,56	5,11
CENTILE 80	2,51	2,38	2,50	2,43	2,53
CENTILE 70	1,47	1,38	1,46	1,42	1,50
CENTILE 60	0,76	0,71	0,74	0,74	0,78
CENTILE 50	0,38	0,36	0,38	0,37	0,39
ÉCOLE MATERNELLE	3,08	2,88	2,97	2,91	2,98
ÉCOLE ELEMENTAIRE 1	2,25	2,10	2,18	2,13	2,20
ÉCOLE ELEMENTAIRE 2	0,83	0,79	0,82	0,84	0,87
ÉCOLE PRIMAIRE	0,67	0,64	0,66	0,67	0,69
EHPAD	0,44	0,41	0,43	0,43	0,45
Max Zone Projet	13,50	12,91	13,34	13,97	14,35
Centile 90	7,10	6,78	7,30	7,30	7,77
Centile 50	2,30	2,18	2,13	2,29	2,25
Centile 10	1,42	1,34	1,37	1,40	1,43
Moyenne	3,43	3,26	3,35	3,48	3,55
Nota Bene	*Ces résultats considèrent uniquement l'effet des émissions des brins routiers du réseau d'étude.*				

Les cartographies ci-après représentent les isocontours des concentrations annuelles en PM10, modélisées aux différents horizons et situations étudiés.

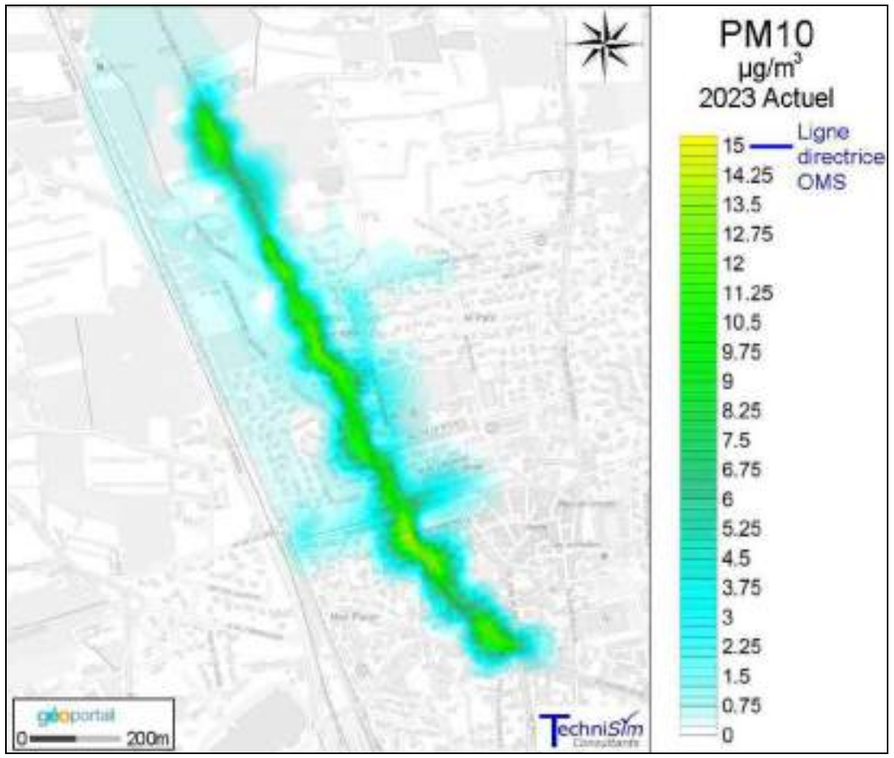


Figure 99 : Concentrations en PM10 – Moyenne annuelle – Situation N°0 – Actuel 2023

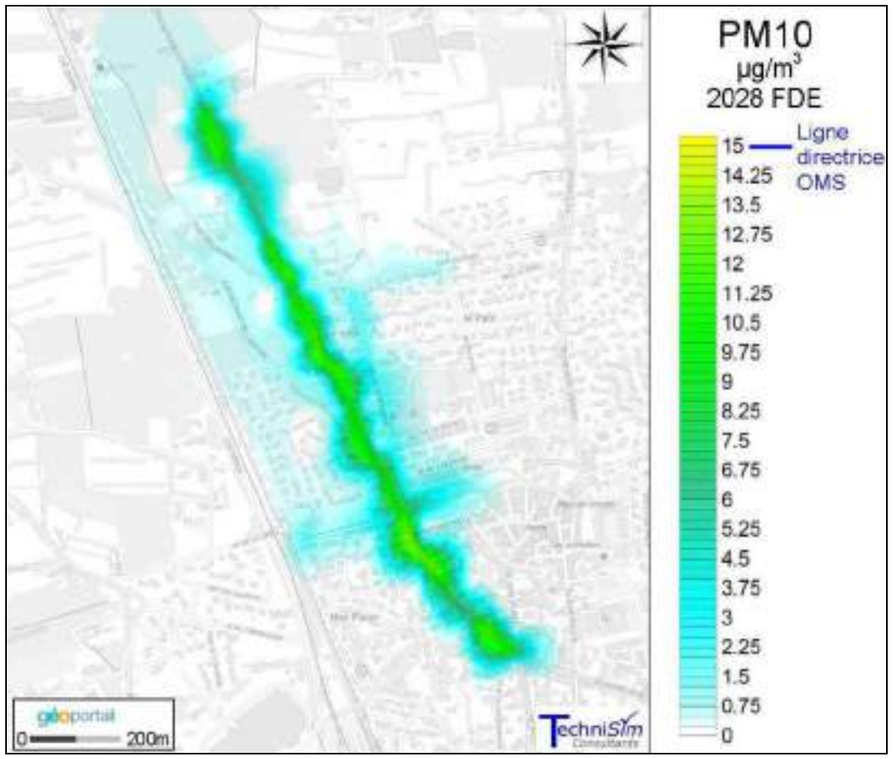


Figure 100 : Concentrations en PM10 – Moyenne annuelle – Situation N°1 – 2028 – Fil de l'eau

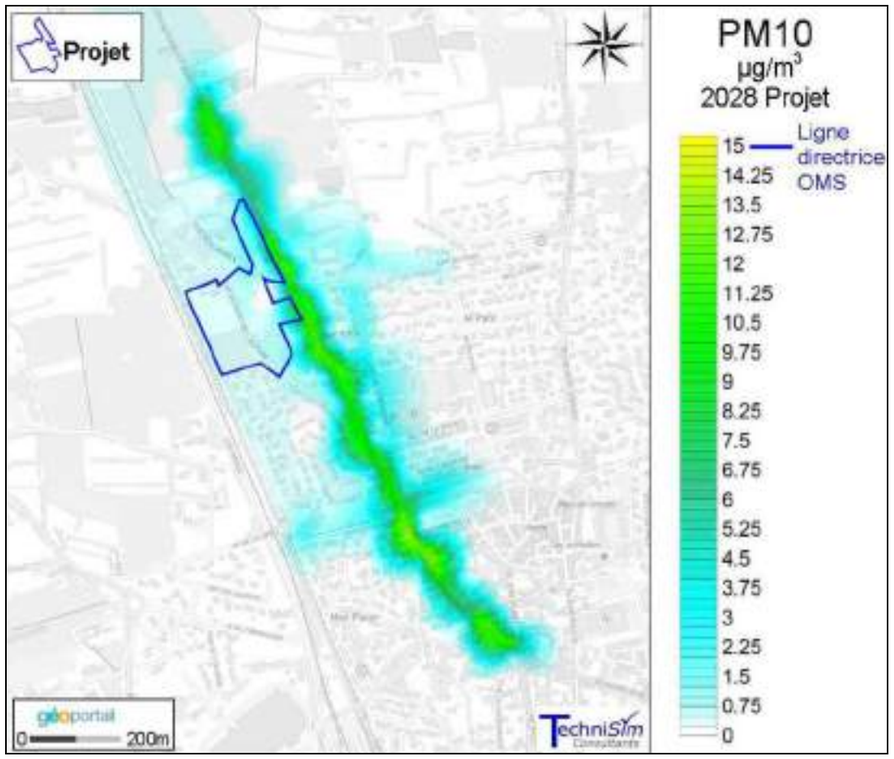


Figure 101 : Concentrations en PM10 – Moyenne annuelle – Situation N°2 – 2028 – Projet

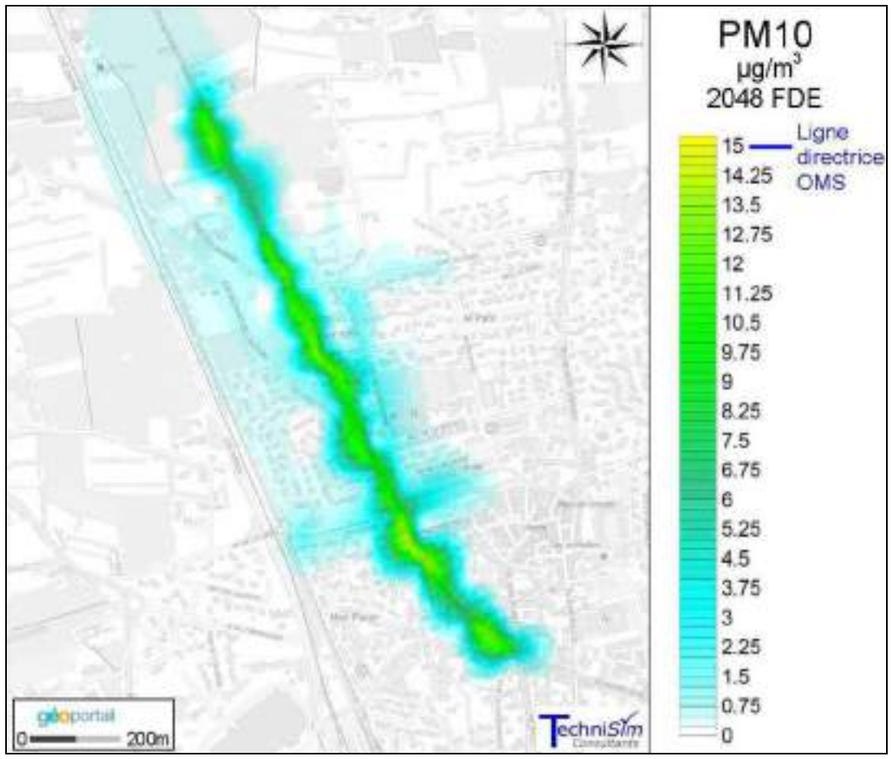


Figure 102 : Concentrations en PM10 – Moyenne annuelle – Situation N°3 – 2048 – Fil de l'eau

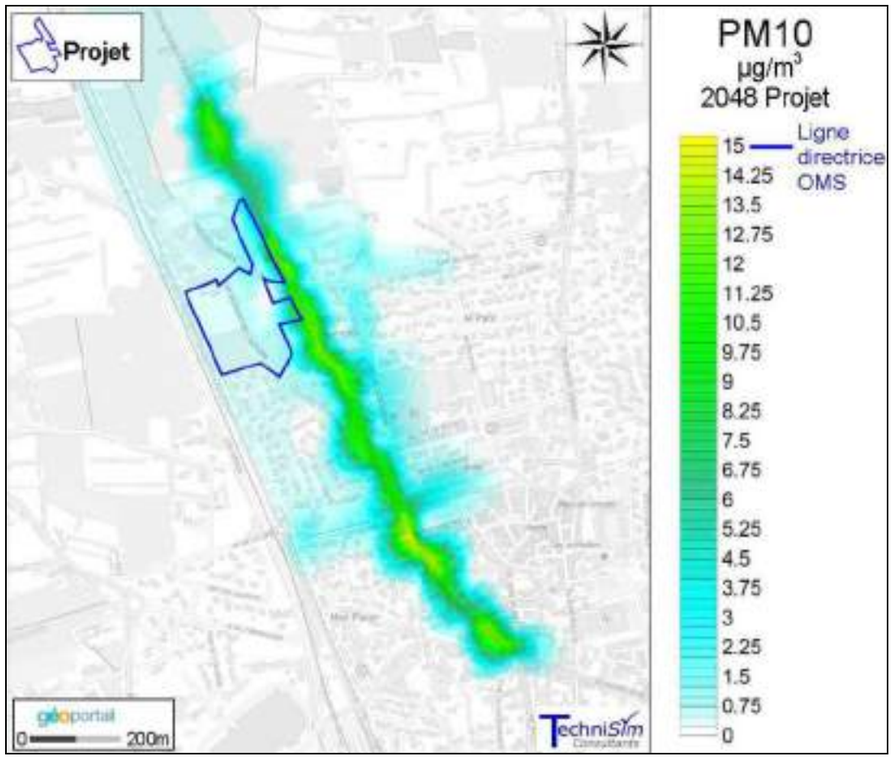


Figure 103 : Concentrations en PM10 – Moyenne annuelle – Situation N°4 – 2048 – Projet

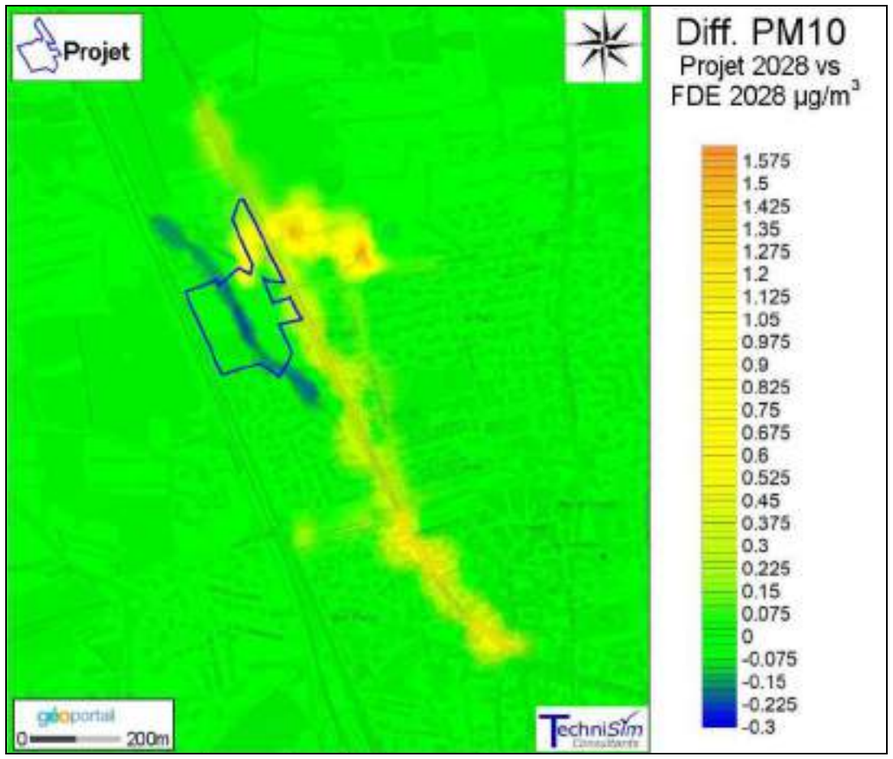


Figure 104 : Différence de concentration en PM10 entre la situation Projet et Fil de l'eau en 2028 (Situation 2-situation 1)

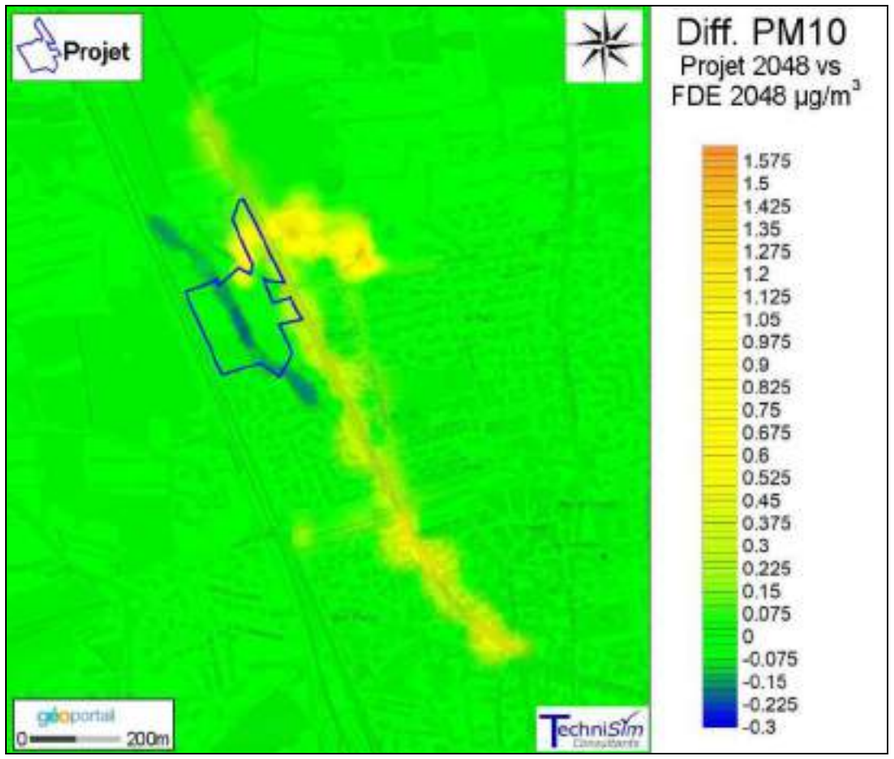


Figure 105 : Différence de concentration en PM10 entre la situation Projet et Fil de l'eau en 2048 (Situation 4-situation 3)

Le tableau ci-après résume les valeurs réglementaires relatives aux particules PM2,5, ainsi que les résultats des modélisations.

Tableau 46 : Résultats des modélisations pour les particules PM2,5 – moyenne annuelle

PM2,5 (µg/m³) Moyenne annuelle	Valeur limite			25 µg/m³	
	2023 Actuel	2028 Fil de l'eau	2028 Projet	2048 Fil de l'eau	2048 Projet
ZONE ETUDE - MAX	4,42	4,29	4,49	4,32	4,49
CENTILE 90	0,33	0,44	0,50	0,43	0,49
CENTILE 80	0,17	0,21	0,22	0,21	0,22
CENTILE 70	0,08	0,12	0,13	0,12	0,12
CENTILE 60	0,04	0,05	0,05	0,05	0,05
CENTILE 50	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
ÉCOLE MATERNELLE	0,21	0,27	0,28	0,25	0,26
ÉCOLE ELEMENTAIRE 1	0,16	0,19	0,20	0,18	0,19
ÉCOLE ELEMENTAIRE 2	0,03	0,05	0,05	0,05	0,05
ÉCOLE PRIMAIRE	0,02	0,04	0,04	0,04	0,04
EHPAD	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Max Zone Projet	1,52	1,41	1,47	1,42	1,47
Centile 90	0,78	0,73	0,78	0,74	0,78
Centile 50	0,18	0,21	0,20	0,20	0,20
Centile 10	0,11	0,13	0,13	0,12	0,13
Moyenne	0,33	0,33	0,34	0,33	0,34
Nota Bene	*Ces résultats considèrent uniquement l'effet des émissions des brins routiers du réseau d'étude.*				

Les cartographies suivantes présentent les isocontours des concentrations annuelles en PM2,5 modélisées aux différents horizons et situations étudiés.

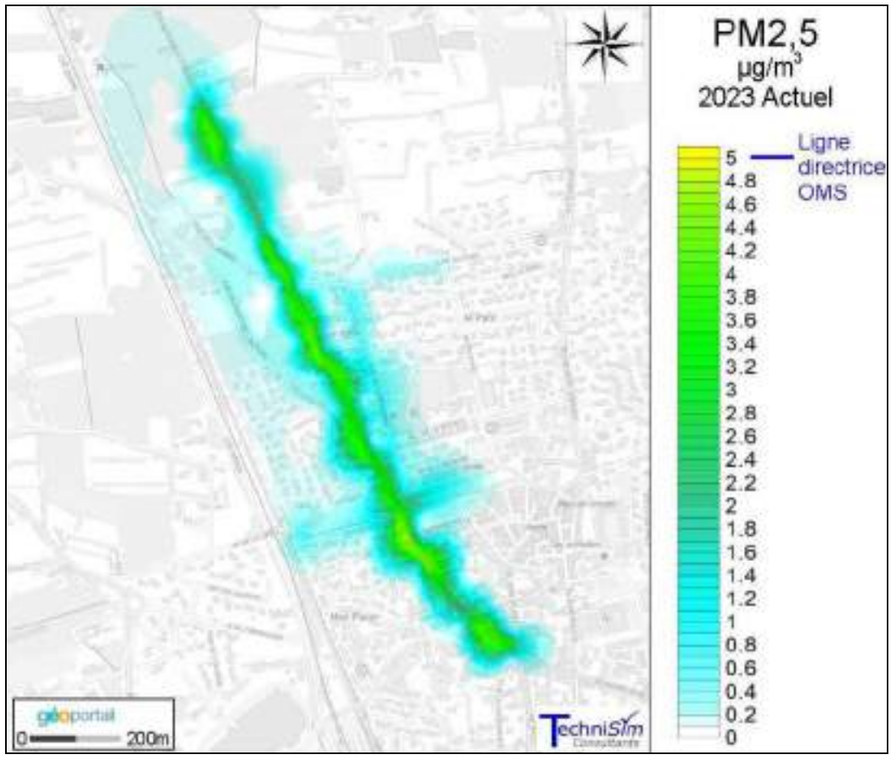


Figure 106 : Concentrations en PM2,5 – Moyenne annuelle – Situation N°0 – Actuel 2023

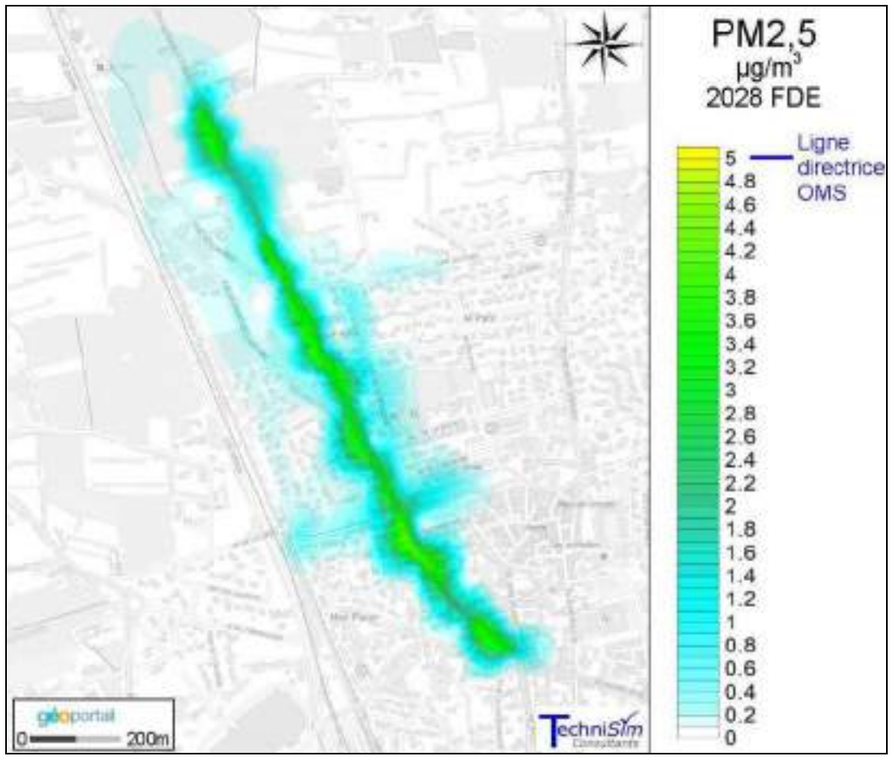


Figure 107 : Concentrations en PM2,5 – Moyenne annuelle – Situation N°1 – 2028 – Fil de l'eau

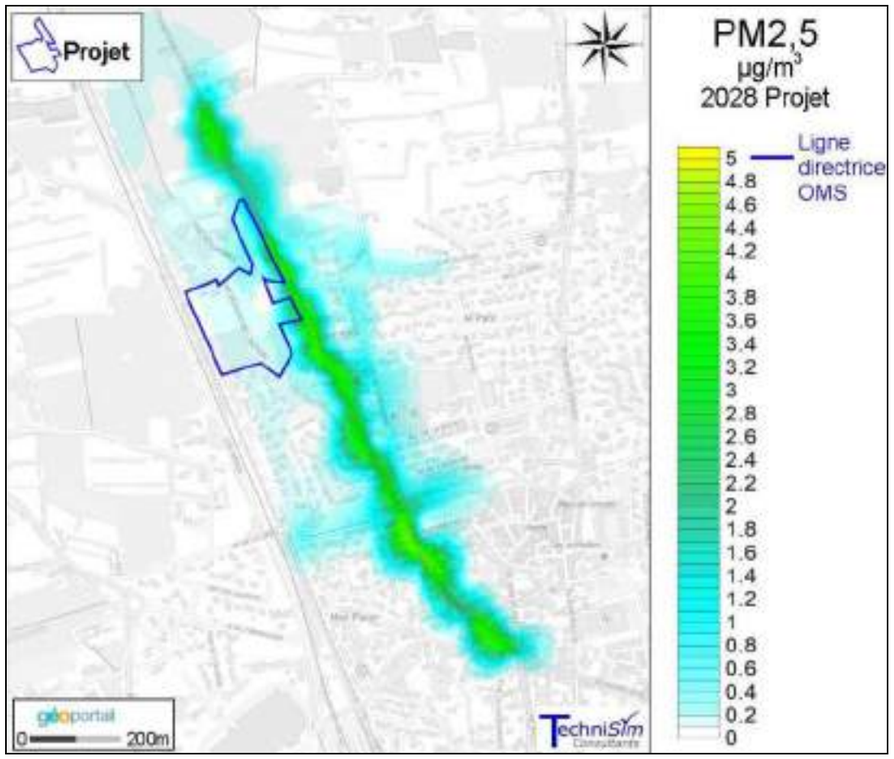


Figure 108 : Concentrations en PM2,5 – Moyenne annuelle – Situation N°2 – 2028 – Projet

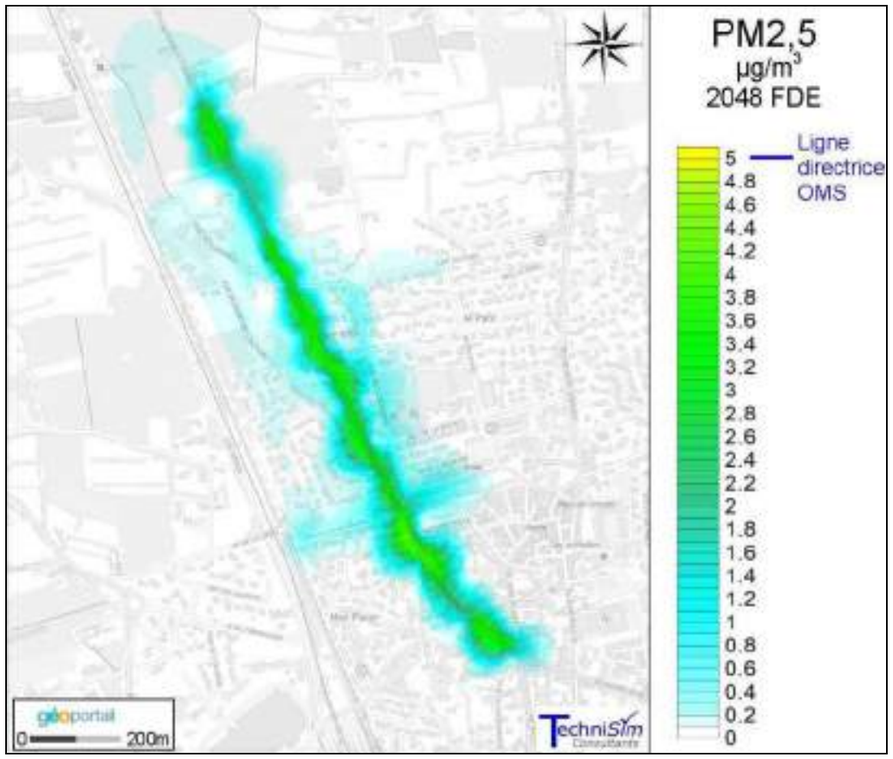


Figure 109 : Concentrations en PM2,5 – Moyenne annuelle – Situation N°3 – 2048 – Fil de l'eau

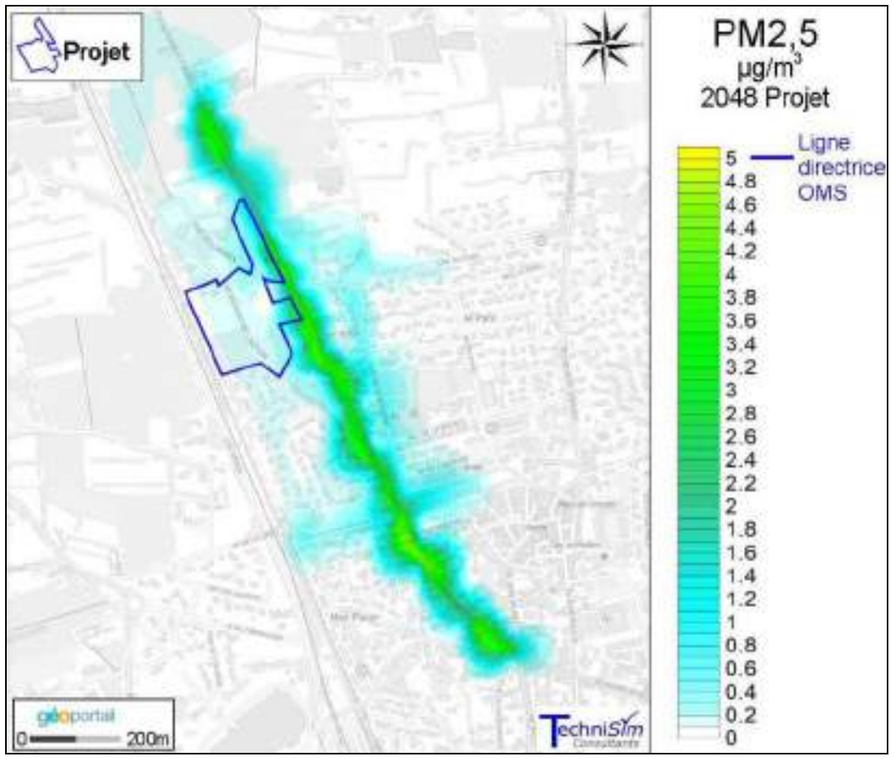


Figure 110 : Concentrations en PM2,5 – Moyenne annuelle – Situation N°4 – 2048 – Projet

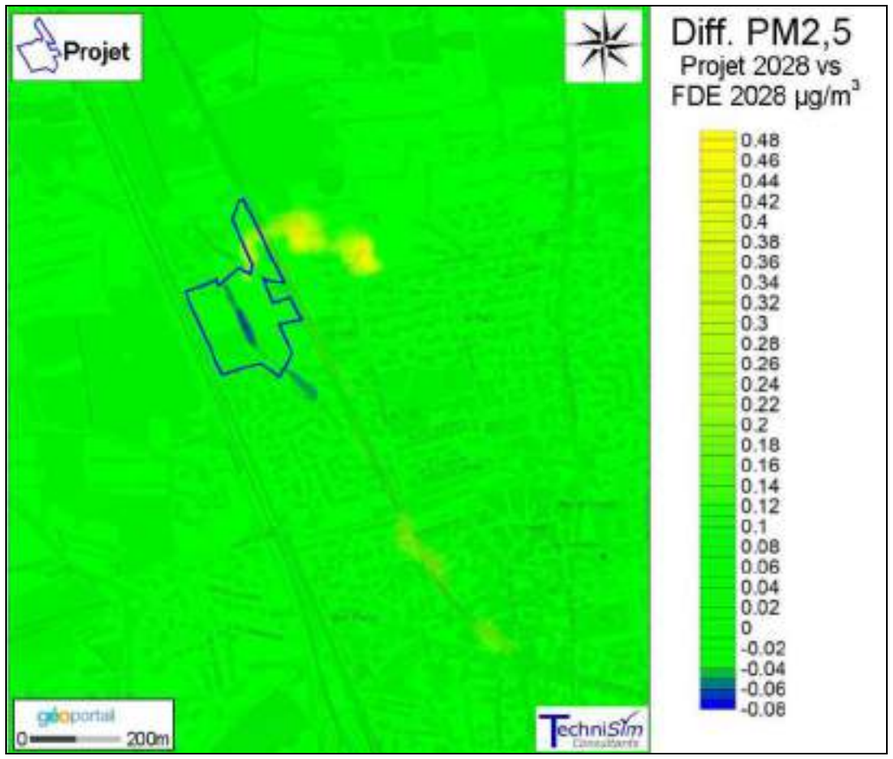


Figure 111 : Différence de concentration en PM2,5 entre la situation Projet et Fil de l'eau en 2028 (Situation 2-situation 1)

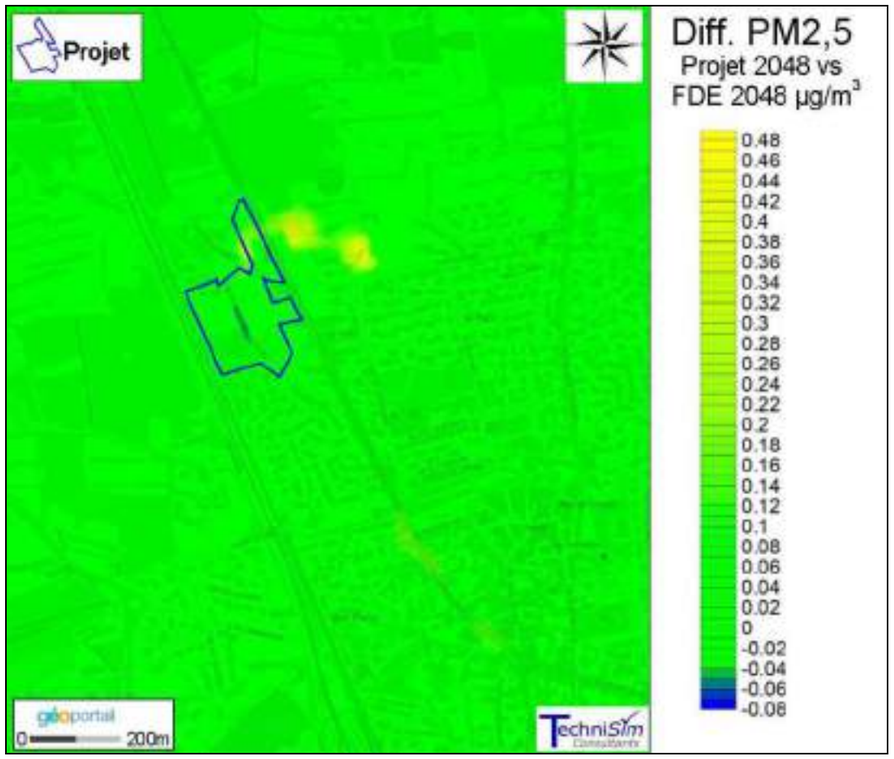


Figure 112 : Différence de concentration en PM2,5 entre la situation Projet et Fil de l'eau en 2048 (Situation 4-situation 3)

Autres polluants réglementés

Pour chacun de ces composés, en considérant uniquement les émissions provenant des voies de circulation du réseau d'étude, les concentrations obtenues sont très inférieures aux normes de la qualité de l'air, et cela, pour tous les horizons et les situations simulés.
Il est possible de conclure que la modification des volumes de trafic liés à la réalisation du projet d'aménagement comparativement à la situation Fil de l'eau n'est pas de nature à impacter significativement la qualité de l'air en termes réglementaires pour ce qui est de ces composés.

Tableau 47 : Tableau récapitulatif des normes de la qualité de l'air mentionnées dans la réglementation française

POLLUANTS	Valeurs limites	Objectifs de qualité	Seuil de recommandation et d'information	Seuil d'alerte	Niveau critique	Valeur cible
Benzène	Moyenne annuelle : 5 µg/m³	Moyenne annuelle : 2 µg/m³	-	-	-	-
Dioxyde de soufre	Moyenne journalière : 125 µg/m³ (3 dépassements autorisés)	Moyenne annuelle : 50 µg/m³	Moyenne horaire : 300 µg/m³	Moyenne horaire sur 3 heures consécutives : 500 µg/m³	Moyenne annuelle et hivernale : 20 µg/m³	-
	Moyenne horaire : 350 µg/m³ (24 dépassements autorisés)	-	-	-	-	-
Plomb	Moyenne annuelle : 0,5 µg/m³	Moyenne annuelle : 0,25 µg/m³	-	-	-	-
Monoxyde de carbone	Maximum journalier de la moyenne sur 8 heures : 10 000 µg/m³	-	-	-	-	-
Arsenic	-	-	-	-	-	Moyenne annuelle : 0,006 µg/m³
Cadmium	-	-	-	-	-	Moyenne annuelle : 0,005 µg/m³
Nickel	-	-	-	-	-	Moyenne annuelle : 0,020 µg/m³
Benzo(a) pyrène	-	-	-	-	-	Moyenne annuelle : 0,001 µg/m³
Oxydes d'azote	-	-	-	-	Moyenne annuelle : 30 µg/m³ (éq. NO_2)	-

17.3. Conclusion de l'impact du trafic routier lié au projet sur la qualité de l'air

La réalisation du projet d'aménagement du chemin du pont de l'Auture, sur le territoire de la commune de Sénas (Bouches-du-Rhône/13) va engendrer une hausse de trafic sur les voies étudiées, comparativement à la situation actuelle 2023.

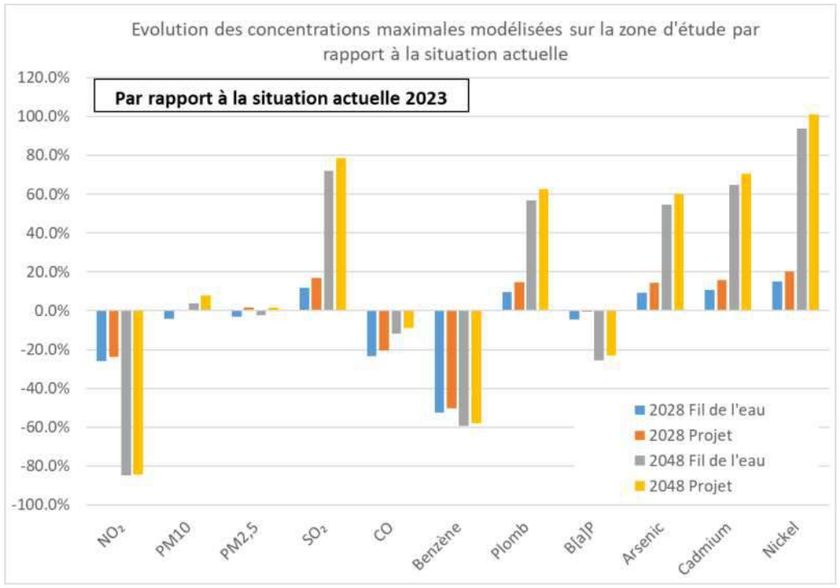


Figure 113 : Évolution pour les principaux polluants des concentrations maximales modélisées sur la zone d'étude aux horizons 2028 et 2048 (situation Fil de l'eau et Projet) comparativement à la situation actuelle 2023

Cependant, aux horizons futurs 2028 et 2048, les teneurs maximales modélisées sur la zone d'étude diminuent pour les principaux polluants émis à l'échappement par rapport à la situation actuelle 2023 (sauf SO_2 pour lequel les concentrations maximales augmentent voire fortement pour l'année 2048). Le dioxyde d'azote diminue à l'horizon 2028 et diminue très fortement à l'horizon 2048.
Cela étant corrélé avec les **améliorations des motorisations et des systèmes épuratifs,** ainsi qu'à l'**application des normes Euro** et au **développement des véhicules hybrides/électriques,** combinées au **renouvellement du parc roulan**t (diminution de la proportion des véhicules thermiques en faveur des motorisations non carbonés couplée à la diminution des véhicules non classés et des classes anciennes des normes Euro dans la part des véhicules thermiques demeurant en circulation) Et **ce, malgré l'augmentation globale des volumes de trafic, en situations Fil de l'eau et Projet (pour les deux horizons).**

Les polluants émis également par l'abrasion voient quant à eux leurs teneurs maximales sur la zone d'étude :

- Stagner pour les particules (horizons 2028 et 2048) ;
- Stagner à l'horizon 2028 et baisser à l'horizon 2048 pour le benzo(a)pyrène ;
- Augmenter à l'horizon 2028 et augmenter fortement à l'horizon 2048 pour les métaux du fait de la hausse de trafic.

En tout état de cause, au niveau des lieux vulnérables (écoles et EHPAD) et sur l'emprise projet, les concentrations calculées aux horizons futurs 2028 et 2048 en situations 'Fil de l'eau' et 'Projet' (en ne considérant que les émissions du trafic sur les brins du réseau d'étude) sont inférieures aux normes règlementaires pour les polluants faisant l'objet d'une règlementation, et cela même en les cumulant aux concentrations de fond (moyennes annuelles 2022) relevées au niveau de la station AtmoSud la plus proche du projet.

Par rapport** à la **situation actuelle 2023, il est observé à l'horizon 2028 :

- Pollution atmosphérique : une baisse des concentrations maximales en polluants sur la zone d'étude (environ -5,2 % pour la situation FDE et -1,0 % pour la situation projet ; en moyenne sur les polluants réglementés).
- Enjeux populationnels (lieux vulnérables existants / habitations existantes et en projet) : une baisse des concentrations en polluants émis à l'échappement (traceur NO_2) en situation 'Fil de l'eau' et 'Projet' au niveau des **lieux vulnérables** et de la majorité des **habitations existantes** ainsi que sur **l'emprise projet**. Quant aux polluants émis par l'abrasion (traceur PM10), il est observé soit des diminutions (pour la majorité des **lieux vulnérables**) soit des légères augmentations des concentrations en fonction des **lieux vulnérables**. Les augmentations demeurent toutefois très modérées.

Les impacts de la réalisation du projet sont, ***par rapport** à la **situation 'Fil de l'eau' 2028*** **:**

- Pollution atmosphérique : une légère augmentation des concentrations maximales en polluants est observée sur la zone d'étude (environ +4,4 % ; en moyenne sur les polluants réglementés).
- Enjeux populationnels (lieux vulnérables existants / habitations existantes et en projet) : il est constaté une légère hausse des concentrations en polluants au niveau des **lieux vulnérables**, des **habitations existantes** ainsi que sur **l'emprise projet**. Les hausses les plus marquées sont situées logiquement aux niveau des voies de circulation desservant le projet mais demeurent faibles en valeurs absolues.

Par rapport** à la **situation actuelle 2023, il est observé à l'horizon 2048 :

- Pollution atmosphérique : une augmentation des concentrations maximales en polluants sur la zone d'étude (environ +14,7 % pour la situation FDE et +18,9 % pour la situation projet ; en moyenne sur les polluants réglementés). Cette augmentation est due au SO_2 et aux métaux issus de l'abrasion.
- Enjeux populationnels (lieux vulnérables existants / habitations existantes et en projet) : une baisse des concentrations en polluants émis à l'échappement (traceur NO_2) en situation 'Fil de l'eau' et 'Projet' au niveau des **lieux vulnérables** et de la majorité des **habitations existantes** ainsi que sur **l'emprise projet**. Quant aux polluants émis par l'abrasion (traceur PM10), une augmentation des concentrations est constatée au niveau des **habitations existantes** et sur **l'emprise projet.** Il est observé soit des augmentations (pour la majorité des **lieux vulnérables**) soit des légères diminutions des concentrations.

Les impacts de la réalisation du projet sont, ***par rapport** à la **situation 'Fil de l'eau' 2048*** **:**

- Pollution atmosphérique : une légère augmentation des concentrations maximales en polluants est observée sur la zone d'étude (environ +3,5 % ; en moyenne sur les polluants réglementés).
- Enjeux populationnels (lieux vulnérables existants / habitations existantes et en projet) : il est constaté une légère hausse des concentrations en polluants au niveau des **lieux vulnérables**, des **habitations existantes** ainsi que sur **l'emprise projet**. Les hausses les plus marquées sont situées logiquement aux niveau des voies de circulation desservant le projet mais demeurent faibles en valeurs absolues.

Pour conclure, la réalisation du projet d'aménagement du pont de l'Auture et les variations de trafic associées sur la zone d'étude ne sont pas de nature à influer significativement sur les concentrations en polluants, que ce soit au niveau des habitations ou au niveau des lieux vulnérables existants ainsi que sur l'emprise projet, comparativement aux situations 'fil de l'eau' 2028 et 2048.

18. IMPACTS DU PROJET SUR LA SANTÉ – ÉVALUATION QUANTITATIVE DES RISQUES SANITAIRES [EQRS]

La démarche d'EQRS a été proposée pour la première fois en 1983 par l'Académie des Sciences (National Research Council) aux États-Unis. La définition généralement énoncée souligne qu'elle repose sur « l'utilisation de faits scientifiques pour définir les effets sur la santé d'une exposition d'individus ou de populations à des matériaux ou à des situations dangereuses ».

La circulaire du 09/08/13 relative à la démarche de prévention et de gestion des risques sanitaires des installations classées soumises à autorisation, rappelle l'intérêt de la démarche de l'EQRS dans une demande d'autorisation d'exploiter :
« La démarche d'évaluation des risques sanitaires permet de hiérarchiser les différentes substances émises par un site, leurs sources et les voies d'exposition, en vue de définir des stratégies de prévention et de gestion spécifiques à chaque installation.

Il s'agit d'un outil de gestion et d'aide à la décision. Elle ne peut cependant déterminer ni l'impact réel du site sur la santé des populations riveraines, ni l'exposition réelle des populations. Seules des études épidémiologiques ou d'imprégnations pourraient apporter des éléments de réponse sur ces deux points. »

L'impact sanitaire peut ainsi être déterminé.

L'EQRS est menée selon :

- Le guide de l'InVS de 2007 « Estimation de l'impact sanitaire d'une pollution environnementale et évaluation quantitative des risques sanitaires » Ed. InVS/Afsset 2007 ; 162p.;
- Le guide de l'INERIS de 2011 « Guide pour la conduite d'une étude de zone» - DRC - 11 - 115717 - 01555B ;
- Le guide de l'INERIS de 2021 « Évaluation de l'état des milieux et des risques sanitaires » ;
- Le guide de l'INERIS de 2016 « Choix de valeurs toxicologiques de référence - Méthodologie INERIS » - DRC - 16 - 156196 - 11306A ;
- La note d'information n°DGS/EA1/DGPR/2014/307 du 31/10/14 relative aux modalités de sélection des substances chimiques et de choix des valeurs toxicologiques de référence pour mener les évaluations des risques sanitaires dans le cadre des études d'impact et de la gestion des sites et sols pollués ;
- L'avis de l'Anses de juillet 2012 relatif à la sélection des polluants à prendre en compte dans les évaluations des risques sanitaires réalisées dans le cadre des études d'impact des infrastructures routières ;
- La Note technique NOR : TRET1833075N du 22 février 2019 relative à la prise en compte des effets sur la santé de la pollution de l'air dans les études d'impact des infrastructures routières.

La planche suivante schématise conceptuellement l'EQRS réalisée dans ce document.

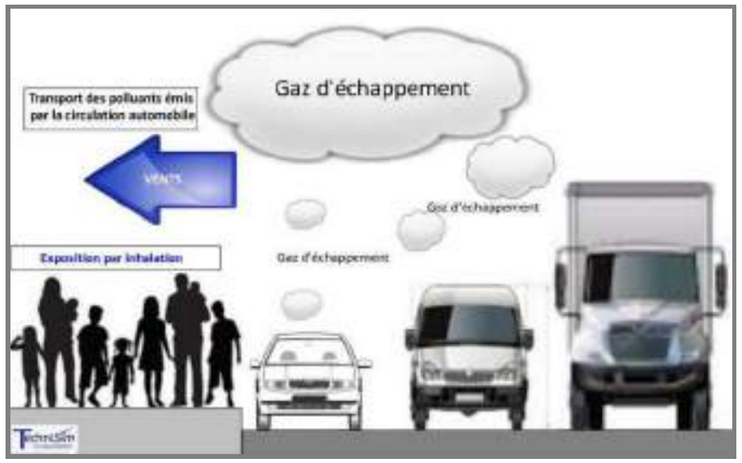


Figure 114 : Schéma conceptuel de la démarche d'ERS

18.1. HYPOTHÈSES DE TRAVAIL RETENUES

- Les données utilisées proviennent de la simulation numérique de la dispersion atmosphérique des émissions générées par le trafic considéré sur l'ensemble des voies considérées.
- La voie d'exposition privilégiée est la voie inhalation.
- Les particules à l'échappement sont assimilées à des particules diesel (hypothèse majorante).
- Pour les HAP, il est considéré le mélange de 16 HAP (dont le benzo(a)pyrène) exprimé en benzo(a)pyrène équivalent par utilisation des FET (Facteur d'Équivalence Toxique).
- Pour le chrome, il est considéré que la totalité du chrome émis est du chrome VI (hypothèse majorante). Alors qu'en réalité, il s'agit d'un mélange de chrome VI (cancérigène) et de chrome III (non cancérigène).

18.2. CONTENU ET DÉMARCHE DE L'EQRS

Conventionnellement, une EQRS est constituée des quatre étapes listées ci-dessous :

- L'identification des dangers (sélection des substances selon les connaissances disponibles) ;
- La définition des relations doses-réponses (sélection des valeurs toxiques de référence pour chaque polluant considéré) ;
- L'évaluation des expositions des populations aux agents dangereux identifiés selon les voies, niveaux et durées d'exposition correspondants ;
- La caractérisation des risques sanitaires *via* le calcul des indices sanitaires.

Actuellement, dans le vocabulaire européen, les deux premières étapes sont souvent rassemblées en une phase unique appelée « caractérisation des dangers ».

Remarque : Il convient de bien distinguer le 'danger' du 'risque'. Le danger d'un agent physique, chimique ou biologique correspond à l'effet sanitaire néfaste ou indésirable qu'il peut engendrer sur un individu lorsqu'il est mis en contact avec celui-ci, alors que le risque correspond à la probabilité de survenue d'un effet néfaste indépendamment de sa gravité.

Étape n° 1 : L'identification des dangers

L'étape d'identification des dangers consiste à connaître les dangers ou le potentiel dangereux des agents chimiques considérés, associés aux voies d'exposition retenues [InVS, 2000]. Cela consiste en une synthèse des connaissances scientifiques disponibles à l'instant de l'étude débouchant sur un bilan de ce que l'on sait, de ce que l'on ignore et de ce qui est incertain.
On distingue les effets selon plusieurs critères.
La toxicité d'une substance peut être qualifiée de :

- **Aiguë** : manifestation de l'effet à court terme, de l'administration d'une dose unique de substance ;
- **Subchronique** : manifestation de l'effet de l'administration répétée d'une substance, pendant une période de 14 jours à 3 mois ;
- **Chronique** : manifestation de l'effet de l'administration répétée d'une substance, pendant une période supérieure à 3 mois.

Par ailleurs, une substance peut avoir des effets distincts selon son mode d'exposition, c'est-à-dire selon qu'elle est inhalée ou ingérée (les organes en contact étant bien sûr différents).

Au regard des effets, on distingue ceux-ci selon qu'ils sont « à seuils » ou « sans seuils » :

- Les effets toxiques **« à seuils »** correspondent aux effets aigus et aux effets chroniques non cancérigènes, non génotoxiques et non mutagènes. On admet qu'il existe une dose limite au-dessous de laquelle le danger ne peut apparaître. La Valeur Toxicologique de Référence [VTR] correspond alors à cette valeur. Pour ce type d'effet, la gravité est proportionnelle à la dose.
- Les effets toxiques **« sans seuils »** correspondent pour l'essentiel à des effets cancérigènes génotoxiques et des mutations génétiques, pour lesquels la fréquence - et non la gravité - est proportionnelle à la dose. L'approche probabiliste conduit à considérer qu'il existe un risque, infime mais non nul, qu'une seule molécule pénétrant dans le corps provoque des changements dans une cellule à l'origine d'une lignée cancéreuse.
  La VTR est alors un **E**xcès de **R**isque **U**nitaire (ERU) de cancer.

À la suite de ces recherches, quelques substances seulement sont retenues pour l'EQRS.
Ici, les polluants considérés proviennent du rapport du groupe de travail constitué de la Direction des routes (Ministère chargé de l'équipement), la Direction générale de la santé (Ministère chargé de la santé publique), la Direction de la prévention des pollutions et des risques et la Direction des études économiques et de l'évaluation environnementale (Ministère chargé de l'environnement).

Étape n° 2 : L'estimation de la dose-réponse

Cette étape permet d'estimer le risque en fonction de la dose. En toxicologie animale ou en épidémiologie, les effets sont généralement connus en ce qui concerne de hautes doses (expérimentations contrôlées, expositions professionnelles, accidentelles). Or, pour connaître les risques encourus à basses doses, telles qu'elles sont présentes dans notre environnement, il est nécessaire d'extrapoler les risques observés (c'est-à-dire des hautes doses vers les basses doses) à partir de l'étude de la relation dose-effet.
Cette relation s'étudie notamment grâce à des méthodes statistiques, épidémiologiques, toxicologiques et pharmacologiques et en particulier de la modélisation mathématique. Cela permet de définir des Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR) qui traduisent le lien entre la dose de la substance toxique et l'occurrence ou la sévérité de l'effet étudié dans la population.

Le calcul des VTR s'effectue différemment en fonction du danger considéré.
Cette opération s'effectue par une approche :

- Déterministe lorsqu'il s'agit des effets "avec seuils" ;
- Probabiliste lorsqu'il s'agit des effets "sans seuils".

Pour les effets à seuils, la VTR correspond à la dose en dessous de laquelle le ou les effets néfastes n'apparaissent pas. Cette dose est calculée à partir de la dose expérimentale reconnue comme la plus faible sans effet (dose dite 'NOEL' pour No Observed Effect Level) et d'une série de facteurs de sécurité. Ces facteurs de sécurité prennent en compte différentes incertitudes comme en particulier les difficultés de transposition de l'animal à l'homme (variabilité intra et inter-espèces), les durées d'exposition, la qualité des données, etc.
La VTR est ensuite calculée mathématiquement par division de la dose NOEL par le produit des différents facteurs de sécurité pris en compte.
La VTR prend alors la forme d'une Dose Journalière Admissible [DJA] dans le cas de l'ingestion (exprimée en mg/kg/j) et de la voie cutanée, ou bien d'une Concentration Maximale Admissible [CMA] dans le cas de l'exposition respiratoire (exprimée en µg/m^3).
En dessous de ce seuil de dose, la population est considérée comme protégée.

Pour les effets sans seuils, la VTR est en ce cas un Excès de Risque Unitaire [ERU] de cancer. L'ERU est calculé soit à partir d'expérimentations chez l'animal, soit d'études épidémiologiques chez l'Homme. Cette valeur est le résultat des extrapolations des hautes doses aux basses doses à travers des modèles mathématiques.
L'approche probabiliste conduit à considérer qu'il existe un risque, infime mais non nul, qu'une seule molécule pénétrant dans le corps provoque des changements dans une cellule à l'origine d'une lignée cancéreuse.
Concernant la voie respiratoire, l'ERU est l'inverse d'une concentration dans l'air et s'exprime en (µg/m^3)$^{-1}$. Cet indice représente la probabilité individuelle de développer un cancer pour une concentration de produit toxique de 1 µg/m^3 dans l'air inhalé par un sujet pendant toute sa vie.

La sélection des VTR pour chaque substance s'effectue selon le logigramme ci-après.

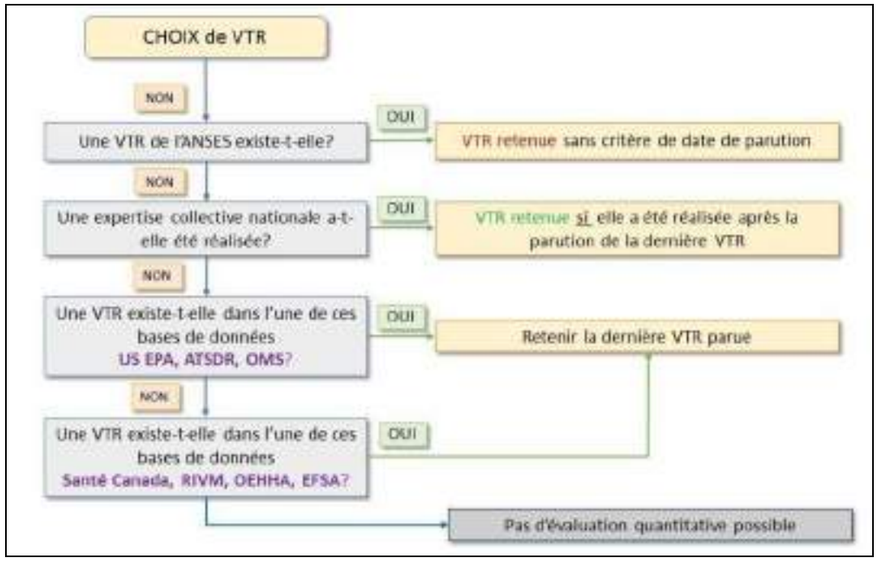


Figure 115: Logigramme – Choix des Valeurs Toxicologiques de Référence

Les VTR retenues pour l'étude des risques sanitaires sont reportées dans les tableaux qui vont suivre.

Tableau 48 : Valeurs toxicologiques de référence des substances considérées pour les effets à seuils – Exposition CHRONIQUE – Inhalation

SUBSTANCES	N°CAS	Voie d'exposition	Effet(s) critique(s)	VTR		Unité	Facteur d'incertitude	Source	Année de révision	Justification du choix de la VTR
COMPOSES ORGANIQUES VOLATILS ET HAP										
Acétaldéhyde	75-07-0	Inhalation	Dégénérescence de l'épithélium olfactif	**VGAI**	**160**	[µg/m³]	75	ANSES	2014	VTR retenue par l'INERIS
Acroléine	107-02-8	Inhalation	Lésions de l'épithélium respiratoire	**VTR**	**0,15**	[µg/m³]	25	ANSES	2022	VTR retenue par l'ANSES
Benzène	71-43-2	Inhalation	Diminution du nombre des lymphocytes	**VTR**	**10**	[µg/m³]	Non précisé	ANSES	2008	VTR de l'ANSES
1,3-Butadiène	106-99-0	Inhalation	Effets sur la fertilité	**VTR**	**2**	[µg/m³]	300	ANSES	2021	VTR retenue par l'ANSES
Ethylbenzène	100-41-4	Inhalation	Effet ototoxique (Perte de cellules ciliées externes dans l'organe de Corti)	**VTR**	**1500**	[µg/m³]	75	ANSES	2016	VTR de l'ANSES
Formaldéhyde	50-00-0	Inhalation	Irritations oculaires et nasales et des lésions histologiques de l'épithélium nasal (rhinite, métaplasie squameuse, dysplasie)	**VTR**	**123**	[µg/m³]	Non précisé	ANSES	2018	VTR de l'ANSES
Propionaldéhyde	123-38-6	Inhalation	Atrophie de l'épithélium olfactif	**RfC**	**8**	[µg/m³]	1000	US EPA	2008	Seule VTR disponible
Toluène	108-88-3	Inhalation	Effets neurologiques (troubles de la vision des couleurs)	**VTR**	**19000**	[µg/m³]	5	ANSES	2017	VTR de l'ANSES
Xylènes	1330-20-7	Inhalation	Effets neurologiques	**VTR**	**100**	[µg/m³]	300	US EPA	2003	VTR retenue par l'ANSES
Benzo(a)pyrène	50-32-8	Inhalation	Diminution de la survie des embryons/fœtus	**RfC**	**0,002**	[µg/m³]	3000	US EPA	2017	VTR retenue par l'INERIS
Naphtalène	91-20-3	Inhalation	Anémies hémolytiques et cataractes	**VTR**	**37**	[µg/m³]	250	ANSES	2013	VTR de l'ANSES
MÉTAUX										
Arsenic	7440-38-2	Inhalation	Effets neurologiques et troubles du comportement	**REL**	**0,015**	[µg/m³]	extrapolation	OEHHA	2008	VTR retenue par l'INERIS
Cadmium	7440-43-9	Inhalation	Augmentation de 5% atteinte tubulaire dans la population générale Effets rénaux	**VTR**	**0,45**	[µg/m³]	non précisé	ANSES	2012	VTR de l'ANSES
Chrome VI	7440-47-3	Inhalation	**Particulaires** - Modifications des niveaux de lactate déshydrogénase dans le liquide de lavage broncho-alvéolaire	**TCA**	**0,03**	[µg/m³]	300	OMS CICAD	2013	VTR retenue par l'INERIS
Mercure	7439-97-6	Inhalation	Effets neurologiques Troubles de la mémoire et de la motricité	**REL**	**0,03**	[µg/m³]	300	OEHHA	2008	VTR retenue par l'INERIS
Nickel	7440-02-0	Inhalation	Lésions pulmonaires	**VTR**	**0,23**	[µg/m³]	Non précisé	TCEQ	2011	VTR retenue par l'ANSES
Plomb	7439-92-1	Inhalation	Effets systémiques observés au niveau du système nerveux central et périphérique. Anémie microcytaire hypochrome, atteintes rénales, augmentation de la pression artérielle, effets sur la thyroïde, le système immunitaire ou la croissance des os chez les enfants	**VTR**	**0,9**	[µg/m³]	Non précisé	ANSES	2013	VTR de l'ANSES
AUTRES POLLUANTS										
Ammoniac	7664-41-7	Inhalation	Diminution de la fonction pulmonaire et augmentation des symptômes respiratoires	**VTR**	**500**	[µg/m³]	Non précisé	ANSES	2018	VTR de l'ANSES
2,3,7,8-Tétrachlorodibenzo-p-dioxine	1746-01-6	Inhalation	Augmentation de la mortalité, amaigrissement, changements histopathologiques et rénaux	**REL**	**4,0E-05**	[µgTEQ/m³]	100	OEHHA	2000	Seule VTR disponible
2,3,4,7,8-Pentachlorodibenzofurane	57117-31-4	Inhalation	Augmentation de la mortalité, amaigrissement, changements histopathologiques et rénaux	**REL**	**4,0E-05**	[µgTEQ/m³]	100	OEHHA	2000	VTR retenue par l'INERIS
Particules diesel	-	Inhalation	Irritations des voies respiratoires et effets cardiovasculaires	**VTR**	**5**	[µg/m³]	30	US EPA	2003	Seule VTR disponible
Particules PM10	-	Inhalation	**Aucune VTR disponible -** A comparer avec les recommandations de l'OMS : **15 µg/m³ en moyenne annuelle**							
Particules PM2.5	-	Inhalation	**Aucune VTR disponible -** A comparer avec les recommandations de l'OMS : **5 µg/m³ en moyenne annuelle**							
Dioxyde d'azote	10102-44-0	Inhalation	**Aucune VTR disponible -** A comparer avec les recommandations de l'OMS : **10 µg/m³ en moyenne annuelle**							
Dioxyde de soufre	7446-09-5	Inhalation	**Aucune VTR disponible**							
Monoxyde de carbone	630-08-0	Inhalation	**Aucune VTR disponible**							

Tableau 49 : Valeurs toxicologiques de référence des substances considérées pour les effets SANS seuils – Exposition CHRONIQUE - Inhalation

SUBSTANCES	N°CAS	Voie d'exposition	Organe(s) cible(s)/Effet(s) critique(s)	VTR		Unité	Source	Année	Justification du choix de la VTR
COMPOSES ORGANIQUES VOLATILS ET HAP									
Acétaldéhyde	75-07-0	Inhalation	Augmentation de l'incidence des adénocarcinomes et des carcinomes des cellules squameuses de la cloison nasale	**ERU**	**2,20E-06**	$[\mu g/m^3]^{-1}$	US EPA	1991	VTR retenue par l'INERIS
Acroléine	107-02-8	Inhalation	**Aucune VTR disponible**						
Benzène	71-43-2	Inhalation	Leucémies aigües	**VTR**	**2,60E-05**	$[\mu g/m^3]^{-1}$	ANSES	2014	VTR de l'ANSES
1,3-Butadiène	106-99-0	Inhalation	Leucémies lymphoïdes	**VTR**	**2,43E-07**	$[\mu g/m^3]^{-1}$	ANSES	2022	VTR de l'ANSES
Éthylbenzène	100-41-4	Inhalation	Incidence du carcinome du tube rénal ou de l'adénome chez les rats mâles	**ERU**	**2,50E-06**	$[\mu g/m^3]^{-1}$	OEHHA	2007	Seule VTR disponible
Formaldéhyde	50-00-0	Inhalation	Carcinomes au niveau des cavités nasales CT0,05=9,5 mg/m³ soit 5,26E-06 $(\mu g/m^3)^{-1}$	**CT0,05**	**5,26E-06**	$[\mu g/m^3]^{-1}$	Santé Canada	2000	VTR retenue par l'INERIS
Propionaldéhyde	123-38-6	Inhalation	**Aucune VTR disponible**						
Toluène	108-88-3	Inhalation	**Aucune VTR disponible**						
Xylènes	1330-20-7	Inhalation	**Aucune VTR disponible**						
Benzo(a)pyrène	50-32-8	Inhalation	Incidence des tumeurs (type non spécifié) du tractus respiratoire supérieur (cavités nasales, larynx et trachée)	**ERU**	**1,10E-03**	$[\mu g/m^3]^{-1}$	OEHHA	2008	VTR retenue par l'ANSES
Naphtalène	91-20-3	Inhalation	Adénomes de l'épithélium nasal respiratoire Augmentation de l'incidence des neuroblastomes de l'épithélium olfactif chez le rat femelle	**VTR**	**5,60E-06**	$[\mu g/m^3]^{-1}$	ANSES	2013	VTR de l'ANSES
MÉTAUX									
Arsenic	7440-38-2	Inhalation	Cancers pulmonaires	**VTR**	**1,5E-04**	$[\mu g/m^3]^{-1}$	TCEQ	2012	VTR retenue par l'ANSES
Cadmium	7440-43-9	Inhalation	Cancers du poumon	**ERU**	**9,80E-03**	$[\mu g/m^3]^{-1}$	Santé Canada	2010	Dernière VTR parue
Chrome VI	7440-47-3	Inhalation	Cancers pulmonaires	**ERU**	**4,00E-02**	$[\mu g/m^3]^{-1}$	OMS	2013	VTR retenue par l'ANSES
Mercure	7439-97-6	Inhalation	**Aucune VTR disponible**						
Nickel	7440-02-0	Inhalation	Cancers pulmonaires	**VTR**	**1,70E-04**	$[\mu g/m^3]^{-1}$	TCEQ	2011	VTR retenue par l'ANSES
Plomb	7439-92-1	Inhalation	Tumeurs rénales	**ERU**	**1,20E-05**	$[\mu g/m^3]^{-1}$	OEHHA	2011	VTR retenue par l'INERIS
AUTRES POLLUANTS									
Ammoniac	7664-41-7	Inhalation	**Aucune VTR disponible**						
2,3,7,8-Tétrachlorodibenzo-p-dioxine	1746-01-6	Inhalation	Adénome et carcinome hépatiques	**ERU**	**38**	$[\mu g/m^3]^{-1}$	OEHHA	1986	Seule VTR disponible
2,3,4,7,8-Pentachlorodibenzofurane	57117-31-4	Inhalation	Adénome et carcinome hépatiques	**ERU**	**11**	$[\mu g/m^3]^{-1}$	OEHHA	2011	Seule VTR disponible
Particules diesel	-	Inhalation	Cancers pulmonaires	**VTR**	**3,40E-05**	$[\mu g/m^3]^{-1}$	OMS	1996	Seule VTR disponible
Particules PM10	-	Inhalation	**Aucune VTR disponible**						
Particules PM2,5	-	Inhalation	**Aucune VTR disponible**						
Dioxyde d'azote	10102-44-0	Inhalation	**Aucune VTR disponible**						
Dioxyde de soufre	7446-09-5	Inhalation	**Aucune VTR disponible**						
Monoxyde de carbone	630-08-0	Inhalation	**Aucune VTR disponible**						

Étape n°3 : Évaluation des expositions

L'exposition d'une population à une substance toxique dépend des deux facteurs ci-après :

- La concentration de la substance dans les compartiments environnementaux et son comportement physico-chimique ;
- Les voies et conditions d'exposition des individus en contact avec cette substance.

En pratique, à partir des rejets du trafic, il s'agit d'établir un schéma retraçant les voies de passage des polluants depuis les différents compartiments environnementaux jusque vers les populations cibles.
On identifie ensuite les voies de pénétration des polluants dans l'organisme. Celles-ci sont de trois types (ingestion, inhalation et contact cutané).
Sont identifiés également les modes de transfert des polluants dans les différents compartiments environnementaux.
Le devenir d'une substance dépend de ses propriétés physico-chimiques ainsi que des conditions environnementales.
À partir d'un compartiment donné, le composé considéré peut, soit :

- Être dispersé/transporté vers un autre compartiment ;
- Être transformé ;
- S'accumuler.

L'évaluation des expositions se déroule selon plusieurs étapes. Tout d'abord, il est nécessaire de déterminer les niveaux d'exposition à l'aide de mesures réalisées sur site ou à l'aide de la modélisation.
Ensuite, il s'agit de définir pour les cibles et/ou les populations identifiées, ainsi que pour les voies d'exposition identifiées, des scénarios d'exposition cohérents visant à considérer essentiellement : soit les expositions de type chronique, soit les expositions récurrentes ou continues correspondant à une fraction significative de la durée de vie.

Pour le projet étudié, il s'agit des scénarios déclinés ci-après.

Voie d'exposition - Inhalation

- Effets à seuils
  - **Écolier** : ce scénario considère les enfants vivant au sein de la zone d'étude / du projet et fréquentant les écoles (maternelle, élémentaires et primaire) de la zone d'étude.
  - **Personne âgée** : ce scénario considère les personnes âgées hébergées au sein de l'EHPAD de la zone d'étude.
  - **Résident** : ce scénario considère les personnes résidant sur la zone d'étude en dehors ou au sein du projet d'aménagement.

- Effets sans seuils
  - **Enfant** : ce scénario considère les individus jusqu'à 11 ans vivant au sein de la zone d'étude/du projet et fréquentant les établissements scolaires de la zone d'étude.
  - **Résident** : ce scénario considère les personnes résidant sur la zone d'étude en dehors ou au sein du projet.
  - **Personne âgée** : ce scénario considère les personnes âgées hébergées au sein de l'EHPAD de la zone d'étude.

L'étape suivante consiste à estimer les quantités de substance absorbées par les individus du domaine examiné.

Pour l'inhalation, la dose journalière est en fait une concentration inhalée.
Comme on considère des expositions de longue durée, on s'intéresse à la concentration moyenne inhalée quotidiennement.

Celle-ci se calcule à l'aide de la formule suivante :

$$CI = \left(\sum_i (Ci \times ti)\right) \times F \times \frac{T}{Tm}$$

CI	Concentration moyenne inhalée	[µg/m³]
ti	Fraction du temps d'exposition à la concentration Ci pendant une journée	[Sans dimension]
F	Fréquence ou taux d'exposition => nombre annuel d'heures ou de jours d'exposition ramené au nombre total annuel d'heures ou de jours	[Sans dimension]
T	Nombre d'années d'exposition	[Année]
Tm	Durée sur laquelle l'exposition est moyennée	[Année]

Pour les polluants avec effets « à seuils », l'exposition moyenne est calculée sur la durée effective d'exposition, soit T = Tm.
Alors que pour les effets « sans seuils », Tm sera assimilé à la vie entière prise égale à 70 ans, par convention.

Les scénarios d'exposition ainsi que les paramètres associés sont fournis dans les tableaux suivants.

Tableau 50 : Scénario d'exposition « écolier » et paramètres considérés

Scénario d'exposition	Lieu fréquenté	Durée d'exposition retenue	Concentration considérée pour les calculs
ÉCOLIER Durée d'exposition : 3 ans / *Maternelle* --- 5 ans / *Élémentaire* --- 8 ans / *Primaire*	**En semaine – PÉRIODE SCOLAIRE**		
	École	10 h/jour – 4 jours/semaine – 36 semaines/an 4 h/jour – 1 jour/semaine – 36 semaines/an	-Concentrations maximales calculées au niveau des établissements présents sur la zone d'étude.
	Domicile	14 h/jour – 4 jours/semaine – 36 semaines/an 20 h/jour – 1 jour/semaine – 36 semaines/an	-Concentrations maximales calculées au niveau des habitations de la zone d'étude. -Concentrations maximales calculées sur l'emprise projet.
	Week-End – PÉRIODE SCOLAIRE		
	Domicile	24 h/jour – 2 jours/semaine – 36 semaines/an	-Concentrations maximales calculées au niveau des habitations de la zone d'étude. -Concentrations maximales calculées sur l'emprise projet.
	Semaine et Week-End – VACANCES SCOLAIRES		
	Domicile	24 h/jour – 7 jours/semaine – 16 semaines/an	-Concentrations maximales calculées au niveau des habitations de la zone d'étude. -Concentrations maximales calculées sur l'emprise projet.

Tableau 51 : Scénario d'exposition « Personne âgée » et paramètres considérés

Scénario d'exposition	Lieu fréquenté	Durée d'exposition retenue	Concentration considérée pour les calculs
PERSONNE ÂGÉE Durée d'exposition : 10 ans	**Semaine et week end**		
	EHPAD	24 h/jour – 7 jours/semaine – 52 semaines/an	-Concentrations calculées au niveau de l'établissement présent sur la zone d'étude.

Tableau 52 : Scénario d'exposition « Résident » et paramètres considérés

Scénario d'exposition	Lieu fréquenté	Durée d'exposition retenue	Concentration considérée pour les calculs
RÉSIDENT Durée d'exposition : 16 ans*	**Semaine et week end**		
	Domicile	24 h/jour – 7 jours/semaine – 52 semaines/an	-Concentrations maximales calculées au niveau des habitations de la zone d'étude. -Concentrations maximales calculées sur l'emprise projet.

**Correspond à l'ancienneté moyenne d'emménagement des résidents de Sénas (15.6 ans) en 2019 (Insee)*

Tableau 53 : Scénario d'exposition « enfant » et paramètres considérés

Scénario d'exposition	Lieu fréquenté	Durée d'exposition retenue	Durée	Concentration considérée pour les calculs
ENFANT Durée d'exposition : 11 ans	**École maternelle, élémentaire et primaire**	36 semaines/an 10 h/jour – 4 jours/semaine 04 h/jour – 1 jour/semaine	8 ans	-Concentrations maximales calculées au niveau des établissements présents sur la zone d'étude.
	Domicile	24 h/jour – 7 jours/semaine – 52 semaines/an	3 ans	-Concentrations maximales calculées au niveau des habitations de la zone d'étude. -Concentrations maximales calculées sur l'emprise projet.
		14 h/jour – 4 jours/semaine – 36 semaines/an 20 h/jour – 1 jour/semaine – 36 semaines/an 24 h/jour – 2 jours/semaine – 36 semaines/an 24 h/jour – 7 jours/semaine – 16 semaines/an	8 ans	-Concentrations maximales calculées au niveau des habitations de la zone d'étude. -Concentrations maximales calculées sur l'emprise projet.

Étape n°4 : Caractérisation des risques

La caractérisation des risques s'effectue à l'aide du calcul des indices de risques.
Ces indices diffèrent selon que l'on examine les effets « à seuils » ou bien « sans seuils ».
Pour l'inhalation, la dose journalière est effectivement une concentration inhalée.

Pour les effets toxiques « à seuils », l'expression déterministe de la survenue d'un effet toxique dépend du dépassement d'une valeur : la Valeur Toxique de Référence [VTR].
On calcule alors un Quotient de Danger [QD], qui correspond au rapport de la dose journalière exposition sur la VTR.

QD = CMI/CAA

CMI Concentration Moyenne Inhalée [µg/m^3]

CAA Concentration Admissible dans l'Air / concentration de référence [µg/m^3]

Lorsque le QD est inférieur à 1, cela signifie que la population exposée est théoriquement hors de danger, et ce, même pour les populations sensibles, compte tenu des facteurs de sécurité utilisés.
Si, au contraire, le QD est supérieur ou égal à 1, cela signifie que l'effet toxique peut se déclarer sans qu'il soit possible de prédire la probabilité de survenue de cet événement.

Pour les effets toxiques sans seuils, on calcule l'excès de risque individuel [ERI] par inhalation, en rapportant l'excès de risque unitaire [ERU] vie entière (conventionnellement 70 ans) à la dose journalière d'exposition [DJE] pour la voie orale ou à la concentration atmosphérique inhalée [CI] pour l'inhalation.

ERI = ERUi × CMI

CMI Concentration Moyenne Inhalée [µg/m^3]

ERUi Excès de Risque Unitaire par inhalation [µg/m^3]$^{-1}$

L'interprétation des résultats s'effectue ensuite par comparaison à des niveaux de risque jugés socialement acceptables. Il n'existe pas, bien entendu, de seuil absolu d'acceptabilité, mais la valeur de 10^{-6} (soit un cas de cancer supplémentaire sur un million de personnes exposées durant leur vie entière) est considérée aux États-Unis comme le seuil de risque négligeable et 10^{-4} comme le seuil de l'inacceptable en population générale. En France, Santé Publique France utilise la valeur de 10^{-5}**. Ce seuil de 10^{-5} est souvent retrouvé dans la définition des valeurs guides de qualité de l'eau de boisson et de qualité de l'air par l'OMS.**

Cependant, le Haut Conseil de la Santé Publique précise que cette lecture binaire est réductrice et que, compte tenu des précautions prises avec l'application de facteur d'incertitude dans leur construction, **le dépassement d'une VTR ne signifie aucunement le risque d'apparition d'un effet délétère dans la population, sauf si ce dépassement est conséquent et gomme en partie les facteurs d'incertitude.**

En matière de décision publique, pour les études de zones, la notion de « risque acceptable » doit être abandonnée pour utiliser celle de « seuils et d'intervalles de gestion » dont les propositions concrètes sont rappelées ci-dessous :

- Un domaine d'action rapide pour un ERI >10^{-4} et/ou un QD > 10.
- Un domaine de vigilance active pour un 10^{-5} < ERI < 10^{-4} et/ou un 1 < QD < 10.
- Un domaine de conformité pour un ERI < 10^{-5} et/ou un QD < 1.

Les effets conjugués sont pris en considération dans l'EQRS.
En effet, les individus sont rarement exposés à une seule substance.
Afin de prendre en considération les effets des mélanges, on procède comme suit :

- Pour les effets à seuils : les QD sont additionnés uniquement pour les substances ayant le même mécanisme d'action toxique sur le même organe cible ;
- Pour les effets sans seuils : la somme des ERI est effectuée, quel que soit l'organe cible.

18.3. ÉVALUATION DE L'INDICATEUR SANITAIRE POUR LES EFFETS À SEUIL - QUOTIENTS DE DANGER

Les quotients de dangers, obtenus pour chaque scénario d'exposition et chaque lieu vulnérable, sont donnés dans les tableaux suivants.

Tableau 54 : Quotients de dangers par composé au niveau de l'école maternelle – Voie inhalation - scénario écolier de maternelle

	Scénario écolier de maternelle école maternelle						
Seuil d'acceptabilité = 1	**2023 Actuel**	**2028 Sans projet**	**2028 Avec projet Résident du projet**	**2028 Avec projet Résident hors du projet**	**2048 Sans projet**	**2048 Avec projet Résident du projet**	**2048 Avec projet Résident hors du projet**
Acétaldéhyde	1,05E-04	7,37E-05	1,13E-04	7,59E-05	1,62E-04	2,49E-04	1,66E-04
Acroléine	5,31E-02	3,41E-02	5,21E-02	3,51E-02	6,65E-02	1,02E-01	6,81E-02
Arsenic	2,37E-05	2,58E-05	3,93E-05	2,66E-05	3,61E-05	5,49E-05	3,70E-05
Benzène	1,56E-03	7,36E-04	1,12E-03	7,57E-04	6,25E-04	9,53E-04	6,40E-04
1,3-butadiène	3,44E-03	3,22E-03	4,96E-03	3,31E-03	9,23E-03	1,42E-02	9,45E-03
Cadmium	4,71E-07	5,19E-07	7,90E-07	5,34E-07	7,64E-07	1,16E-06	7,82E-07
Chrome	5,72E-04	5,83E-04	8,89E-04	6,00E-04	5,99E-04	9,12E-04	6,13E-04
Dioxines	5,62E-08	3,69E-08	5,64E-08	3,80E-08	2,37E-08	3,61E-08	2,43E-08
Éthylbenzène	3,33E-06	1,79E-06	2,73E-06	1,84E-06	2,08E-06	3,18E-06	2,13E-06
Formaldéhyde	2,54E-04	1,76E-04	2,69E-04	1,81E-04	3,81E-04	5,88E-04	3,91E-04
Furanes	8,35E-08	5,50E-08	8,40E-08	5,66E-08	3,58E-08	5,46E-08	3,66E-08
Mercure	4,65E-04	4,91E-04	7,49E-04	5,06E-04	6,06E-04	9,22E-04	6,20E-04
Naphtalène	8,89E-04	8,64E-04	1,32E-03	8,89E-04	8,03E-04	1,22E-03	8,22E-04
Ammoniac NH_3	6,64E-04	5,86E-04	8,96E-04	6,03E-04	8,83E-04	1,35E-03	9,04E-04
Nickel	8,13E-06	9,30E-06	1,41E-05	9,57E-06	1,55E-05	2,36E-05	1,59E-05
Plomb	2,05E-06	2,24E-06	3,41E-06	2,30E-06	3,17E-06	4,82E-06	3,25E-06
Toluène	1,40E-06	7,38E-07	1,13E-06	7,59E-07	8,61E-07	1,31E-06	8,81E-07
Xylènes	2,07E-04	1,22E-04	1,87E-04	1,26E-04	1,91E-04	2,92E-04	1,95E-04
Particules diesel	6,16E-02	3,68E-02	5,60E-02	3,78E-02	1,11E-02	1,68E-02	1,13E-02
Propionaldéhyde	5,51E-04	4,00E-04	6,13E-04	4,12E-04	9,03E-04	1,39E-03	9,25E-04
16 HAP eq. BaP	3,83E-02	3,67E-02	5,61E-02	3,78E-02	2,91E-02	4,45E-02	2,98E-02

Tableau 55 : Quotients de dangers par composé au niveau de l'école élémentaire 1 – Voie inhalation - scénario écolier de l'élementaire

	Scénario écolier de l'élémentaire école élémentaire 1						
Seuil d'acceptabilité = 1	**2023 Actuel**	**2028 Sans projet**	**2028 Avec projet Résident du projet**	**2028 Avec projet Résident hors du projet**	**2048 Sans projet**	**2048 Avec projet Résident du projet**	**2048 Avec projet Résident hors du projet**
Acétaldéhyde	1,03E-04	7,26E-05	1,12E-04	7,47E-05	1,60E-04	2,47E-04	1,64E-04
Acroléine	5,22E-02	3,36E-02	5,15E-02	3,45E-02	6,56E-02	1,02E-01	6,72E-02
Arsenic	2,33E-05	2,54E-05	3,89E-05	2,61E-05	3,56E-05	5,43E-05	3,64E-05
Benzène	1,54E-03	7,24E-04	1,11E-03	7,45E-04	6,16E-04	9,43E-04	6,30E-04
1,3-butadiène	3,39E-03	3,18E-03	4,91E-03	3,27E-03	9,12E-03	1,41E-02	9,34E-03
Cadmium	4,63E-07	5,11E-07	7,82E-07	5,26E-07	7,52E-07	1,15E-06	7,70E-07
Chrome	5,62E-04	5,74E-04	8,80E-04	5,91E-04	5,90E-04	9,03E-04	6,04E-04
Dioxines	5,53E-08	3,63E-08	5,58E-08	3,74E-08	2,33E-08	3,58E-08	2,39E-08
Éthylbenzène	3,27E-06	1,76E-06	2,70E-06	1,81E-06	2,05E-06	3,14E-06	2,10E-06
Formaldéhyde	2,50E-04	1,73E-04	2,66E-04	1,78E-04	3,77E-04	5,83E-04	3,86E-04
Furanes	8,22E-08	5,41E-08	8,31E-08	5,57E-08	3,52E-08	5,40E-08	3,61E-08
Mercure	4,57E-04	4,84E-04	7,40E-04	4,97E-04	5,97E-04	9,12E-04	6,11E-04
Naphtalène	8,75E-04	8,50E-04	1,30E-03	8,74E-04	7,91E-04	1,21E-03	8,10E-04
Ammoniac NH_3	6,53E-04	5,77E-04	8,86E-04	5,93E-04	8,70E-04	1,33E-03	8,90E-04
Nickel	7,99E-06	9,15E-06	1,40E-05	9,41E-06	1,53E-05	2,33E-05	1,56E-05
Plomb	2,02E-06	2,20E-06	3,37E-06	2,27E-06	3,12E-06	4,77E-06	3,20E-06
Toluène	1,38E-06	7,26E-07	1,12E-06	7,47E-07	8,48E-07	1,30E-06	8,68E-07
Xylènes	2,04E-04	1,21E-04	1,85E-04	1,24E-04	1,88E-04	2,89E-04	1,92E-04
Particules diesel	6,06E-02	3,62E-02	5,54E-02	3,72E-02	1,09E-02	1,67E-02	1,12E-02
Propionaldéhyde	5,42E-04	3,94E-04	6,07E-04	4,06E-04	8,92E-04	1,38E-03	9,14E-04
16 HAP eq. BaP	3,77E-02	3,61E-02	5,55E-02	3,72E-02	2,87E-02	4,41E-02	2,94E-02

Tableau 56 : Quotients de dangers maximaux par composé au niveau de l'école élémentaire 2 – Voie inhalation - scénario écolier de l'élementaire

	Scénario écolier de l'élémentaire école élémentaire 2						
Seuil d'acceptabilité = 1	**2023 Actuel**	**2028 Sans projet**	**2028 Avec projet Résident du projet**	**2028 Avec projet Résident hors du projet**	**2048 Sans projet**	**2048 Avec projet Résident du projet**	**2048 Avec projet Résident hors du projet**
Acétaldéhyde	9,96E-05	7,06E-05	1,10E-04	7,26E-05	1,56E-04	2,43E-04	1,60E-04
Acroléine	5,05E-02	3,26E-02	5,05E-02	3,35E-02	6,42E-02	1,00E-01	6,57E-02
Arsenic	2,26E-05	2,46E-05	3,80E-05	2,53E-05	3,45E-05	5,33E-05	3,53E-05
Benzène	1,49E-03	7,02E-04	1,09E-03	7,22E-04	5,99E-04	9,26E-04	6,13E-04
1,3-butadiène	3,29E-03	3,10E-03	4,83E-03	3,19E-03	8,91E-03	1,39E-02	9,13E-03
Cadmium	4,48E-07	4,95E-07	7,65E-07	5,09E-07	7,31E-07	1,13E-06	7,48E-07
Chrome	5,45E-04	5,57E-04	8,62E-04	5,73E-04	5,73E-04	8,85E-04	5,87E-04
Dioxines	5,36E-08	3,53E-08	5,47E-08	3,63E-08	2,27E-08	3,51E-08	2,32E-08
Éthylbenzène	3,17E-06	1,71E-06	2,65E-06	1,76E-06	2,00E-06	3,09E-06	2,04E-06
Formaldéhyde	2,42E-04	1,68E-04	2,61E-04	1,73E-04	3,68E-04	5,74E-04	3,77E-04
Furanes	7,98E-08	5,25E-08	8,14E-08	5,40E-08	3,43E-08	5,30E-08	3,51E-08
Mercure	4,43E-04	4,69E-04	7,25E-04	4,82E-04	5,80E-04	8,95E-04	5,93E-04
Naphtalène	8,48E-04	8,25E-04	1,28E-03	8,49E-04	7,69E-04	1,19E-03	7,87E-04
Ammoniac NH_3	6,34E-04	5,60E-04	8,69E-04	5,76E-04	8,46E-04	1,31E-03	8,66E-04
Nickel	7,73E-06	8,86E-06	1,37E-05	9,11E-06	1,48E-05	2,29E-05	1,52E-05
Plomb	1,95E-06	2,14E-06	3,30E-06	2,20E-06	3,03E-06	4,68E-06	3,10E-06
Toluène	1,33E-06	7,05E-07	1,09E-06	7,25E-07	8,25E-07	1,28E-06	8,45E-07
Xylènes	1,98E-04	1,17E-04	1,82E-04	1,20E-04	1,83E-04	2,84E-04	1,88E-04
Particules diesel	5,87E-02	3,51E-02	5,42E-02	3,61E-02	1,06E-02	1,64E-02	1,08E-02
Propionaldéhyde	5,24E-04	3,83E-04	5,95E-04	3,94E-04	8,72E-04	1,36E-03	8,93E-04
16 HAP eq. BaP	3,66E-02	3,51E-02	5,45E-02	3,61E-02	2,80E-02	4,33E-02	2,86E-02

Tableau 57 : Quotients de dangers par composé au niveau de l'école primaire – Voie inhalation - scénario écolier du primaire

	Scénario écolier du primaire école primaire						
Seuil d'acceptabilité = 1	**2023 Actuel**	**2028 Sans projet**	**2028 Avec projet Résident du projet**	**2028 Avec projet Résident hors du projet**	**2048 Sans projet**	**2048 Avec projet Résident du projet**	**2048 Avec projet Résident hors du projet**
Acétaldéhyde	9,94E-05	7,04E-05	1,10E-04	7,25E-05	1,56E-04	2,43E-04	1,60E-04
Acroléine	5,03E-02	3,25E-02	5,04E-02	3,34E-02	6,40E-02	9,99E-02	6,56E-02
Arsenic	2,25E-05	2,45E-05	3,80E-05	2,52E-05	3,44E-05	5,32E-05	3,53E-05
Benzène	1,48E-03	7,01E-04	1,09E-03	7,21E-04	5,97E-04	9,25E-04	6,12E-04
1,3-butadiène	3,28E-03	3,09E-03	4,82E-03	3,18E-03	8,90E-03	1,39E-02	9,11E-03
Cadmium	4,47E-07	4,94E-07	7,64E-07	5,08E-07	7,29E-07	1,13E-06	7,46E-07
Chrome	5,43E-04	5,55E-04	8,60E-04	5,71E-04	5,72E-04	8,84E-04	5,85E-04
Dioxines	5,35E-08	3,52E-08	5,46E-08	3,62E-08	2,27E-08	3,51E-08	2,32E-08
Éthylbenzène	3,16E-06	1,71E-06	2,65E-06	1,76E-06	1,99E-06	3,08E-06	2,04E-06
Formaldéhyde	2,41E-04	1,68E-04	2,61E-04	1,73E-04	3,68E-04	5,73E-04	3,76E-04
Furanes	7,96E-08	5,24E-08	8,13E-08	5,39E-08	3,42E-08	5,29E-08	3,50E-08
Mercure	4,42E-04	4,68E-04	7,24E-04	4,81E-04	5,78E-04	8,94E-04	5,92E-04
Naphtalène	8,46E-04	8,23E-04	1,28E-03	8,47E-04	7,68E-04	1,19E-03	7,86E-04
Ammoniac NH_3	6,32E-04	5,59E-04	8,68E-04	5,75E-04	8,44E-04	1,31E-03	8,64E-04
Nickel	7,71E-06	8,84E-06	1,37E-05	9,09E-06	1,48E-05	2,28E-05	1,51E-05
Plomb	1,95E-06	2,13E-06	3,30E-06	2,19E-06	3,03E-06	4,67E-06	3,10E-06
Toluène	1,33E-06	7,04E-07	1,09E-06	7,24E-07	8,23E-07	1,28E-06	8,43E-07
Xylènes	1,97E-04	1,17E-04	1,81E-04	1,20E-04	1,83E-04	2,84E-04	1,87E-04
Particules diesel	5,85E-02	3,50E-02	5,41E-02	3,60E-02	1,06E-02	1,63E-02	1,08E-02
Propionaldéhyde	5,23E-04	3,82E-04	5,94E-04	3,93E-04	8,71E-04	1,36E-03	8,92E-04
16 HAP eq. BaP	3,65E-02	3,50E-02	5,44E-02	3,60E-02	2,79E-02	4,32E-02	2,86E-02

Tableau 58 : Quotients de dangers par composé au niveau de l'EHPAD – Voie inhalation - scénario personne âgée

	Scénario personne âgée Max EHPAD				
Seuil d'acceptabilité = 1	**2023 Actuel**	**2028 Sans projet**	**2028 Avec projet**	**2048 Sans projet**	**2048 Avec projet**
Acétaldéhyde	2,92E-06	1,92E-06	1,99E-06	3,80E-06	3,91E-06
Acroléine	1,50E-03	9,01E-04	9,38E-04	1,56E-03	1,60E-03
Arsenic	6,58E-07	7,07E-07	7,38E-07	9,55E-07	9,90E-07
Benzène	4,33E-05	1,99E-05	2,08E-05	1,62E-05	1,68E-05
1,3-butadiène	9,04E-05	7,98E-05	8,27E-05	2,17E-04	2,23E-04
Cadmium	1,31E-08	1,43E-08	1,49E-08	2,02E-08	2,10E-08
Chrome	1,57E-05	1,58E-05	1,65E-05	1,57E-05	1,62E-05
Dioxines	1,51E-09	9,83E-10	1,02E-09	6,12E-10	6,34E-10
Éthylbenzène	9,13E-08	4,80E-08	5,01E-08	5,35E-08	5,55E-08
Formaldéhyde	7,09E-06	4,58E-06	4,76E-06	8,97E-06	9,22E-06
Furanes	2,24E-09	1,46E-09	1,53E-09	9,23E-10	9,57E-10
Mercure	1,28E-05	1,34E-05	1,40E-05	1,60E-05	1,66E-05
Naphtalène	2,41E-05	2,31E-05	2,41E-05	2,08E-05	2,15E-05
Ammoniac NH_3	1,78E-05	1,55E-05	1,62E-05	2,27E-05	2,35E-05
Nickel	2,27E-07	2,57E-07	2,68E-07	4,12E-07	4,28E-07
Plomb	5,70E-08	6,14E-08	6,41E-08	8,39E-08	8,70E-08
Toluène	3,81E-08	1,96E-08	2,04E-08	2,20E-08	2,28E-08
Xylènes	5,63E-06	3,20E-06	3,34E-06	4,71E-06	4,87E-06
Particules diesel	1,72E-03	1,01E-03	1,06E-03	2,90E-04	3,01E-04
Propionaldéhyde	1,54E-05	1,04E-05	1,08E-05	2,12E-05	2,18E-05
16 HAP eq. BaP	1,02E-03	9,69E-04	1,01E-03	7,42E-04	7,68E-04

Tableau 59 : Quotients de dangers maximaux par composé pour le scénario résident - Voie inhalation

	Scénario Résident Max Projet						
Seuil d'acceptabilité = 1	**2023 Actuel**	**2028 Sans projet**	**2028 Avec projet Résident du projet**	**2028 Avec projet Résident hors du projet**	**2048 Sans projet**	**2048 Avec projet Résident du projet**	**2048 Avec projet Résident hors du projet**
Acétaldéhyde	1,20E-04	8,53E-05	1,33E-04	8,78E-05	1,89E-04	2,95E-04	1,93E-04
Acroléine	6,09E-02	3,94E-02	6,13E-02	4,05E-02	7,76E-02	1,21E-01	7,95E-02
Arsenic	2,73E-05	2,97E-05	4,61E-05	3,06E-05	4,17E-05	6,46E-05	4,27E-05
Benzène	1,80E-03	8,49E-04	1,32E-03	8,73E-04	7,24E-04	1,12E-03	7,41E-04
1,3-butadiène	3,97E-03	3,74E-03	5,86E-03	3,85E-03	1,08E-02	1,69E-02	1,10E-02
Cadmium	5,41E-07	5,98E-07	9,28E-07	6,15E-07	8,83E-07	1,37E-06	9,04E-07
Chrome	6,58E-04	6,73E-04	1,05E-03	6,92E-04	6,93E-04	1,07E-03	7,09E-04
Dioxines	6,48E-08	4,26E-08	6,63E-08	4,38E-08	2,75E-08	4,26E-08	2,81E-08
Éthylbenzène	3,83E-06	2,07E-06	3,21E-06	2,13E-06	2,41E-06	3,75E-06	2,47E-06
Formaldéhyde	2,92E-04	2,03E-04	3,17E-04	2,09E-04	4,46E-04	6,97E-04	4,56E-04
Furanes	9,64E-08	6,35E-08	9,88E-08	6,53E-08	4,14E-08	6,43E-08	4,24E-08
Mercure	5,35E-04	5,66E-04	8,79E-04	5,82E-04	7,01E-04	1,09E-03	7,17E-04
Naphtalène	1,02E-03	9,97E-04	1,55E-03	1,03E-03	9,30E-04	1,44E-03	9,52E-04
Ammoniac NH_3	7,66E-04	6,77E-04	1,05E-03	6,96E-04	1,02E-03	1,59E-03	1,05E-03
Nickel	9,34E-06	1,07E-05	1,66E-05	1,10E-05	1,79E-05	2,78E-05	1,83E-05
Plomb	2,36E-06	2,58E-06	4,00E-06	2,65E-06	3,66E-06	5,68E-06	3,75E-06
Toluène	1,61E-06	8,52E-07	1,33E-06	8,77E-07	9,98E-07	1,55E-06	1,02E-06
Xylènes	2,39E-04	1,42E-04	2,20E-04	1,46E-04	2,22E-04	3,45E-04	2,27E-04
Particules diesel	7,09E-02	4,24E-02	6,57E-02	4,36E-02	1,28E-02	1,98E-02	1,31E-02
Propionaldéhyde	6,33E-04	4,63E-04	7,22E-04	4,76E-04	1,06E-03	1,65E-03	1,08E-03
16 HAP eq. BaP	4,42E-02	4,24E-02	6,61E-02	4,36E-02	3,38E-02	5,25E-02	3,46E-02

Les quotients de dangers cumulés par organes-cibles sont schématisés ci-après.

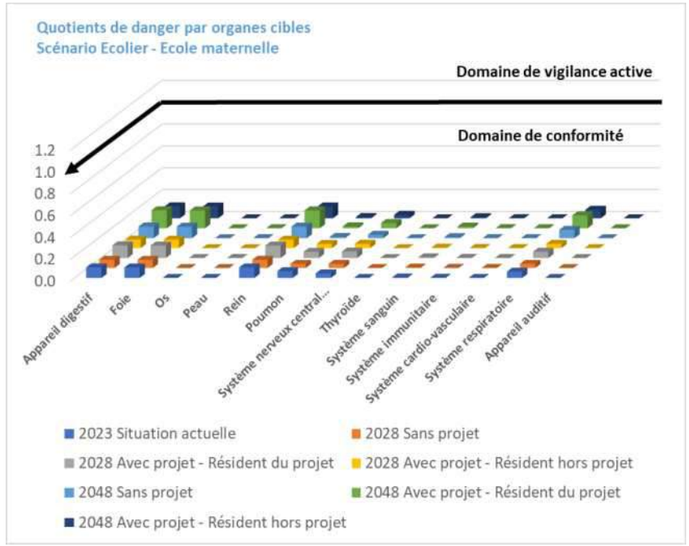


Figure 116 : Quotients de danger cumulés par organes-cibles - Scénario écolier de maternelle - Voie inhalation - école maternelle

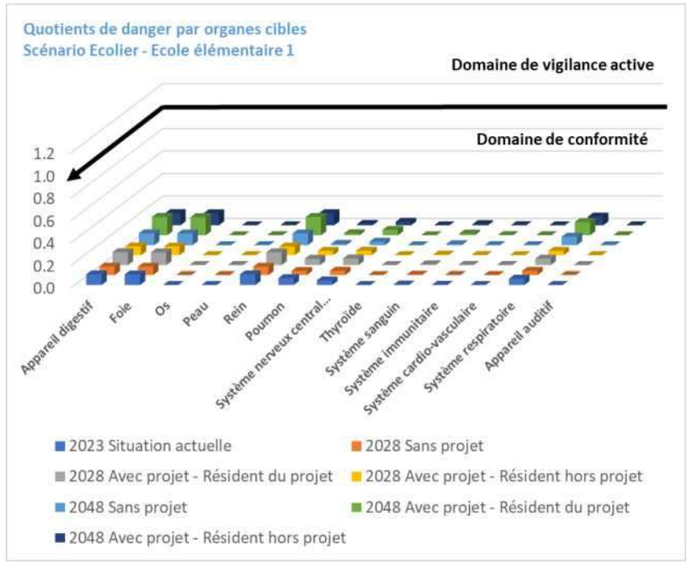


Figure 117 : Quotients de danger cumulés par organes-cibles - Scénario écolier de l'élémentaire - Voie inhalation - école élémentaire 1

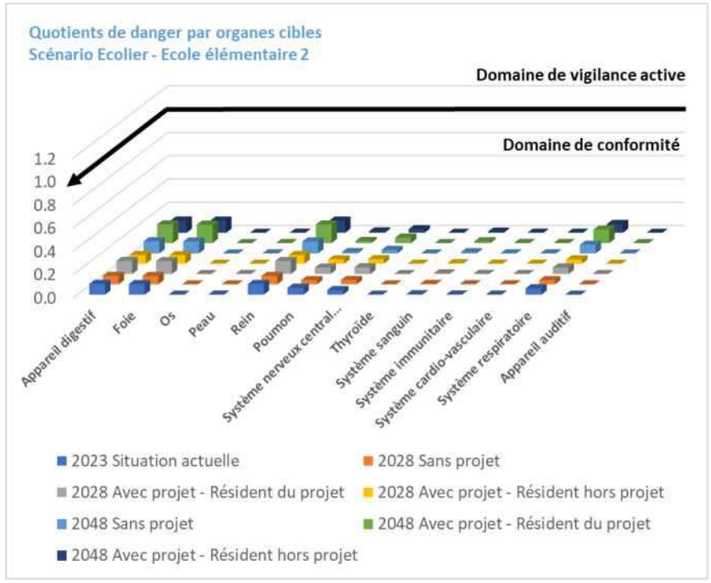


Figure 118 : Quotients de danger cumulés par organes-cibles - Scénario écolier de l'élémentaire - Voie inhalation - école élémentaire 2

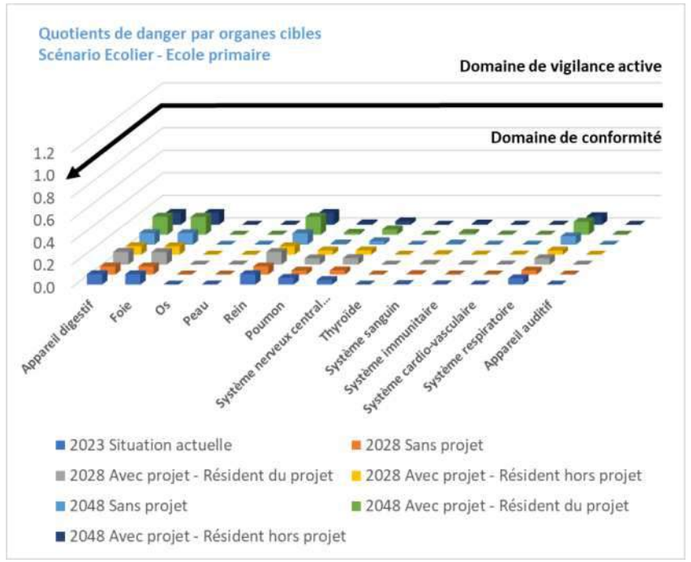


Figure 119 : Quotients de danger cumulés par organes-cibles - Scénario écolier du primaire - Voie inhalation - école primaire

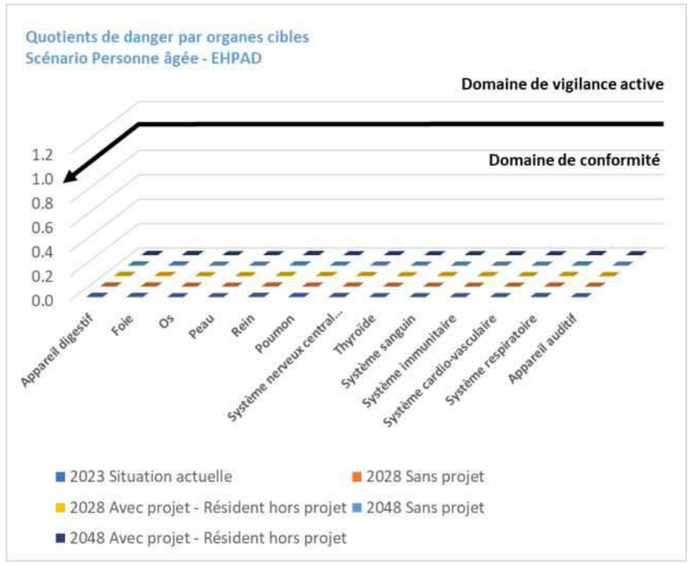


Figure 120 : Quotients de danger cumulés par organes-cibles - Scénario personne âgée - Voie inhalation - EHPAD

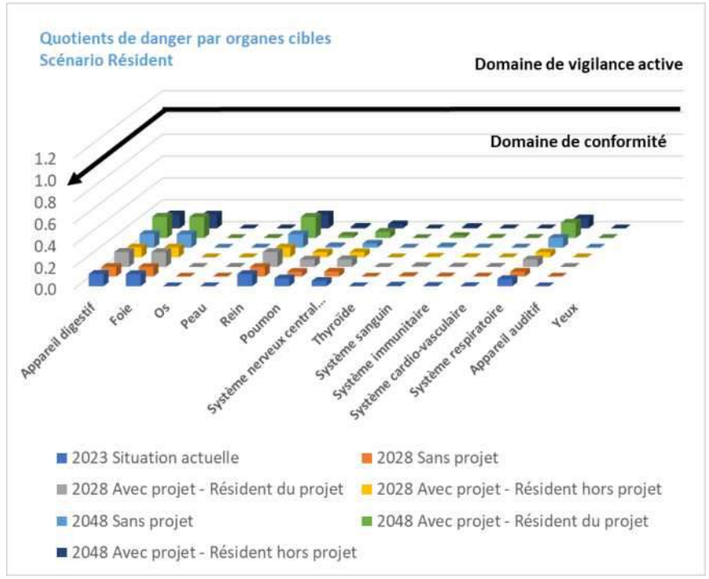


Figure 121 : Quotients de danger cumulés par organes-cibles - Voie inhalation - Scénario résident

Il est possible de constater que les Quotients de Danger (QD) sont tous inférieurs à 1, et cela, même en les additionnant par organe-cible.
Les QD et QD cumulés sont tous situés dans le domaine de conformité, quels que soient les horizons et scénarios examinés.
Ainsi, l'indice des risques non cancérigènes par inhalation est jugé non significatif pour l'ensemble des scénarios d'exposition étudiés.
Par conséquent, et au regard des connaissances actuelles, pour les effets chroniques à seuils, les effets critiques ne sont pas a priori susceptibles d'apparaitre au sein de la population exposée. De ce fait, aucun polluant ne nécessite une surveillance particulière.

La réalisation du projet n'est pas de nature à induire des effets pathologiques au sein des populations exposées, en comparaison aux situations fil de l'eau (2028 et 2048) respectives. En effet, les différences des valeurs des indicateurs sanitaires sont très faibles.

Cas particulier des substances sans VTR

Certaines substances étudiées dans ce document ne possèdent pas de VTR.
Néanmoins, l'Anses recommande de comparer les résultats obtenus en concentration moyenne avec les recommandations annuelles de l'OMS en ce qui concerne le dioxyde d'azote (NO_2) et les particules PM10 et PM2.5.

Les concentrations moyennes annuelles calculées au niveau de chaque type de lieu vulnérable existants, les concentrations maximales au niveau des habitations de la zone d'étude pour les habitants hors projet et les concentrations maximales calculées sur l'emprise projet pour les habitants du projet sont donc comparées aux recommandations annuelles de l'OMS pour le NO_2, les PM10 et les PM2,5.

Tableau 60 : Comparaison aux recommandations de l'OMS pour les substances sans VTR – NO_2

NO_2 (µg/m³) Moyenne annuelle	Recommandation annuelle de l'OMS			10 µg/m³	
	2023 Actuel	2028 Sans Projet	2028 Avec Projet	2048 Sans Projet	2048 Avec Projet
MAX HABITANTS HORS PROJET	6,53	4,83	4,97	0,99	1,01
ÉCOLE MATERNELLE	1,87	1,35	1,40	0,25	0,26
ÉCOLE ELEMENTAIRE 1	1,35	0,97	1,01	0,18	0,19
ÉCOLE ELEMENTAIRE 2	0,33	0,24	0,25	0,05	0,05
ÉCOLE PRIMAIRE	0,26	0,19	0,19	0,04	0,04
EHPAD	0,16	0,12	0,12	0,02	0,02
MAX Emprise Projet	9,74	7,21	7,48	1,49	1,53
Nota Bene	*Ces résultats considèrent uniquement l'effet des émissions des brins routiers du réseau d'étude.*				

Seuil respecté Seuil dépassé

Tableau 61 : Comparaison aux recommandations de l'OMS pour les substances sans VTR – PM10

PM10 (µg/m³) Moyenne annuelle	Recommandation annuelle de l'OMS			15 µg/m³	
	2023 Actuel	2028 Sans Projet	2028 Avec Projet	2048 Sans Projet	2048 Avec Projet
MAX HABITANTS HORS PROJET	3,15	3,01	3,09	3,24	3,31
ÉCOLE MATERNELLE	0,92	0,86	0,89	0,87	0,90
ÉCOLE ELEMENTAIRE 1	0,66	0,62	0,64	0,62	0,64
ÉCOLE ELEMENTAIRE 2	0,16	0,15	0,16	0,16	0,16
ÉCOLE PRIMAIRE	0,12	0,12	0,12	0,12	0,13
EHPAD	0,08	0,07	0,08	0,08	0,08
MAX Emprise Projet	4,69	4,48	4,66	4,85	5,00
Nota Bene	*Ces résultats considèrent uniquement l'effet des émissions des brins routiers du réseau d'étude.*				

Seuil respecté Seuil dépassé

Tableau 62 : Comparaison aux recommandations de l'OMS pour les substances sans VTR – PM2,5

PM2,5 (µg/m³) Moyenne annuelle	Recommandation annuelle de l'OMS			5 µg/m³	
	2023 Actuel	2028 Sans Projet	2028 Avec Projet	2048 Sans Projet	2048 Avec Projet
MAX HABITANTS HORS PROJET	0,99	0,95	0,97	0,95	0,97
ÉCOLE MATERNELLE	0,21	0,27	0,28	0,25	0,26
ÉCOLE ELEMENTAIRE 1	0,16	0,19	0,20	0,18	0,19
ÉCOLE ELEMENTAIRE 2	0,03	0,05	0,05	0,05	0,05
ÉCOLE PRIMAIRE	0,02	0,04	0,04	0,04	0,04
EHPAD	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
MAX Emprise Projet	1,52	1,41	1,47	1,42	1,47
Nota Bene	*Ces résultats considèrent uniquement l'effet des émissions des brins routiers du réseau d'étude.*				

Seuil respecté Seuil dépassé

En considérant uniquement les émissions des brins du réseau d'étude, il est possible de constater que les recommandations annuelles de l'OMS pour tous les polluants sont respectées en situation actuelle 2023 et aux horizons 2028 et 2048 en situations Fil de l'eau et projet, pour tous les lieux vulnérables, les résidents hors et dans le projet.

18.4. ÉVALUATION DE L'INDICATEUR SANITAIRE POUR LES EFFETS SANS SEUILS : CALCUL DE L'EXCÈS DE RISQUE INDIVIDUEL (ERI)

Cet indicateur représente la probabilité de survenue d'une pathologie pour les individus exposés, compte tenu du scénario construit.
On parle d'excès de risque car cette probabilité est liée à l'exposition au polluant considéré et s'ajoute au risque de base présent dans la population.
Les ERI calculés pour les différents scénarios sont présentés dans les tableaux et figures ci-après.

❖ Scénario enfant

Note : Parmi les deux écoles élémentaires, l'école élémentaire 1 a été utilisé pour le calcul des ERIs. Les concentrations des polluants trouvées à l'école élémentaire 1 sont supérieures à celles de l'école élémentaire 2.

Tableau 63 : Excès de risque individuel – Voie inhalation - scénario « Enfant » - Maternelle et École élémentaire 1

ENFANT	2023 Actuel	2028 Sans projet	2028 Avec projet Résident du Projet	2028 Avec projet Résident hors du Projet	2048 Sans projet	2048 Avec projet Résident du Projet	2048 Avec projet Résident hors du Projet
Acétaldéhyde	4,95E-09	3,50E-09	5,29E-09	3,60E-09	7,70E-09	1,19E-08	7,89E-09
Arsenic	7,16E-12	7,81E-12	1,17E-11	8,03E-12	1,09E-11	1,68E-11	1,12E-11
Benzène	5,46E-08	2,57E-08	3,87E-08	2,65E-08	2,19E-08	3,36E-08	2,24E-08
1,3-butadiène	2,25E-10	2,11E-10	3,22E-10	2,17E-10	6,07E-10	9,41E-10	6,21E-10
Cadmium	2,79E-10	3,08E-10	4,62E-10	3,17E-10	4,54E-10	6,96E-10	4,64E-10
Chrome	9,22E-08	9,41E-08	1,42E-07	9,68E-08	9,68E-08	1,49E-07	9,90E-08
Dioxines	1,15E-11	7,55E-12	1,14E-11	7,77E-12	4,85E-12	7,46E-12	4,97E-12
Éthylbenzène	1,68E-09	9,04E-10	1,36E-09	9,30E-10	1,05E-09	1,62E-09	1,08E-09
Formaldéhyde	2,20E-08	1,53E-08	2,32E-08	1,58E-08	3,34E-08	5,18E-08	3,42E-08
Furanes	4,94E-12	3,25E-12	4,91E-12	3,35E-12	2,12E-12	3,26E-12	2,17E-12
Naphtalène	2,48E-08	2,41E-08	3,63E-08	2,48E-08	2,24E-08	3,45E-08	2,29E-08
Nickel	4,27E-11	4,88E-11	7,33E-11	5,02E-11	8,16E-11	1,25E-10	8,36E-11
Plomb	2,98E-12	3,25E-12	4,89E-12	3,34E-12	4,61E-12	7,07E-12	4,72E-12
Particules diesel	1,41E-06	8,40E-07	1,26E-06	8,64E-07	2,53E-07	3,89E-07	2,59E-07
16 HAP eq BaP	1,13E-08	1,09E-08	1,64E-08	1,12E-08	8,64E-09	1,33E-08	8,85E-09
Cumulé	**1,62E-06**	**1,02E-06**	**1,53E-06**	**1,05E-06**	**4,51E-07**	**6,92E-07**	**4,61E-07**

En considérant les ERI par composés, pour l'ensemble des horizons et scénarios, il est observé que ceux-ci sont tous situés dans le domaine de conformité (c'est-à-dire inférieurs à la valeur seuil de 10^{-5}).

En considérant les ERI cumulés, il est possible de constater que ceux-ci sont également tous inclus dans le domaine de conformité, pour tous les horizons et scénarios.

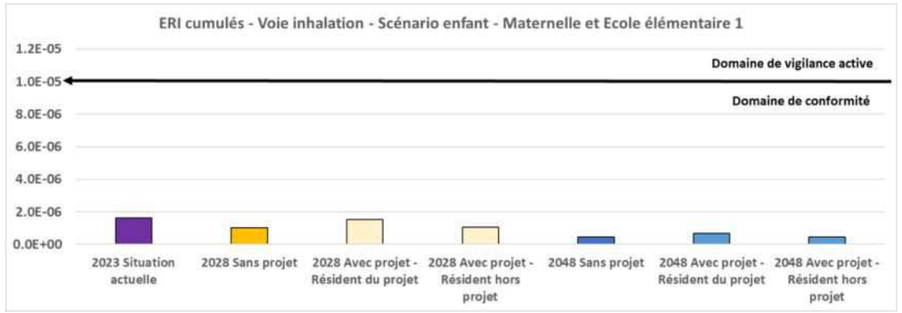


Figure 122 : ERI cumulés – Voie inhalation - scénario enfant (de 0 à 11 ans)

Tableau 64 : Excès de risque individuel – Voie inhalation - scénario « Enfant » - École primaire

ENFANT	2023 Actuel	2028 Sans projet	2028 Avec projet Résident du Projet	2028 Avec projet Résident hors du Projet	2048 Sans projet	2048 Avec projet Résident du Projet	2048 Avec projet Résident hors du Projet
Acétaldéhyde	3,31E-09	2,35E-09	3,65E-09	2,42E-09	5,20E-09	8,12E-09	5,33E-09
Arsenic	4,80E-12	5,23E-12	8,09E-12	5,38E-12	7,35E-12	1,14E-11	7,52E-12
Benzène	3,66E-08	1,73E-08	2,67E-08	1,78E-08	1,47E-08	2,28E-08	1,51E-08
1,3-butadiène	1,51E-10	1,42E-10	2,22E-10	1,46E-10	4,10E-10	6,40E-10	4,20E-10
Cadmium	1,87E-10	2,06E-10	3,19E-10	2,12E-10	3,05E-10	4,71E-10	3,12E-10
Chrome	6,18E-08	6,32E-08	9,77E-08	6,50E-08	6,50E-08	1,01E-07	6,66E-08
Dioxines	7,71E-12	5,07E-12	7,86E-12	5,21E-12	3,26E-12	5,06E-12	3,34E-12
Éthylbenzène	1,12E-09	6,07E-10	9,40E-10	6,24E-10	7,08E-10	1,10E-09	7,24E-10
Formaldéhyde	1,48E-08	1,03E-08	1,60E-08	1,06E-08	2,25E-08	3,52E-08	2,31E-08
Furanes	3,32E-12	2,19E-12	3,39E-12	2,25E-12	1,43E-12	2,21E-12	1,46E-12
Naphtalène	1,66E-08	1,62E-08	2,50E-08	1,66E-08	1,51E-08	2,34E-08	1,54E-08
Nickel	2,86E-11	3,27E-11	5,06E-11	3,37E-11	5,48E-11	8,48E-11	5,61E-11
Plomb	1,99E-12	2,18E-12	3,37E-12	2,24E-12	3,10E-12	4,79E-12	3,17E-12
Particules diesel	9,43E-07	5,63E-07	8,70E-07	5,79E-07	1,70E-07	2,64E-07	1,74E-07
16 HAP eq BaP	7,61E-09	7,30E-09	1,13E-08	7,51E-09	5,82E-09	9,03E-09	5,95E-09
Cumulé	**1,09E-06**	**6,85E-07**	**1,06E-06**	**7,04E-07**	**3,03E-07**	**4,69E-07**	**3,10E-07**

En considérant les ERI par composés, pour l'ensemble des horizons et scénarios, il est observé que ceux-ci sont tous situés dans le domaine de conformité (c'est-à-dire inférieurs à la valeur seuil de 10^{-5}).
En considérant les ERI cumulés, il est possible de constater que ceux-ci sont également tous inclus dans le domaine de conformité, pour tous les horizons et scénarios.

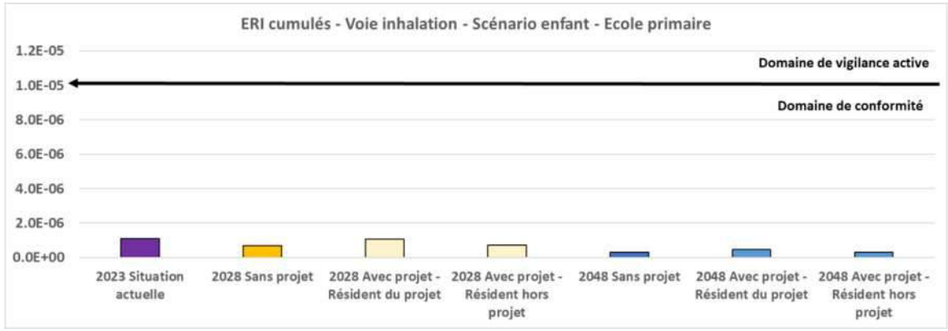


Figure 123 : ERI cumulés – Voie inhalation - scénario enfant (de 0 à 11 ans)

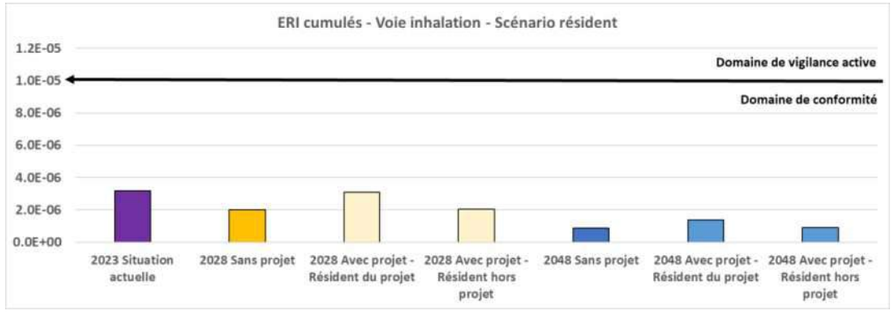


Figure 124 : ERI cumulés – Voie inhalation - scénario résident

❖ **Scénario résident**

Tableau 65 : Excès de risque individuel – Voie inhalation - scénario « Résident »

RÉSIDENT	2023 Actuel	2028 Sans projet	2028 Avec projet Résident du Projet	2028 Avec projet Résident hors du Projet	2048 Sans projet	2048 Avec projet Résident du Projet	2048 Avec projet Résident hors du Projet
Acétaldéhyde	9,68E-09	6,87E-09	1,07E-08	7,06E-09	1,52E-08	2,38E-08	1,56E-08
Arsenic	1,40E-11	1,53E-11	2,37E-11	1,57E-11	2,15E-11	3,32E-11	2,20E-11
Benzène	1,07E-07	5,04E-08	7,83E-08	5,19E-08	4,30E-08	6,67E-08	4,40E-08
1,3-butadiène	4,42E-10	4,16E-10	6,51E-10	4,28E-10	1,20E-09	1,87E-09	1,23E-09
Cadmium	5,46E-10	6,03E-10	9,35E-10	6,20E-10	8,90E-10	1,38E-09	9,11E-10
Chrome	1,81E-07	1,85E-07	2,87E-07	1,90E-07	1,90E-07	2,95E-07	1,94E-07
Dioxines	2,25E-11	1,48E-11	2,30E-11	1,52E-11	9,54E-12	1,48E-11	9,76E-12
Éthylbenzène	3,28E-09	1,77E-09	2,76E-09	1,82E-09	2,07E-09	3,21E-09	2,12E-09
Formaldéhyde	4,31E-08	3,01E-08	4,69E-08	3,10E-08	6,59E-08	1,03E-07	6,75E-08
Furanes	9,69E-12	6,39E-12	9,93E-12	6,57E-12	4,17E-12	6,47E-12	4,27E-12
Naphtalène	4,85E-08	4,72E-08	7,34E-08	4,86E-08	4,40E-08	6,83E-08	4,51E-08
Nickel	8,35E-11	9,56E-11	1,48E-10	9,83E-11	1,60E-10	2,48E-10	1,64E-10
Plomb	5,82E-12	6,37E-12	9,88E-12	6,55E-12	9,05E-12	1,40E-11	9,26E-12
Particules diesel	2,75E-06	1,65E-06	2,55E-06	1,69E-06	4,97E-07	7,71E-07	5,09E-07
16 HAP eq BaP	2,22E-08	2,13E-08	3,32E-08	2,19E-08	1,70E-08	2,64E-08	1,74E-08
Cumulé	**3,23E-06**	**2,05E-06**	**3,18E-06**	**2,11E-06**	**1,03E-06**	**1,60E-06**	**1,06E-06**

En considérant les ERI par composés, pour l'ensemble des horizons et scénarios, il est observé que ceux-ci sont tous situés dans le domaine de conformité (c'est-à-dire inférieurs à la valeur seuil de 10^{-5}).

En considérant les ERI cumulés, il est possible de constater que ceux-ci sont également tous inclus dans le domaine de conformité, pour tous les horizons et scénarios.

18.5. ÉVALUATION DE L'INDICATEUR SANITAIRE POUR LES EFFETS AIGUS : COMPARAISON AVEC LES RECOMMANDATIONS DE L'OMS

L'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) recommande des seuils en dessous desquels une exposition à ces concentrations ne révèle aucun effet sur la santé.

Les concentrations maximales (horaires ou journalières) au niveau de chaque lieu vulnérable, ainsi que les concentrations maximales calculées au niveau des habitations de la zone d'étude pour les habitants hors projet et les concentrations maximales calculées sur l'emprise projet pour les habitants du projet sont comparées aux recommandations journalières et horaires de l'OMS pour le NO_2, les PM10 et les PM2,5.

Il est alors obtenu les résultats regroupés dans les tableaux ci-après.

Tableau 66 : Comparaison aux recommandations de l'OMS pour les effets aigus – PM10

PM10 (µg/m³) Maximum moyenne journalière	Recommandation journalière de l'OMS	45 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 3 à 4 jours par an			
	2023 Actuel	2028 Sans Projet	2028 Avec Projet	2048 Sans Projet	2048 Avec Projet
MAX HABITANTS HORS PROJET	9,32	8,90	9,16	9,58	9,81
ÉCOLE MATERNELLE	3,08	2,88	2,97	2,91	2,98
ÉCOLE ELEMENTAIRE 1	2,25	2,10	2,18	2,13	2,20
ÉCOLE ELEMENTAIRE 2	0,83	0,79	0,82	0,84	0,87
ÉCOLE PRIMAIRE	0,67	0,64	0,66	0,67	0,69
EHPAD	0,44	0,41	0,43	0,43	0,45
MAX Emprise Projet	13,50	12,91	13,34	13,97	14,35
Nota Bene	*Ces résultats considèrent uniquement l'effet des émissions des brins routiers du réseau d'étude.*				

Seuil respecté Seuil dépassé

Tableau 67 : Comparaison aux recommandations de l'OMS pour les effets aigus – PM2,5

PM2,5 (µg/m³) maximum moyenne journalière	Recommandation journalière de l'OMS	15 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 3 à 4 jours par an			
	2023 Actuel	2028 Sans Projet	2028 Avec Projet	2048 Sans Projet	2048 Avec Projet
MAX HABITANTS HORS PROJET	3,51	3,36	3,46	3,37	3,45
ÉCOLE MATERNELLE	0,85	1,09	1,12	1,02	1,05
ÉCOLE ELEMENTAIRE 1	0,66	0,79	0,82	0,75	0,77
ÉCOLE ELEMENTAIRE 2	0,18	0,30	0,31	0,30	0,30
ÉCOLE PRIMAIRE	0,14	0,24	0,25	0,24	0,24
EHPAD	0,14	0,16	0,16	0,15	0,16
Max Emprise Projet	5,21	4,88	5,04	4,91	5,04
Nota Bene	*Ces résultats considèrent uniquement l'effet des émissions des brins routiers du réseau d'étude.*				

Seuil respecté Seuil dépassé

Tableau 68 : Comparaison aux recommandations de l'OMS pour les effets aigus – NO_2

NO_2 (µg/m³) maximum moyenne journalière	Recommandation journalière de l'OMS				25 µg/m³
	2023 Actuel	2028 Sans Projet	2028 Avec Projet	2048 Sans Projet	2048 Avec Projet
MAX HABITANTS HORS PROJET	13,92	10,29	10,58	2,11	2,16
ÉCOLE MATERNELLE	4,52	3,26	3,36	0,61	0,63
ÉCOLE ELEMENTAIRE 1	3,30	2,38	2,47	0,45	0,46
ÉCOLE ELEMENTAIRE 2	1,24	0,91	0,94	0,18	0,19
ÉCOLE PRIMAIRE	1,00	0,73	0,76	0,14	0,15
EHPAD	0,65	0,48	0,50	0,09	0,10
Max Emprise Projet	20,19	14,95	15,44	3,09	3,17
NO_2 (µg/m³) Maximum moyenne horaire	Recommandation horaire de l'OMS				200 µg/m³
	2023 Actuel	2028 Sans Projet	2028 Avec Projet	2048 Sans Projet	2048 Avec Projet
MAX HABITANTS HORS PROJET	48,17	35,60	36,79	7,33	7,54
ÉCOLE MATERNELLE	14,46	10,51	10,84	2,00	2,05
ÉCOLE ELEMENTAIRE 1	10,02	7,16	7,37	1,35	1,39
ÉCOLE ELEMENTAIRE 2	3,01	2,17	2,27	0,42	0,43
ÉCOLE PRIMAIRE	2,46	1,79	1,91	0,36	0,37
EHPAD	1,16	0,85	0,88	0,17	0,18
Max Emprise Projet	68,97	51,15	53,05	10,61	10,88
Nota Bene	*Ces résultats considèrent uniquement l'effet des émissions des brins routiers du réseau d'étude.*				

Seuil respecté Seuil dépassé

En considérant uniquement les émissions des brins du réseau d'étude, pour les particules PM10 et PM2,5 en moyenne journalière et le NO_2 en moyenne horaire et en moyenne journalière, les recommandations de l'OMS sont respectées au niveau de tous les lieux vulnérables, des habitants de la zone d'étude et des résidents du projet - regardant les effets aigus - quels que soient l'horizon et la situation (actuelle, fil de l'eau et projet).

Il convient de retenir qu'en France, *les seuils réglementaires applicables à la qualité de l'air ambiant* ***sont définis à l'****article R. 221-1 du Code de l'environnement****. Pour rappel, l'objectif de qualité est de 40 µg/m³ en moyenne annuelle pour le NO_2. Il convient de noter également que les lignes directrices de l'OMS ne sont pas juridiquement contraignantes. Elles apportent un référentiel commun au niveau international et permettent des comparaisons, et ce, malgré des règlementations nationales différentes.*
Les réglementations françaises et les directives européennes sont quant à elles juridiquement contraignantes pour la gestion de la qualité de l'air.

18.6. INCERTITUDES RELATIVES À L'EQRS

L'évaluation quantitative des risques sanitaires est segmentée en quatre étapes qui sont respectivement sujettes à des incertitudes spécifiques [Hubert, 2003].
Le tableau ci-dessous reprend de façon schématique les différentes étapes et les incertitudes qui leur sont associées.

Étape 1 : Identification du danger *Quels sont les effets néfastes de l'agent et son mode de contact ?*	• Interaction de mélanges de polluants • Produits de dégradation des molécules mal connus • Données pas toujours disponibles pour l'Homme ou même l'animal
Étape 2 : Choix de la VTR *Quelle est la relation entre la dose et la réponse de l'organisme ?*	• Extrapolation des observations lors d'expérimentation à dose moyenne vers les faibles doses d'exposition de populations • Transposition des données d'une population vers une autre (utilisation de données animales pour l'Homme) • Analogie entre les effets de plusieurs facteurs de risques différents (analogie entre différents polluants)
Étape 3 : Estimation de l'Exposition *Qui, où, combien et combien de temps en contact avec l'agent dangereux ?*	• Difficulté à déterminer la contamination des différents médias d'exposition (manque ou erreur de mesure, variabilité des systèmes environnementaux, pertinence de la modélisation) • Mesure de la dose externe, interne et biologique efficace • Difficulté pour définir les déplacements, temps de séjours, activité, habitudes alimentaires de la population
Étape 4 : Caractérisation du risque *Quelle est la probabilité de survenue du danger pour un individu dans une population donnée ?*	• Méconnaissance de l'action de certains polluants (VTR non validées) • Hypothèses posées en termes de dispersion des polluants influencent le résultat • Calcul de l'impact sanitaire qui rajoute un niveau d'incertitude

Identification des dangers

L'identification des dangers est une démarche qualitative initiée par un inventaire des différents produits susceptibles de provoquer des nuisances d'ordre sanitaire.

À ce stade, les incertitudes sont liées au défaut d'information et aux controverses scientifiques.

Dans le cas présent, l'EQRS a porté sur les polluants dont les effets sont connus. Les autres ont été exclus de la démarche car les substances ont été jugées non pertinentes ou bien tout simplement car l'information n'existe pas.

Ces substances n'ont pas encore de facteurs d'émission. Toutefois, la proximité des valeurs de référence avec les teneurs ambiantes, et/ou la sévérité des effets sanitaires, amènent les spécialistes à recommander des recherches sur leurs facteurs d'émission.

Évaluation des incertitudes sur l'évaluation de la toxicité

L'identification exhaustive des dangers potentiellement induits pour l'Homme, le risque lié à des substances non prises en compte dans l'évaluation et la possibilité d'interaction de polluants tendent à sous-estimer le risque en raison du manque de connaissances et de données dans certains domaines.

Les études toxicologiques et épidémiologiques présentent des limites. Les VTR sont établies principalement à partir d'études expérimentales chez l'animal, mais également à partir d'études et d'enquêtes épidémiologiques chez l'Homme. L'étape qui génère l'incertitude la plus difficile à appréhender est sans doute celle de la construction des relations dose-réponse, étape initiale de l'établissement des **V**aleurs **T**oxicologiques de **R**éférence [VTR]. Il est rappelé que pour le cas des produits cancérogènes sans effet de seuils, ces VTR sont considérées comme étant des probabilités de survenue de cancer excédentaire par unité de dose.

Lorsque les VTR sont établies à partir de données animales, l'extrapolation à l'homme se réalise en général en appliquant des facteurs de sécurité (appelés aussi facteurs d'incertitude ou facteurs d'évaluation) aux seuils sans effet néfaste définis chez l'animal.

Lorsque la VTR est établie à partir d'une étude épidémiologique conduite chez l'Homme (par exemple sur une population de travailleurs), l'extrapolation à la population générale s'effectue également en appliquant un facteur de sécurité afin de tenir compte notamment de la différence de sensibilité des deux populations.

Ainsi, les facteurs de sécurité ont-ils pour but de tenir compte des incertitudes et de la variabilité liées à la transposition inter-espèces, à l'extrapolation des résultats expérimentaux ou aux doses faibles, et à la variabilité entre les individus au sein de la population.

Ces facteurs changent d'une substance à une autre.

Pour certaines d'entre elles, il n'y a purement pas de facteur de quantification en l'état actuel des connaissances.

Incertitudes sur l'évaluation de l'exposition

Quatre types d'incertitudes peuvent être associés à l'évaluation de l'exposition, à savoir :

L'incertitude portant sur :

- La définition des populations et des usages ;
- Les modèles utilisés ;
- Les paramètres ;
- Les substances émises par les sources de polluants considérées.

Les phénomènes intervenant dans l'exposition des populations à une source de polluants dans l'environnement sont très nombreux. Le manque de connaissances et les incertitudes élevées autour de certains modes de transfert des polluants dans l'atmosphère amènent à utiliser des représentations mathématiques simples pour modéliser la dispersion. À noter que ces représentations mathématiques induisent des incertitudes difficilement quantifiables.

Caractérisation du risque

Dernière étape de l'EQRS : la caractérisation du risque, ce dernier étant défini ici comme une « éventualité » d'apparition d'effets indésirables.

Pour les produits cancérogènes sans effet de seuils, la quantification du risque consiste à mettre en relation - pour les différentes voies d'exposition identifiées- les VTR et les doses d'exposition, cela afin d'arriver à une prédiction sur l'apparition de cancers parmi une population exposée. Les incertitudes inhérentes à cette étape concernent, outre les modèles conceptuels utilisés pour estimer les doses pour les voies d'exposition considérées, les valeurs numériques des facteurs d'exposition qui influencent les résultats des calculs de dose (facteur d'ingestion, fréquence et durée d'exposition, masse corporelle, etc.).

18.7. SYNTHÈSE DE L'EQRS – IMPACT DU PROJET SUR LA SANTÉ

Voie d'exposition inhalation

Les données trafic font ressortir que la réalisation de l'aménagement se traduira par une hausse des volumes de trafic par rapport à la 'situation actuelle' 2023 et aux situations 'Fil de l'eau' 2028 et 2048 sur le réseau d'étude.

En considérant uniquement les émissions des brins du réseau d'étude, il est constaté que :

- En situation actuelle et aux horizons futurs 2028 et 2048 (avec et sans projet) et pour tous les scénarios d'exposition étudiés, tous les Quotients de Danger sont inférieurs à 1 (domaine de conformité), cela même en les additionnant par organe-cible.
- Les Excès de Risque Individuels par composé et en cumul sont tous inclus dans le domaine de conformité (c'est-à-dire inférieurs à la valeur seuil de 10^{-5} correspondant à 1 cas de cancer supplémentaire pour 100 000 personnes exposées, comparé à une population non exposée) en situation actuelle et aux horizons futurs 2028 et 2048 (avec et sans projet) sur la zone d'étude, quel que soit le scénario d'exposition étudié (enfant, résident hors ou au sein du projet, personne âgée).
- Aucune différence significative n'est relevée concernant les indicateurs sanitaires calculés pour les populations d'ores et déjà présentes sur la zone d'étude, entre le scénario avec projet et sans projet.

La réalisation du projet n'est pas de nature, a priori, à impacter significativement, ni la santé des populations environnantes comparativement à la situation sans projet (différences négligeables pour les valeurs des indicateurs sanitaires entre ces situations), ni la santé des futurs résidents.
Les QD et les ERI cumulés sont inférieurs aux seuils pour l'ensemble des scénarios d'exposition évalués.

19. IMPACT DU PROJET SUR LES ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE

19.1. GÉNÉRALITÉS

Le bilan des gaz à effet de serre (GES) émis par l'activité humaine constitue une étape importante dans l'établissement des principes du développement durable, dans une perspective de préservation de l'environnement.
Les 3 gaz à effet de serre considérés dans les bilans des émissions de GES sont les suivants :

- Le dioxyde de carbone [CO_2] ;
- Le méthane [CH_4] ;
- Le protoxyde d'azote [N_2O].

Chaque GES possède un certain pouvoir radiatif. Cette capacité de rayonnement dépend de la qualité chimique du gaz et de sa durée de vie dans l'atmosphère.
Pour établir une grille de comparaison, le dioxyde de carbone (CO_2) a été choisi comme étalon. Ainsi, les émissions de GES sont-elles quantifiées en tonnes équivalent CO_2, quel que soit le GES considéré.

❖ **Les GES en Sud PACA[32]**

La région Sud Provence-Alpes-Côte d'Azur avec 41,8 MteqCO_2 dont 32,4 MteqCO_2 d'origine énergétique en 2021 (+6,2 % par rapport à 2020) représente 10 % des émissions nationales de GES (418 MteqCO_2)[33]. Leur profil se caractérise par un fort poids des secteurs industriel et production énergétique (encore massivement carbonés), majoritairement situés dans les Bouches-du-Rhône. En 2021, les émissions annuelles de GES s'élèvent à 8,3 teqCO_2 (dioxyde de carbone) par habitant en région Sud PACA. Cette évolution est principalement liée à une hausse dans les transports (+12,4 %) et les activités industrielles (+7,1 %). Les émissions de GES liées à la production d'énergie ont diminué (-5,4 %).
En Sud PACA, en 2021, les émissions de gaz à effet de serre sont imputables principalement aux secteurs de l'industrie (41,4 %), des transports (32,1 %), et à la production d'énergie (13,9 %) (cf. figure suivante).

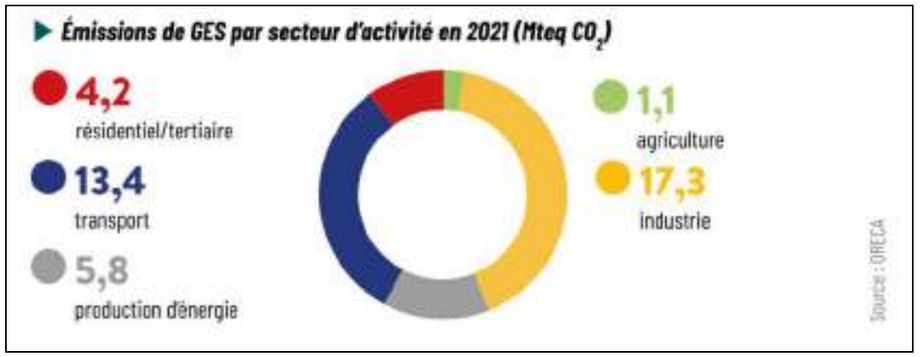


Figure 125 : Inventaire des émissions de gaz à effet de serre par secteur d'activité en Sud PACA pour l'année 2021 (source : ORECA, édition 2022**)**

En comparaison aux émissions nationales, la région Sud PACA présente des spécificités.
En effet, le secteur de l'industrie et de la production d'énergie est un fort contributeur aux émissions de GES, tandis que l'agriculture est très en deçà de la moyenne nationale.
Le faible poids du secteur résidentiel/tertiaire dans l'inventaire régional constitue une autre des spécificités locales, à mettre en relation avec un climat plus favorable induisant des émissions liées au chauffage moins importantes.

Le profil des émissions de GES pointe une forte disparité départementale, comme il est possible de l'observer sur le graphe ci-dessous.

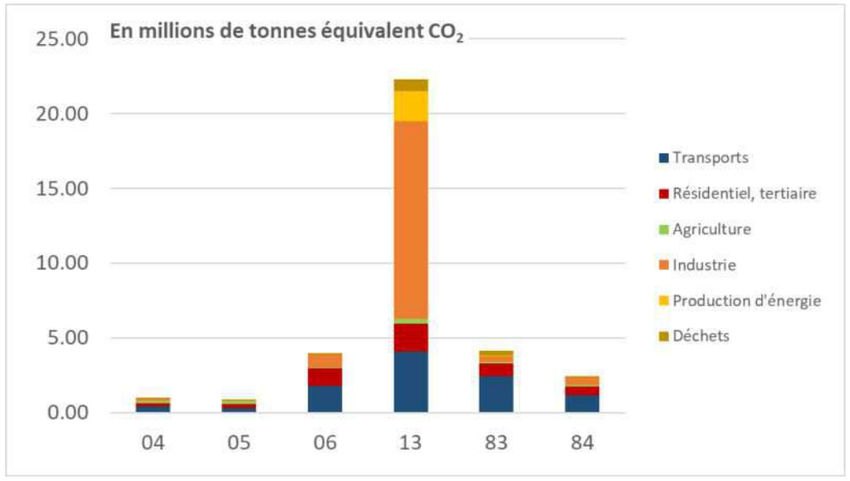


Figure 126 : Émissions de GES par département en Sud PACA en 2020 (source : Données AtmoSud, inventaire Cigale v9.1)

[32] Bilan ORECA 2019 ; Observatoire Régional de l'Energie, du Climat et de l'Air de Provence-Alpes-Côte d'Azur, édition 2020.
Bilan 2019 - Qualité de l'air – Chiffres clés et tendances ; AtmoSud, janvier 2021.
[33] https://www.ecologie.gouv.fr/emissions-gaz-effet-serre-france-atteint-objectifs

Il est important de retenir que l'année 2020 a été particulière du fait de l'épidémie de Covid-19 et des confinements liés. Les émissions du secteur des transports ne sont vraisemblablement pas représentatives d'une situation « normale ».

Le département des Bouches-du-Rhône émet à lui seul 64 % des GES de la région Sud PACA, en lien avec la forte activité industrielle sur son territoire. Dans les autres départements, le secteur des transports est le secteur le plus émetteur.
Les territoires des Alpes-de-Haute-Provence et des Hautes-Alpes constituent à eux deux seulement 5 % des émissions régionales.
Note : Une baisse de 10 % des émissions totales des GES en PACA est constatée de 2019 à 2020.

Les émissions totales de GES en Sud PACA ont augmenté de 0,3 % sur la période 2012-2021. Les efforts de réduction des émissions doivent être intensifiés pour s'inscrire dans les trajectoires de réduction :

- Loi TECV (Transition Énergétique pour la Croissance Verte) : -40 % à horizon 2030 par rapport à 1990 ;
- SNBC 2 (Stratégie Nationale Bas Carbone révisée) : atteindre la neutralité carbone à horizon 2050 (facteur au moins égal à 6 par rapport à 1990) ;
- SRADDET : -27 % à horizon 2030 par rapport à 2012.

Les diminutions des émissions observées avant 2012 sont dues aux effets conjugués des améliorations technologiques industrielles et aux impacts de la crise économique de 2008 sur l'activité économique. Depuis 2012, ces émissions montrent une stabilisation, en liaison avec la reprise de l'activité en région. Cette tendance est comparable à celle observée sur le territoire national.

Abstraction faite de la variabilité interannuelle des émissions de GES du secteur de la production d'énergie, la plupart des secteurs montre une baisse des émissions depuis 2007. Seul le secteur des transports montre une légère hausse des émissions, les améliorations technologiques des moteurs, moins émetteurs, ne compensent pas l'augmentation du trafic observée.
Les principaux secteurs émetteurs en région Sud PACA sont l'industrie, les transports (marchandises et personnes), et la production d'énergie.

Il existe un groupe régional d'experts sur le climat en Sud PACA (GREC-SUD) qui a vocation à centraliser, transcrire et partager la connaissance scientifique sur le climat et le changement climatique. Il est aujourd'hui largement reconnu que la Méditerranée est l'une des régions les plus vulnérables au changement climatique.

Selon le GIEC, les travaux compilés dans un précédent rapport indiquent qu'une hausse des températures de 2 à 3°C est à prévoir en région méditerranéenne à l'horizon 2050, et de 3 à 5°C à l'horizon 2100. Les précipitations estivales pourraient diminuer de 35 % sur la rive sud et de 25 % sur la rive nord d'ici la fin du siècle.
La région Sud Provence-Alpes-Côte d'Azur est déjà confrontée à d'importants problèmes de stress hydrique, de désertification, de pertes de biodiversité et d'évènements climatiques extrêmes tels qu'inondations et sécheresses. En cohérence avec l'augmentation des températures, le nombre de journées très chaudes croit également (température maximale supérieure à 30°C).

Conformément à l'accord de Paris de 2015, pour limiter l'ampleur du réchauffement climatique à 1,5°C, le GIEC indique que les émissions de dioxyde de carbone devraient être réduites d'environ 45 % par rapport aux niveaux de 2010, cela d'ici à 2030.

❖ Secteur résidentiel & tertiaire

Selon les inventaires du CITEPA, les émissions de GES en équivalent dioxyde de carbone des secteurs résidentiel et tertiaire, en France, sont relativement stables, avec néanmoins une légère tendance à la baisse ces dernières années (cf. schéma ci-après). La part des émissions de ces secteurs dans le total national est mécaniquement en hausse du fait de la baisse des émissions totales, passant de moins de 17,3 % en 1990 à 18,1 % en 2021.

Répartition des émissions de CO_2e du secteur des usages/activités des bâtiments résidentiels/tertiaires en France (Métropole et Outre-mer UE)

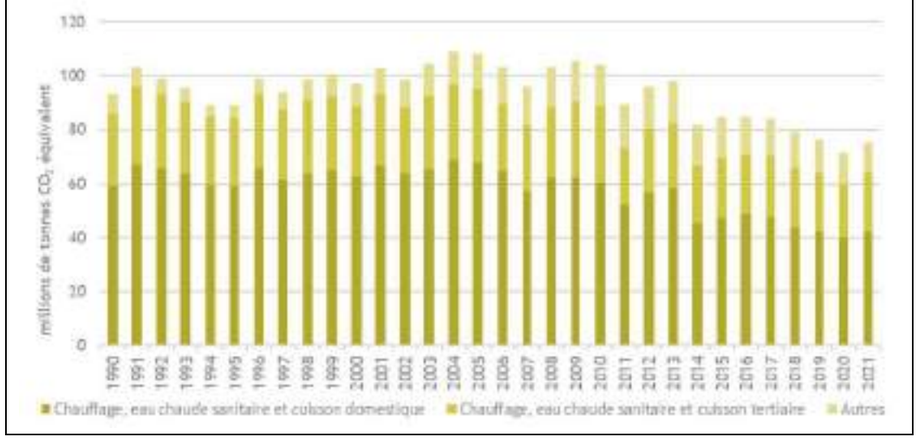


Figure 127 : Évolution des émissions de GES en équivalent CO_2 du secteur des usages/activités des bâtiments résidentiels/tertiaires en France [Métropole et Outre-mer UE] (Source : Citepa, avril 2023 - Format SECTEN**)**

Remarque : Les émissions de GES du secteur des usages des bâtiments résidentiels (chauffage, eau chaude sanitaire et cuisson domestique) est prépondérant devant celui des activités des bâtiments tertiaires (chauffage, eau chaude sanitaire et cuisson tertiaire).

Le mix énergétique des secteurs résidentiel et tertiaire en 2020 en Sud PACA est illustré ci-après. Les énergies fossiles représentaient 31,7 % (résidentiel) et 30,2 % (tertiaire) des énergies consommées.

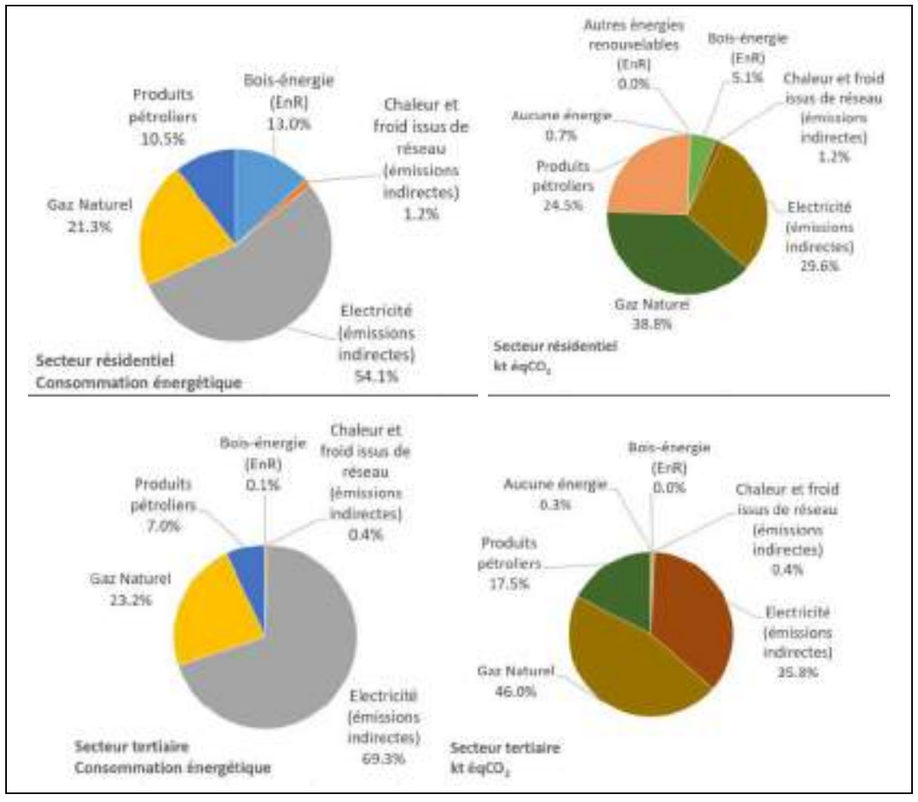


Figure 128 : Mix énergétique et émissions de GES (PRG 100) des secteurs résidentiel et tertiaire en Sud PACA en 2020 (inventaire AtmoSud CIGALE v9.1**)**

Les émissions de gaz à effet de serre[34] du résidentiel et du tertiaire en Sud PACA pour l'année 2020 sont respectivement de 3 050 ktCO_2eq et 1 752 ktCO_2eq (en baisse comparé à 2019).

❖ **Transport routier**

Selon les inventaires du CITEPA[35], en faisant exception de l'année 2020 exceptionnelle du fait des mesures de restriction de déplacement liée à la lutte contre l'épidémie de Covid-19, les émissions de GES en équivalent dioxyde de carbone du trafic routier sont dans l'ensemble en baisse après plusieurs années de faible hausse (cf. schéma ci-après).

Évolution des émissions dans l'air de CO_2e du transport routier depuis 1990 en France (Métropole et Outre-mer UE)

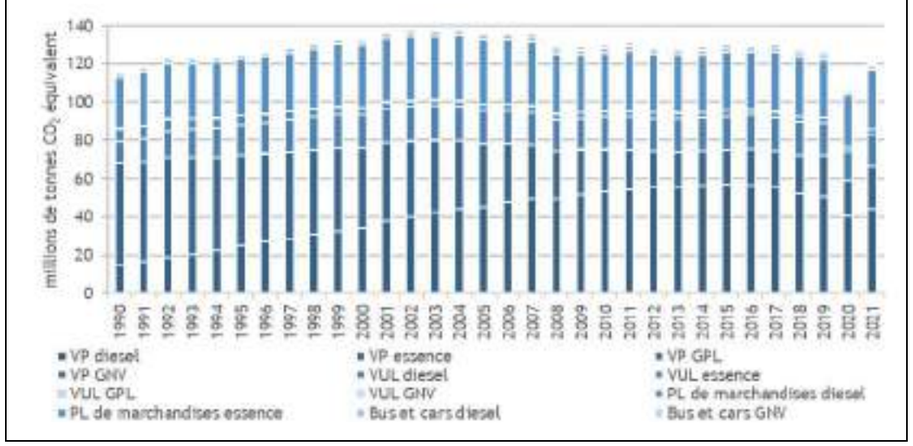


Figure 129: Évolution des émissions de GES en équivalent CO_2 du transport routier (Source : Citepa, avril 2023 - Format SECTEN**)**

Cette baisse s'explique par la dé-diésélisation du parc de véhicules particuliers, conjuguée à la baisse des consommations moyennes par véhicule.
Le diagramme suivant présente les émissions de GES par type de transports en France.
Il est possible d'observer que les véhicules particuliers sont les principaux émetteurs de GES, tous transports confondus.

[34] https://cigale.atmosud.org/

[35] Centre interprofessionnel technique d'études de la pollution atmosphérique

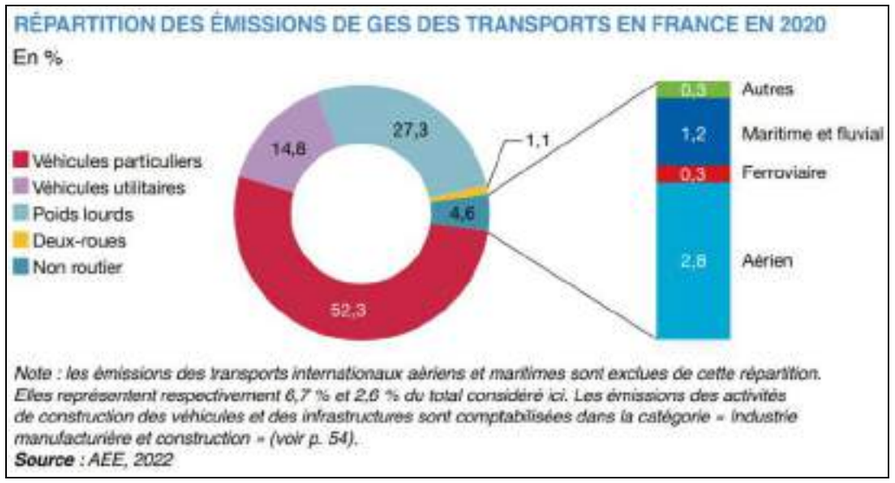


Figure 130 : Émissions de GES par type de transports en France (source : DataLAB Climat ; Chiffres clés du climat France, Europe et Monde - édition décembre 2022 ; Ministère de la Transition Écologique**)**

Pour rappel l'année 2020 a été particulière du fait de l'épidémie de Covid-19 et des confinements liés. Les émissions du secteur des transports ne sont vraisemblablement pas représentatives d'une situation « normale ».

Les émissions de gaz à effet de serre[36] du transport routier en Sud PACA pour l'année 2020 sont de 9 087 ktCO_2eq (en 2019, 10 950 ktCO_2eq).
Le mix énergétique du secteur du transport routier en 2020 en Sud PACA est illustré ci-après. Les énergies fossiles représentaient 91,9 % des énergies consommées.

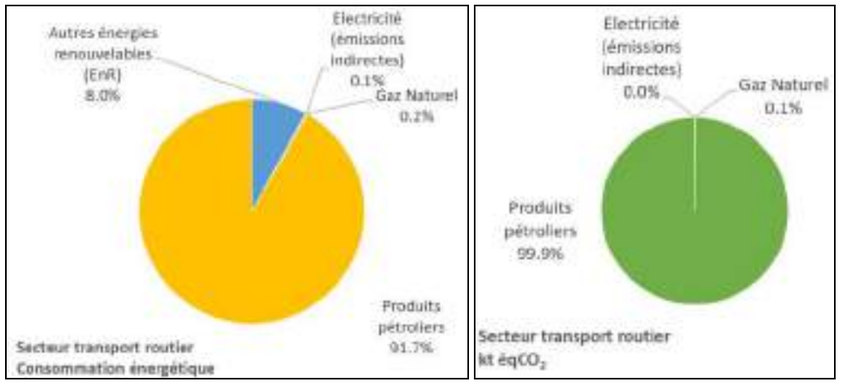


Figure 131 : Mix énergétique et émissions de GES (PRG 100) du secteur du transport routier en Sud PACA en 2020 (inventaire AtmoSud CIGALE v9.1**)**

19.2. ÉMISSIONS DE GES SUR LE RÉSEAU D'ÉTUDE

La quantification en GES a été effectuée au moyen du logiciel COPERT pour les émissions engendrées par le trafic du réseau d'étude.

Pour mémoire, les émissions de gaz à effet de serre dépendent directement :

- Du type de véhicule (2R / VP / VUL / PL, essence/diesel, cylindrée) ;
- De la technologie du véhicule (conventionnel, euro 1 à 6) ;
- Des paramètres liés à la circulation (vitesse, pente, moteur froid etc.).

Les quantités des gaz à effet de serre émis par le trafic routier sur le réseau d'étude considéré sont reportées dans les tableaux et figures suivants.

[36] https://cigale.atmosud.org/

Tableau 69: Quantité de GES produits par le trafic routier sur le réseau d'étude considéré – Phase exploitation

[kilo équivalent 100 ans CO_2/jour]	2023 Horizon actuel	2028 Sans projet	2028 Avec projet	2048 Sans projet	2048 Avec projet
CO_2 [PRG = 1]	2 842	2 945	3 096	3 291	3 432
N_2O [PRG = 265]	40	40	42	36	38
CH_4 [PRG = 30]	2	1	1	1	2
TOTAL	**2 884**	**2 986**	**3 139**	**3 329**	**3 471**

PRG : pouvoir de réchauffement global – les PRG considérés sont ceux fournis par l'ADEME *via* le 5e rapport du GIEC de 2013[37]

Les quantités de **G**az à **E**ffet de **S**erre sont dépendantes de la tendance des consommations de carburant. Par rapport à la situation actuelle, sur le réseau d'étude, les émissions de GES augmentent à l'horizon 2028 (+3,7 % en situation Fil de l'eau et +9,0 % en situation Projet) et à l'horizon 2048 (+16,0 % en situation Fil de l'eau et +20,9 % en situation Projet), cela étant à corréler avec l'évolution des consommations énergétiques.

Sur le réseau d'étude, la réalisation du projet va induire une augmentation des émissions de GES de (+5,1 % en 2028 et +4,3 % en 2048 par rapport à la situation Fil de l'Eau correspondante.

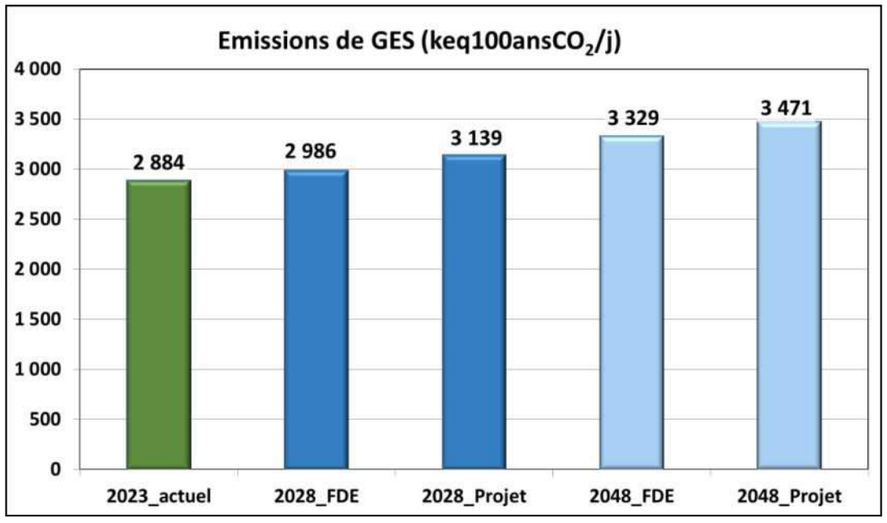


Figure 132: Émissions des gaz à effet de serre (kg équivalent 100 ans CO_2/jour) sur le réseau d'étude – Phase exploitation

Répartition des différents GES émis

Bien que le méthane et le protoxyde d'azote possèdent un PRG beaucoup plus important que celui du dioxyde de carbone, ces deux composés ne représentent qu'une faible partie des émissions (cf. figure suivante).

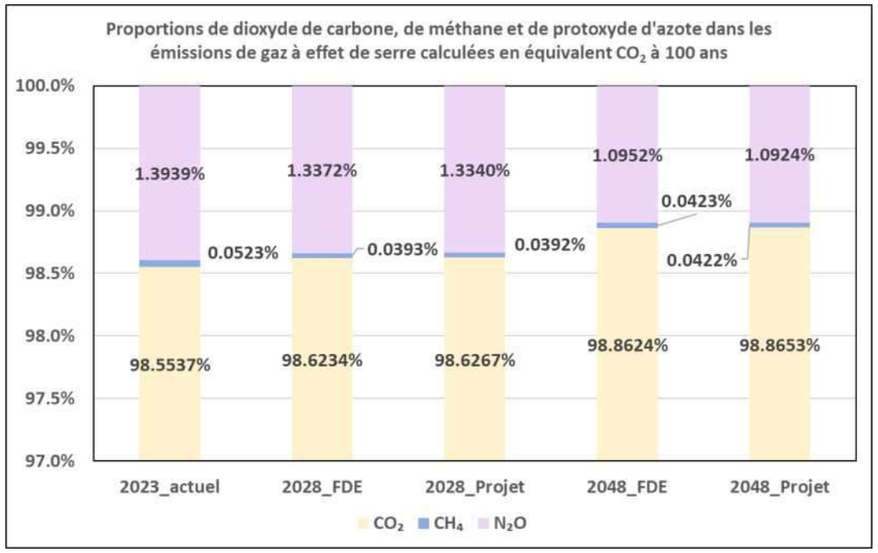


Figure 133: Proportions de dioxyde de carbone, de méthane et de protoxyde d'azote dans les émissions de GES calculées sur le réseau d'étude

Le dioxyde de carbone provient de la combustion de combustibles fossiles.

Il est utile de garder en mémoire que la réduction des émissions des gaz à effet de serre provenant du trafic routier passe par la décarbonation du parc roulant *via* le développement des véhicules électriques et/ou hybrides.

Les consommations de carburant sur le réseau d'étude augmentent à l'horizon 2028 et à l'horizon 2048 pour les situations Fil de l'Eau et Projet, par rapport à la situation 'actuelle'.
La mise en place du projet induit une légère augmentation des consommations de carburant sur le réseau d'étude par rapport à la situation Fil de l'Eau correspondante.
En corollaire, les émissions de Gaz à Effet de Serre liées au trafic routier suivent la même trajectoire.

[37] http://www.bilans-ges.ademe.fr/documentation/UPLOAD_DOC_FR/index.htm?prg.htm

20. COÛTS COLLECTIFS DES GAZ À EFFET DE SERRE ET DE LA POLLUTION ATMOSPHÉRIQUE

20.1. COÛTS LIÉS AUX ÉMISSIONS DE POLLUANTS ATMOSPHÉRIQUES

Le décret n°2003-767 a introduit, à propos des infrastructures de transport, un nouveau chapitre de l'étude d'impact concernant une analyse des coûts collectifs des pollutions et nuisances induits pour la collectivité.
La monétarisation des coûts s'attache à comparer avec une unité commune (l'Euro) l'impact lié aux externalités négatives (ou nuisances) et les bénéfices du projet.

Dans une fiche-outils du 03/05/2019 (« *Valeurs de référence prescrites pour le calcul socio-économique* »), le Ministère de l'Environnement recommande des valeurs tutélaires de la pollution atmosphérique. Ces valeurs ne couvrent pas tous les effets externes, mais elles concernent néanmoins la pollution locale de l'air sur la base de ses effets sanitaires. Ainsi, le rapport fournit, pour chaque type de trafic (poids lourds, véhicules particuliers, véhicules utilitaires légers) et pour quelques grands types d'occupation humaine (urbain dense, urbain diffus, interurbain, etc.), une valeur de l'impact - principalement sanitaire - de la pollution atmosphérique.

Tableau 70 : Classes de densité

Densité de population de la zone d'étude	URBAIN Très dense	URBAIN Dense	URBAIN	URBAIN Diffus	Inter URBAIN
Fourchette [hab./km²]	> 4 500	1 500 -4 500	450 -1 500	37 - 450	< 37
Densité moyenne [hab./km²]	6 750	2 250	750	250	25

Compte tenu de la densité de population moyenne de la zone d'étude (1 229 hab./km²), cette dernière est classifiée en tant que milieu urbain.

Les valeurs à considérer pour l'évaluation des coûts de la pollution atmosphérique sont reportées dans le tableau ci-après.

Tableau 71 : Coûts unitaire de la pollution atmosphérique générée par le transport routier (en €$_{2015}$ / 100 véhicules x km)

Types de véhicule	Densité de population	URBAIN Très dense	URBAIN Dense	URBAIN	URBAIN Diffus	Inter URBAIN
	Valeurs tutélaires pour le transport routier (en €$_{2015}$ / 100 véhicules x km)					
	Véhicule Particulier	11,6	3,2	1,3	1,1	0,8
	VP diesel	14,2	3,9	1,6	1,3	1,0
	VP essence	4,4	1,3	0,6	0,4	0,3
	VP GPL	3,7	1,0	0,4	0,3	0,1
	Véhicule Utilitaire Léger	19,8	5,6	2,4	2,0	1,7
	VUL diesel	20,2	5,7	2,5	2,0	1,8
	VUL essence	6,3	1,8	0,7	0,5	0,3
	PL Diesel	133	26,2	12,4	6,6	4,4
	Deux-roues	6,7	1,9	0,8	0,6	0,5
	Bus	83,7	16,9	8,3	4,5	3,1

La fiche-outils précise qu'il est nécessaire d'actualiser ces valeurs suivant l'évolution du parc automobile et du PIB par rapport à la population.
Sur la région Sud PACA, l'évolution du PIB par habitant à retenir est de 1,2 % par an.

Au cours de la dernière décennie (2012-2022) l'inflation a été en moyenne de 1,28 % par an d'après l'INSEE. Cette valeur sera utilisée pour extrapoler les coûts aux horizons futurs.

L'application des valeurs recommandées et de leur règle d'évolution pour l'ensemble du trafic considéré conduit aux évaluations présentées dans les tableaux (valeurs journalières et annuelles) et les figures ci-après.

Tableau 72 : Estimation des coûts de la pollution atmosphérique générée par le transport routier sur le réseau d'étude

Type de véhicules	2023Actuel (en €$_{2023}$)	2028 Sans Projet (en €$_{2028}$)	2028 Projet (en €$_{2028}$)	2048 Sans Projet (en €$_{2048}$)	2048 Projet (en €$_{2048}$)
Sur une journée					
VL	192 €	182 €	191 €	296 €	308 €
PL	1 220 €	1 198 €	1 252 €	1 376 €	1 429 €
Coût total/jour	**1 411 €**	**1 380 €**	**1 443 €**	**1 673 €**	**1 737 €**
Sur l'ensemble de l'année					
VL	70 k€	67 k€	70 k€	108 k€	113 k€
PL	445 k€	438 k€	458 k€	504 k€	523 k€
Coût total/an	**515 k€**	**505 k€**	**528 k€**	**612 k€**	**636 k€**

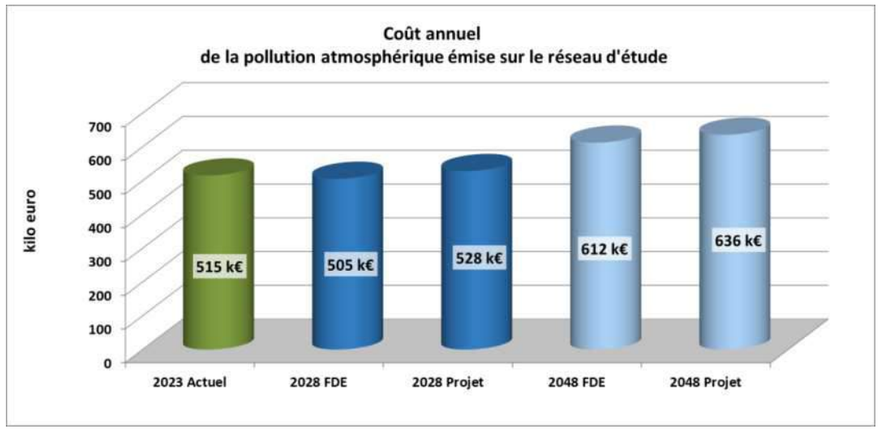


Figure 134 : Coût annuel de la pollution atmosphérique sur le réseau d'étude

Par rapport à la situation 'actuelle', le coût annuel de la pollution atmosphérique émise sur le réseau d'étude diminue légèrement à l'horizon 2028 en situation Fil de l'eau (-1,9 %) mais augmente légèrement en situation Projet (+2,5 %). En revanche, à l'horizon 2048, les coûts augmentent de manière plus importante (+18,8 % en situation Fil de l'eau et +23,4 % en situation Projet).
La mise en place de l'opération engendre une légère augmentation des coûts annuel de la pollution atmosphérique sur le réseau d'étude par rapport à la situation Fil de l'Eau correspondante (+4,5 % en 2028 et +3,8 % en 2048).

Il est nécessaire de prendre en compte le fait que, à ce jour, lorsqu'elle est réalisée par les services instructeurs, l'estimation chiffrée des impacts sanitaires de la pollution atmosphérique se base généralement sur les trafics sans retenir : ni la répartition spatiale de la population, ni les paramètres d'exposition.
Il devrait être possible d'affiner l'estimation des coûts sanitaires en s'intéressant à l'exposition de la population, dès lors que l'on se base sur le principe d'un lien de proportionnalité entre le coût sanitaire et l'Indice Pollution Population. Diverses études sont actuellement menées sur cette thématique.

20.2. COÛTS LIÉS AUX ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE

Le coût social du carbone peut être considéré comme étant la valeur du préjudice qui découle de l'émission d'une tonne de CO_2.
La monétarisation des conséquences de l'augmentation de l'effet de serre a été déterminée par une approche dite « tutélaire », dans la mesure où la valeur monétaire recommandée ne découle pas directement de l'observation des prix de marché mais relève d'une décision de l'État, sur la base d'une évaluation concertée de l'engagement français et européen dans la lutte contre le changement climatique.
Selon le document de France Stratégie intitulé « *La valeur de l'action pour le climat* » de février 2019, les valeurs à considérer pour une tonne d'équivalent CO_2 émise sont de 54 €$_{2018}$ en 2018, de 250 €$_{2018}$ en 2030 et de 500 €$_{2018}$ en 2040.

Le calcul des émissions de gaz à effet de serre (GES) a été réalisé à l'aide du logiciel COPERT **V**.

La figure et le tableau suivants fournissent l'estimation des coûts des rejets de gaz à effet de serre pour tous les scénarios considérés.

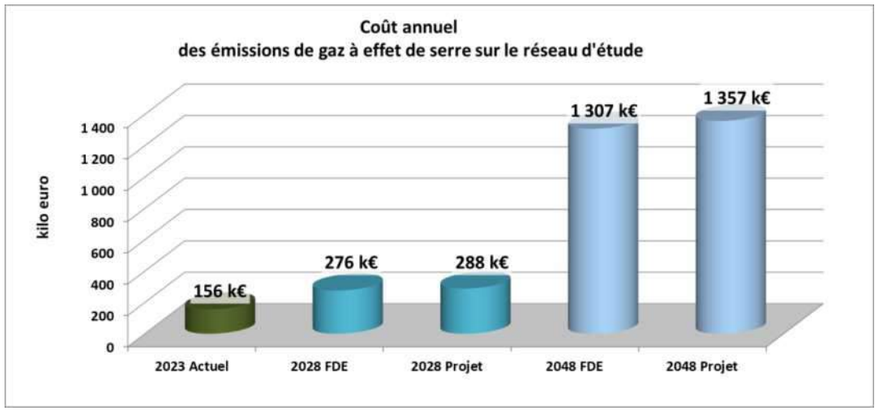


Figure 135 : Coût annuel des émissions de GES sur le réseau d'étude

Tableau 73 : Estimation des coûts des GES générés par le transport routier du réseau d'étude

	2023 Actuel (en €$_{2023}$)	2028 Sans Projet (en €$_{2028}$)	2028 Projet (en €$_{2028}$)	2048 Sans Projet (en €$_{2048}$)	2048 Projet (en €$_{2048}$)
Sur une journée	426 €	753 €	788 €	3 571 €	3 708 €
Sur une année	**156 k€**	**276 k€**	**288 k€**	**1 307 k€**	**1 357 k€**

Le coût des émissions de Gaz à Effet de Serre augmente aux horizons futurs par rapport à la situation actuelle, en raison de la valeur tutélaire du carbone qui croît de façon marquée.
Par rapport à la situation Fil de l'Eau correspondante, la mise en place du projet engendre une légère augmentation des coûts des émissions de GES sur le réseau d'étude (+4,6 % en 2028 et +3,8 % comme en 2048).

21. EFFETS DE LA POLLUTION ATMOSPHÉRIQUE ET DES GES SUR LA SANTÉ ET LE CLIMAT

21.1. EFFETS GÉNÉRAUX DE LA POLLUTION ATMOSPHERIQUE SUR LA SANTE

De nombreuses études épidémiologiques, dont celles pilotées par l'Institut de Veille Sanitaire (InVS), mettent en évidence une relation entre pollution de l'air et santé dans les grandes agglomérations. Le risque existe d'ailleurs à partir de faibles niveaux de pollution.
Également, il subsiste de fortes présomptions de relation synergique entre les allergènes, en particulier les pollens et les polluants atmosphériques.
En outre, les effets sanitaires de la pollution de l'air varient selon les individus.
Les sujets les plus sensibles sont ainsi :

- Les enfants, dont le système respiratoire en pleine évolution est davantage sensible aux agressions ;
- Les personnes âgées qui présentent des défenses immunitaires plus faibles et souvent des fragilités du système respiratoire et cardiovasculaire ;
- Les sujets atteints de troubles cardiovasculaires ou respiratoires (asthme, rhinite allergique, bronchite chronique) ;
- Les sujets en activité physique intense (sport ou travaux) qui respirent 5 à 15 fois plus qu'un individu au repos et s'exposent ainsi à des quantités supérieures de polluants.

Les gaz et particules émis lors de la combustion du carburant présentent individuellement pour l'homme un risque toxicologique qui est relativement connu pour la plupart d'entre eux.
Cependant, afin de définir le risque toxicologique des émissions automobiles à l'égard de la santé humaine, il faut considérer un ensemble, c'est à dire étudier la composition chimique d'un mélange gaz/particules et analyser la toxicité, l'interaction et les synergies des éléments qui le composent. Les connaissances dans ce domaine sont moins développées.
Les paragraphes ci-dessous présentent les effets sanitaires des principaux polluants de l'air, à savoir : les oxydes d'azote [NOx], les particules [PM], le monoxyde de carbone [CO], les composés organiques volatils [COV], le benzène, le dioxyde de soufre [SO_2] le benzo(a)pyrène et les métaux lourds.

Les oxydes d'azotes (NOx)

Les principaux effets des oxydes d'azote sur la santé humaine se manifestent par une altération de la fonction respiratoire, une hyper réactivité bronchique chez l'asthmatique et des troubles de l'immunité du système respiratoire.
Les oxydes d'azote sont des gaz très irritants. Ils pénètrent profondément dans l'arbre bronchique entraînant toux, irritations, étouffements, sensibilisation des bronches aux infections microbiennes, changements fonctionnels (baisse de l'oxygénation) …
La relation entre les NOx et les descripteurs sanitaires (mortalité, morbidité…) est difficile à établir et à mettre en évidence car leur teneur est fortement corrélée avec celle des autres polluants.

Les particules (PM)

Les particules peuvent irriter les voies respiratoires inférieures et altérer la fonction respiratoire (surtout chez l'enfant et les personnes sensibles).
Plus une particule est fine, plus sa toxicité potentielle est élevée.
Les particules de taille inférieure à 10 µm (particules inhalables PM10) peuvent entrer dans les poumons mais sont retenues par les voies aériennes supérieures, tandis que les particules de taille inférieure à 2,5 µm pénètrent profondément dans l'appareil respiratoire et peuvent atteindre les alvéoles pulmonaires. Selon l'OMS (Organisation Mondiale de la Santé), les particules dites « ultra fines » (diamètre particulaire inférieur à 0,1 µm) sont suspectées de provoquer des effets néfastes sur le système cardiovasculaire.
La taille des particules et la profondeur de leur pénétration dans les poumons déterminent la vitesse d'élimination des particules. Sur un même laps de temps (24 heures), plus de 90 % des particules supérieures à 6 µm sont éliminées, alors que seulement moins de 30 % des particules inférieures à 1 µm le sont.
L'une des propriétés les plus dangereuses des poussières est de fixer des molécules gazeuses irritantes ou toxiques présentes dans l'atmosphère (par exemple, des sulfates, des métaux lourds, des hydrocarbures). Ainsi, les particules peuvent entraîner des conséquences importantes sur la santé humaine et être responsables de maladies pulmonaires chroniques de type asthme, bronchite, emphysèmes (les alvéoles pulmonaires perdent de leur élasticité et se rompent) et pleurésies (inflammation de la plèvre, la membrane qui enveloppe chacun de nos poumons).
Ces effets (irritations des voies respiratoires et/ou altérations de la fonction respiratoire) s'observent même à des concentrations relativement basses.
Certaines particules ont aussi des propriétés mutagènes et cancérogènes (particules diesel).
En octobre 2013, le Centre international de Recherche sur le Cancer (CIRC) a classé les particules issues des moteurs diesel comme étant cancérogènes pour l'homme (Groupe 1), sur la base d'indications suffisantes prouvant qu'une telle exposition est associée à un risque accru de cancer du poumon.

Les études publiées à ce jour permettent de dresser le tableau suivant pour les effets aigus des particules :

- Les particules plus grandes que les PM10 n'ont, pour ainsi dire, aucun effet.
- Les particules grossières (différence massique estimée entre les PM10 et les PM2,5 ou entre les PM10 et les PM1), tout comme les particules fines (dont la masse estimée se situe à PM2,5 ou PM1) ou encore les particules ultrafines (estimées en nombre, pour les tailles inférieures à 0,1 µm) ont des incidences sur la mortalité et la morbidité. Leurs effets sont largement indépendants les uns des autres.
- La fraction grossière des PM10 est plus fortement corrélée avec la toux, les crises d'asthme et la mortalité respiratoire, alors que les fractions fines ont une incidence plus forte sur les dysfonctionnements du rythme cardiaque ou sur l'augmentation de la mortalité cardio–vasculaire. Mais les effets des particules fines ne s'expliquent pas uniquement par ceux des particules ultrafines, pas plus que les effets des particules grossières ne s'expliquent par ceux des particules fines.
- Compte tenu des concentrations et des variations que l'on rencontre habituellement aujourd'hui, les fractions grossières, fines et ultrafines ont des effets de même importance.
- Les effets sur la mortalité respiratoire sont ressentis immédiatement ou le jour suivant l'exposition à une forte charge en particules. Les effets sur la mortalité cardio–vasculaire se manifestent le plus fortement après 4 jours environ. Cela signifie que l'effet des particules grossières est ressenti immédiatement ou très rapidement après l'exposition et que celui des particules fines et ultrafines l'est de manière un peu différée (jusqu'à 4 jours après l'accroissement de la charge). Par ailleurs, si le risque relatif est plus grand pour la mortalité respiratoire, la mortalité cardio-vasculaire fait davantage de victimes.
- Les personnes souffrant d'affections des voies aériennes inférieures, d'insuffisance cardiaque et les personnes de plus de 65 ans présentent un risque accru.
- Les effets ont été démontrés par des études épidémiologiques, toxicologiques et cliniques.

Les études publiées à ce jour permettent de dresser le tableau suivant pour les effets chroniques des particules sur la santé :

- Les effets chroniques sont plus importants que les effets aigus ;
- Les études épidémiologiques ont démontré la corrélation entre de fortes charges en PM10, en PM2,5 ou en sulfates, et une mortalité ou une morbidité accrue ;
- Le carbone élémentaire (suie de diesel) présente un fort potentiel cancérogène ;
- Il n'existe pas (encore) d'étude concluante qui fasse la différence entre les effets chroniques des particules grossières, ceux des particules fines et ceux des particules ultrafines en matière de mortalité et de morbidité.

Le monoxyde de carbone (CO)

Le monoxyde de carbone provoque des hypoxies (baisse de l'oxygénation du sang) car il se fixe à la place de l'oxygène sur l'hémoglobine. Il provoque également des céphalées, des troubles du comportement, des vomissements (c'est un neurotoxique), des troubles sensoriels (vertiges). C'est également un myocardiotoxique.
En se fixant sur l'hémoglobine du sang, le monoxyde de carbone forme une molécule stable, la carboxyhémoglobine, entraînant une diminution de l'oxygénation cellulaire qui est nocive pour le système nerveux central, le cœur et les vaisseaux sanguins.

Les composés organiques volatils (COV)

Ces composés proviennent d'une mauvaise combustion des produits pétroliers (carburants) et de l'évaporation des carburants.
Les effets sont très divers selon les polluants : ils vont de la simple gêne olfactive à une irritation des yeux (aldéhydes), voire une diminution de la capacité respiratoire, jusqu'à des effets mutagènes et cancérigènes (comme le benzène).

Le benzène (C_6H_6)

Deux cas d'intoxication peuvent être observés : intoxication par ingestion et intoxication par inhalation.
L'intoxication par ingestion se caractérise par des troubles digestifs, des troubles neurologiques pouvant aller jusqu'au coma et une pneumopathie d'inhalation.
Notons qu'en application cutanée, le benzène est irritant.
Lors d'une intoxication par inhalation, on observe des symptômes neurologiques tels que des troubles de conscience, de l'ivresse, puis de la somnolence pouvant mener à un coma, des convulsions à très hautes doses.
Ces symptômes apparaissent à des concentrations variables selon les individus :

- À 25 ppm, pas d'effet ;
- De 50 à 100 ppm, apparaissent céphalées et asthénie ;
- À 500 ppm, les symptômes sont plus accentués ;
- A 3 000 ppm, la tolérance est seulement pendant 30 à 60 minutes ;
- A 20 000 ppm, la mort survient en 5 à 15 minutes.

Le dioxyde de soufre (SO_2)

Le dioxyde de soufre altère la fonction respiratoire de l'enfant et exacerbe les gênes respiratoires. De même, il trouble l'immunité du système respiratoire, abaisse le seuil de déclenchement chez le sujet asthmatique. C'est un cofacteur de la bronchite chronique.
Le dioxyde de soufre est un gaz très soluble. Il est ainsi absorbé à 85-99 % par les muqueuses du nez et du tractus respiratoire supérieur. Une faible fraction se fixe sur les

particules carbonées et atteint donc les voies respiratoires inférieures. Il accentue l'intensité du bronchospasme chez les sujets asthmatiques.

Le plomb (Pb)

De manière générale, les métaux lourds ont la propriété de s'accumuler dans l'organisme ce qui implique dans le long terme d'éventuelles propriétés cancérogènes.
Le plomb est un toxique neurologique, rénal et sanguin.
On distingue deux types d'intoxication au plomb : intoxication après inhalation (poussières ou fumées) ou intoxication par ingestion (régurgitation ou problème d'hygiène cutanée).

Le cadmium (Cd)

Le cadmium est l'un des rares éléments n'ayant aucune fonction connue dans le corps humain. Les deux principales voies d'absorption sont l'inhalation et l'ingestion. Il peut provoquer des lésions des voies respiratoires et du rein. Les composés de cadmium sont également cancérigènes.

L'arsenic (As)

La grande majorité des informations disponibles, relatives à l'exposition par inhalation à l'arsenic, provient de situations professionnelles (fonderies, mines ou usines de produits chimiques) et rapporte des effets principalement au niveau de :

- L'appareil respiratoire (emphysème, pneumoconiose)
- Système cardiovasculaire (maladie de Raynaud)
- La peau (hyperkératose et hyperpigmentation)
- Système nerveux périphérique (neuropathies, diminution de la conduction nerveuse)

Le nickel (Ni)

Les études chez l'Homme (et l'animal) indiquent que le système respiratoire est la cible principale de la toxicité du nickel par inhalation. Une augmentation de l'incidence des décès par pathologie respiratoire a été trouvée chez des travailleurs exposés chroniquement au nickel. Les effets respiratoires étaient de type bronchite chronique, emphysème et diminution de la capacité vitale.

Le benzo(a)pyrène (BaP)

Les études rapportées dans la littérature ne permettent pas de conclure quant au caractère cancérogène du benzo[a]pyrène à lui seul chez l'homme. Les études chez l'animal indiquent que le benzo[a]pyrène induit des tumeurs chez de nombreuses espèces animales par les trois voies d'exposition possibles : pulmonaire, orale et cutanée. Les effets rapports correspondent, une action à la fois locale et systémique.

21.2. CHANGEMENTS CLIMATIQUES

Identiquement à l'échelle mondiale, l'évolution des températures moyennes annuelles en France métropolitaine montre un net réchauffement depuis l'année 1900.
Ce réchauffement a connu un rythme variable, avec une augmentation particulièrement marquée depuis les années 1980 (figure suivante).

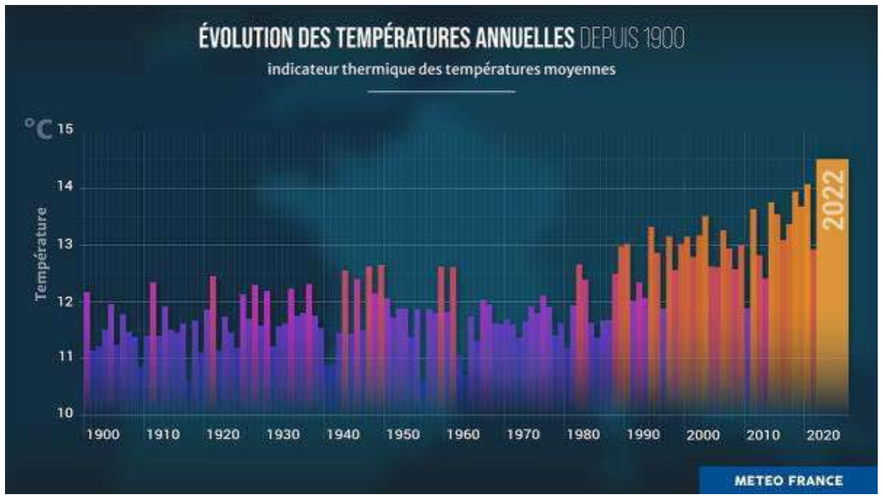


Figure 136 : Évolution des températures moyennes annuelles en France depuis 1900 (Source : Météo France**)**

Sur la période 1959-2009, la tendance observée est d'environ + 0,3°C par décennie. En 2020, la température moyenne annuelle de 14°C a dépassé la normale (référence 1961-1990) de 2,3°C, plaçant cette année-là au premier rang des années les plus chaudes observées en France métropolitaine depuis 1900, devant 2018 (13,9°C).
2021 ouvre la décennie avec des températures certes plus proches des normales, mais jalonnées de records chauds et d'épisodes extrêmes portant l'empreinte du changement climatique en cours[38]. 2021 se place néanmoins à la 20ème place des années les plus chaudes en France depuis 1900.

[38] https://meteofrance.com/actualites-et-dossiers/actualites/climat/gel-en-avril-pluies-diluviennes-retour-sur-les-evenements

2022 détrône les précédents records en se plaçant en première position des années les plus chaudes avec 14,5 C en moyenne annuelle sur la France (très loin devant 2020 qui détenait le précédent record) depuis 1900. Ponctuée d'extrêmes climatiques, 2022 est un symptôme du changement climatique en France. Remarquable dans le climat actuel, elle pourrait devenir « normale » en 2050.

Les années les plus chaudes sont majoritairement des années très récentes : 8 des 10 années les plus chaudes depuis le début du XXe siècle sont postérieures à 2010 (cf. figure suivante).

Figure 137 : Les 10 années les plus chaudes en France depuis 1900 (Source : Météo France) (Source :

L'évolution du climat modifie la fréquence, l'intensité, l'étendue, la durée et le moment d'apparition des phénomènes météorologiques et climatiques extrêmes. Les vagues de chaleur recensées depuis 1947 à l'échelle nationale ont été deux fois plus nombreuses au cours des 34 dernières années que sur la période antérieure.
Cette évolution se matérialise aussi par l'occurrence d'événements plus forts (durée, intensité globale) au cours des dernières années.
En France, selon le scénario intermédiaire du GIEC [Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat], le nombre de jours anormalement chauds devrait augmenter dans le futur, avec vraisemblablement plus de 100 jours supplémentaires par an à l'horizon 2100.
Le sud et l'est de la France seraient les régions les plus affectées par ces changements. Cependant, la région Hauts-de-France, par exemple, a connu elle aussi une canicule l'été 2020.

21.3. IMPACTS DIRECTS DES CANICULES ET DES FORTES CHALEURS SUR LA SANTÉ

La région Sud Provence-Alpes-Côte d'Azur présente une exposition élevée aux épisodes de canicules remarquables de plus en plus fréquents, tout comme le reste du territoire métropolitain.
Depuis 2015, chaque été a présenté un épisode caniculaire remarquable, faisant suite à ceux de 2006 et 2003 pour le 21e siècle. L'été 2021 n'a présenté aucun épisode de chaleur remarquable et a été le plus frais depuis 2014.

En France métropolitaine[39], l'été 2022 est au deuxième rang des étés les plus chauds observés en France depuis 1900. La période de surveillance estivale 2022 a été marquée par trois périodes de canicules intenses et remarquables dont deux avec des départements de la façade atlantique placés en vigilance rouge, et deux épisodes successifs d'une douzaine de jours en régions Occitanie, Provence-Alpes-Côte d'Azur et Auvergne-Rhône-Alpes.
La période de surveillance estivale 2022 s'inscrit dans un contexte particulier, à la fois sur le plan sanitaire avec une recrudescence de l'épidémie de Covid-19 mais également sur le plan climatique. En effet, l'été 2022 a également été marqué par d'autres phénomènes météorologiques extrêmes tels que la sécheresse, les feux de forêts, les orages et une canicule en mer méditerranée.

Les 3 vagues de chaleur de l'été 2022 se sont étendues du 14 au 22 juin, du 9 au 27 juillet et du 29 juillet au 14 août. La figure suivante présente les caractéristiques de ces épisodes.

Dates	Régions concernées	Nombre de départements	Durée moyenne par département (jours) [Min ; Max]	% de la population métropolitaine touchée
14/06 – 22/06	Auvergne-Rhône-Alpes, Bourgogne-Franche-Comté, Centre-Val-de-Loire, Grand-Est, Nouvelle-Aquitaine, Occitanie, Pays-de-la-Loire, Provence-Alpes-Côte d'Azur	30	3,8 [3 ; 6]	26 %
9/07 – 27/07	Toutes les régions	52	5,0 [3 ; 14]	66 %
29/07 – 14/08	Toutes les régions métropolitaines à l'exception de l'Ile-de-France	39	5,3 [3 ; 14]	41 %

Figure 138 : Caractéristiques des différentes vagues de chaleur de l'été 2022 en France métropolitaine (source : Santé Publique France**)**

[39] Bulletin de Santé Publique. PACA. Été 2022. Canicule et Santé. Santé Publique France, novembre 2022.

L'étendue géographique a été notable. Durant l'été 2022, 69 départements ont connu au moins une canicule, soit 78% de la population résidente. Ces départements ont connu en moyenne 8,4 jours de dépassement des seuils d'alerte.
Cinq départements du sud-est ont connu plus de 20 jours de canicules sur l'ensemble de l'été : le Vaucluse (22 jours), le Gard (23 jours), les Alpes de Haute Provence (24 jours), la Drôme (26 jours) et l'Isère (34 jours)

La **première canicule** a concerné plus d'un quart de la population résidente en France métropolitaine en juin 2022. Cette canicule est la plus précoce connue depuis le début des mesures de températures en 1947 et se caractérise par le déclenchement de vigilances rouge dans 14 départements de Nouvelle Aquitaine, Occitanie et Pays de la Loire. Il s'agissait, pour la plupart des départements, de fortes chaleurs concentrées sur peu de jours, avec des records absolus battus, notamment à Biarritz avec 42,9°C le 18 juin.

La **deuxième canicule**, plus longue, en juillet 2022, a concerné les deux tiers de la population française métropolitaine et l'ensemble des régions. Cet épisode a été marqué par le déclenchement de nouvelles vigilances rouges dans 15 départements des régions Bretagne, Nouvelle Aquitaine, Occitanie et Pays de la Loire et de nouveaux records absolus battus, le plus souvent supérieurs à 40 °C.

La **troisième canicule** pendant la première quinzaine d'août 2022 a commencé peu de temps après la fin de celle de juillet et a touché plus d'un tiers de la population. Elle a touché la quasi-totalité des régions, mais s'est principalement concentrée sur la moitié Sud, et a été particulièrement longue dans le sud-est, mais avec une intensité plus faible que lors des deux épisodes précédents.

L'été 2022, dans la tendance observée depuis 2015, se caractérise à l'échelle nationale par une intensification de l'exposition aux canicules. Les températures ont été, sur la quasi-totalité de l'été, au-dessus des normales et parfois extrêmes sur de courtes durées, notamment sur la façade atlantique.
En termes de sévérité (cumul des intensités quotidiennes sur les périodes de canicule), l'exposition de la population à l'échelle nationale en 2022, reste en deçà des étés 2019 ou 2020. Toutefois, une sévérité plus importante a été observée dans les régions de la moitié sud, du fait d'épisodes à répétition et durables, la durée de ces canicules est inédite et supérieure à 2003. Au-delà des canicules telles que définies historiquement, l'été 2022 a été marqué par des expositions à des épisodes de chaleur aux profils atypiques, notamment des pics extrêmes inédits de températures sur de très courtes durées sur la façade atlantique, et des chaleurs durables et successives notamment dans les régions Occitanie, **Provence-Alpes-Côte d'Azur** et Auvergne-Rhône-Alpes.

Plusieurs pics de pollution à l'ozone concomitants à ces canicules ont pu être observés, notamment dans les régions Auvergne-Rhône-Alpes**,** Grand Est, Hauts-de-France, Île-de-France, Normandie, Nouvelle-Aquitaine, Occitanie et **Provence-Alpes-Côte-d'Azur**, avec des dépassements persistants du seuil d'information et de recommandation.

La région Provence-Alpes-Côte d'Azur (Paca) a également été concernée par les 3 vagues de chaleur successives. La première a été observée mi-juin, la seconde lors de la deuxième quinzaine de juillet et la troisième début août 2022.
Au cours de ces épisodes caniculaires des dépassements effectifs des seuils d'alerte biométéorologique ont été observés pour un département lors du premier épisode (04), 5 départements lors du deuxième épisode (04, 05, 06, 13, 84) et 3 départements lors du troisième épisode (04, 06, 84).
Il est à noter qu'au cours de ces 3 épisodes caniculaires, des dépassements des seuils d'alerte biométéorologiques départementaux ont été observés alors même que les départements considérés étaient classés en niveau de vigilance verte ou jaune canicule (les niveaux de vigilance étant basés sur les prévisions météorologiques).

En région Paca, les 5 départements concernés par des dépassements des seuils biométéorologiques ont connus de 3 à 24 jours de canicule au cours de l'été 2022.

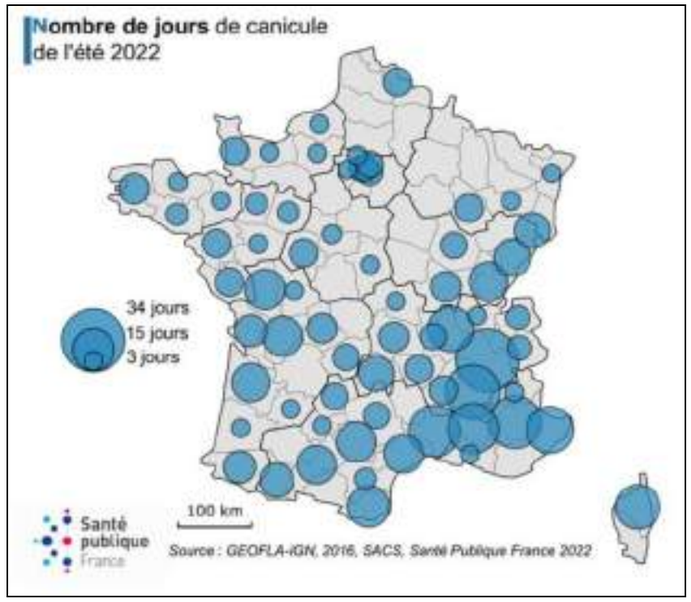


Figure 139 : Nombre de jours de canicule par département pendant l'été 2022 (source : Santé Publique France**)**

En région Sud PACA, du 1er juin au 15 septembre 2022, la chaleur a représenté 2 138 passages aux urgences (dont 1 471 suivis d'une hospitalisation, soit 69 %) et 467 actes SOS Médecins pour l'indicateur iCanicule.

Les 3 épisodes caniculaires concentraient, sur les périodes d'analyse retenues, 46,5 % des passages aux urgences (994), 44,7 % des hospitalisations après passages aux urgences (658) et 56,5 % des actes SOS Médecins (264) pour iCanicule observés sur la période du 1er juin au 15 septembre 2022 (figure suivante).

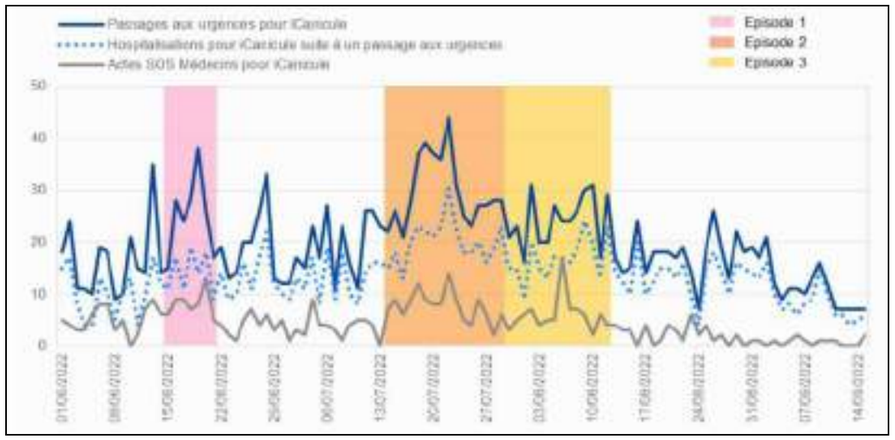


Figure 140 : Nombre quotidien de passages aux urgences, d'hospitalisations, d'actes SOS Médecins, pour iCanicule, PACA, du 1er juin au 15 septembre 2022 (source : Santé Publique France**)**

Sur l'ensemble des 3 épisodes caniculaires, les passages en structures d'urgences pour déshydratation et pour hyponatrémie constituaient les principaux passages pour iCanicule (42 % chacun) alors que 71 % des actes SOS Médecins pour iCanicule étaient des actes pour Hyperthermie/Coups de chaleur. Les passages en structures d'urgences pour iCanicule concernaient principalement des personnes de 75 ans et plus alors que les actes SOS Médecins en majorité les moins de 15 ans. Les passages aux urgences pour hyperthermies et coups de chaleur concernaient principalement les adultes de 15 à 74 ans (57 % des patients ayant consulté pour ces diagnostics), alors que les passages pour déshydratation et hyponatrémie étaient principalement observés chez les 75 ans et plus (respectivement 53 % et 70 % des patients ayant consulté pour ces diagnostics). Concernant SOS Médecins, les diagnostics de coup de chaleur étaient en majorité observés chez les moins de 15 ans (59 % des patients ayant consulté pour ces diagnostics) et les déshydratations chez les 75 ans et plus (67 %).

Les planches suivantes représentent la sévérité (cumul des valeurs maximales de dépassement des températures observées par rapport aux températures d'alerte sur la période de survenue) des vagues de chaleur et la surmortalité relative (% de décès en excès) par département pour les jours de dépassement des seuils d'alerte de l'été 2022.

Nota : Le département des Bouches-du-Rhône a présenté une sévérité très peu élevée de la chaleur et une surmortalité de 10 à 20 % pendant les canicules de l'été 2022.

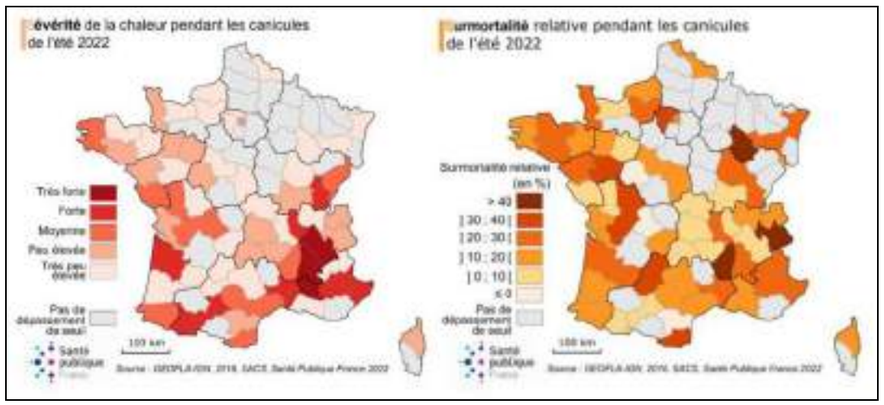


Figure 141 : Sévérité des vagues de chaleur et surmortalité relative (% de décès en excès) par département pour les jours de dépassement des seuils d'alerte de l'été 2022, France métropolitaine (source : Santé Publique France**)**

En France métropolitaine, au cours des périodes de dépassement effectif des seuils départementaux, 2 816 [1 989 : 3 502] décès en excès ont été estimés soit une surmortalité relative de +17 % [+11 % : +22 %].
Les 75 ans et plus représentent la grande majorité de ces décès en excès, associée à une forte surmortalité relative de +20 % (1 décès sur 6 est en excès). La surmortalité la plus importante a été observée pour la 2ème période caniculaire, durant le mois de juillet, qui a concerné les deux tiers de la population (+1 901 décès en excès, +23 %).
Dans le contexte épidémique actuel de circulation du SARS-CoV-2, d'une part le Covid-19 a pu augmenter la vulnérabilité à la chaleur pour certaines personnes, et d'autre part l'exposition à la chaleur a pu aggraver l'état de certains malades atteints par le Covid-19. Ainsi, pour les mêmes périodes et départements, 894 décès liés à l'épidémie de Covid-19 ont été enregistrés à l'hôpital et dans les établissements médico-sociaux. Ces décès concernaient également pour les trois quarts les personnes de 75 ans et plus.

Au cours de la période de l'été 2022 et dans les départements de la région sud PACA où des dépassements de seuils d'alerte météorologique ont été identifiés, 316 [276 : 353] décès en excès ont été observés, soit une surmortalité relative de +19 % [+16 % : +21 %]

(figure suivante). C'est au cours du second épisode que la surmortalité a été la plus élevée (256 décès, 81 % de l'ensemble des décès en excès) alors qu'aucun excès n'a été mesuré au cours du 1er épisode (-11 décès). Les 75 ans et plus ont représenté la majorité des décès en excès (305 décès) avec un impact relatif global de +26 % [+24 % : +28 %] estimé sur les 3 périodes caniculaires (respectivement -58 %, +38 % et +14 %). Douze décès en excès ont été observés chez les 15-74 ans (+2 %), uniquement lors du 2ème épisode. Aucun impact sur la mortalité n'a été mesuré chez les moins de 15 ans au cours de l'été 2022.

	Effectifs par période*						Ensemble des périodes			
	Nombre de décès (% relatif)						Nombre de décès		% Relatif	
	1re période (du 15 au 21 juin)		2ème période (du 14 au 29 juillet)		3ème période (du 30 juillet au 12 août)		Estimation	[min ; max]	Estimation	[min ; max]
Moins de 15 ans	0	-	-3	-49 %	2	+58 %	-2	[-5 ; +1]	-17%	[-57 % ; +6 %]
15-74 ans	1	+10 %	13	+4 %	-1	-1 %	12	[-29 ; +55]	+2%	[-6 % ; +11 %]
75 ans et plus	-12	-58 %	246	+38 %	71	+14 %	305	[+281 ; +331]	+26%	[+24 % ; +28 %]
Tous âges	-11	-37 %	256	+27 %	72	+10 %	316	[+278 ; +353]	+19%	[+16 % ; +21 %]

* Par période (1re période du 15 au 21 juin, 2ème période du 14 au 29 juillet, 3ème période du 30 juillet au 12 août), seules les estimations centrales sont fournies pour améliorer la lisibilité du tableau. Les impacts sont calculés pour chaque département et pour les jours où les seuils ont été effectivement dépassés dans ce département majorés de 3 jours pour prendre en compte les effets retardés.

Figure 142 : Mortalité en excès pendant les deux canicules, par âge, sur les périodes et les départements concernés par des dépassements des seuils d'alerte biométéorologiques, PACA, été 2022 (source : Santé Publique France ; données extrapolées**)**

Ces résultats sont variables suivant les départements dans lesquels des dépassements de seuils d'alerte météorologiques ont été observés :

- +158 décès [+153 ; +165] pour les Alpes-Maritimes (+20 % [+19 % ; +21 %]) ;
- +84 décès [+77 ; +98] pour le Vaucluse (+19 % [+17 % ; +21 %]) ;
- **+36 décès [+19 ; +41] pour les Bouches-du-Rhône (+12 % [+6 % ; +14 %])** ;
- +32 décès [+21 ; +43] pour les Alpes-de-Haute-Provence (+24 % [+16 % ; +33 %]) ;
- +6 décès [+6 ; +6] pour les Hautes-Alpes (+28 % [+26 % ; +29 %]).

Au niveau national, l'excès de mortalité observé pendant les canicules de 2022 est le plus important depuis 2003, bien qu'inférieur aux 14 800 décès observés cette année-là. Lors de la canicule de 2003, les températures moyennes journalières ont atteint 31°C au cœur de Nice, par exemple.

Chaque canicule présentant des caractéristiques propres, en termes de durée, d'intensité et de population exposée, la comparaison aux années précédentes est complexe. On note toutefois depuis 2015 que des canicules très étendues et atypiques, en termes d'intensité, de période et de zone de survenue, se traduisent toutes par une mortalité en excès conséquente.

Au niveau régional, l'excès de décès (en nombre de décès ou de surmortalité relative) pour les périodes caniculaires de l'été 2022 est le plus élevé estimé sur les 8 dernières années (le 2ème depuis 2003), précédant celui correspondant à l'été 2018 (figure suivante).

Saisons estivales	Caractéristique des canicules		Estimation moyenne de la surmortalité	
	Nombre de départements concernés*	Nombre de jours de canicule**	Excès de décès	Surmortalité relative (en%)
2022	5	3 à 24 jours	+316	+19 %
2021	3	3 à 5 jours	+117	+6 %
2020	2	7 à 8 jours	-9	-1 %
2019	6	7 à 17 jours	+102	+2 %
2018	5	5 à 12 jours	+275	+6 %
2017	5	3 à 6 jours	+124	+3 %
2016	0	-	-	-
2015	4	3 à 11 jours	+157	+6 %
...	...	...	...	...
2003	6	10 à 18 jours	+909	+21 %

* Département concernés par des dépassements des seuils d'alertes biométéorologiques
** Chaque période de canicule est définie à partir des seuils d'alertes biométéorologiques, et dure au moins 3 jours. Si deux canicules sont séparées par moins de 3 jours, elles sont reliées entre elles.

Figure 143 : Caractéristiques des précédentes vagues de chaleurs, Paca, étés 2003-2022 (source : Santé Publique France ; données extrapolées**)**

Selon les scénarios du GIEC [Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat] la hausse attendue des températures d'ici la fin du siècle pourrait atteindre 5,7°C en période estivale. Le nombre de jours chauds devrait également augmenter. Dans ce contexte, l'exposition aux épisodes de canicule pourrait croître de façon significative.

Au mois d'août 2022, 46 vagues de chaleurs sont recensées à l'échelle de la France depuis 1947 :

- 4 avant 1960 ;
- 4 épisodes entre 1960 et 1980 ;
- 9 épisodes entre 1980 et 2000 ;
- 29 épisodes depuis 2000.

La figure suivante fait état des vagues de chaleur en fonction de leur durée, en France entre l'année 1947 et 2022.

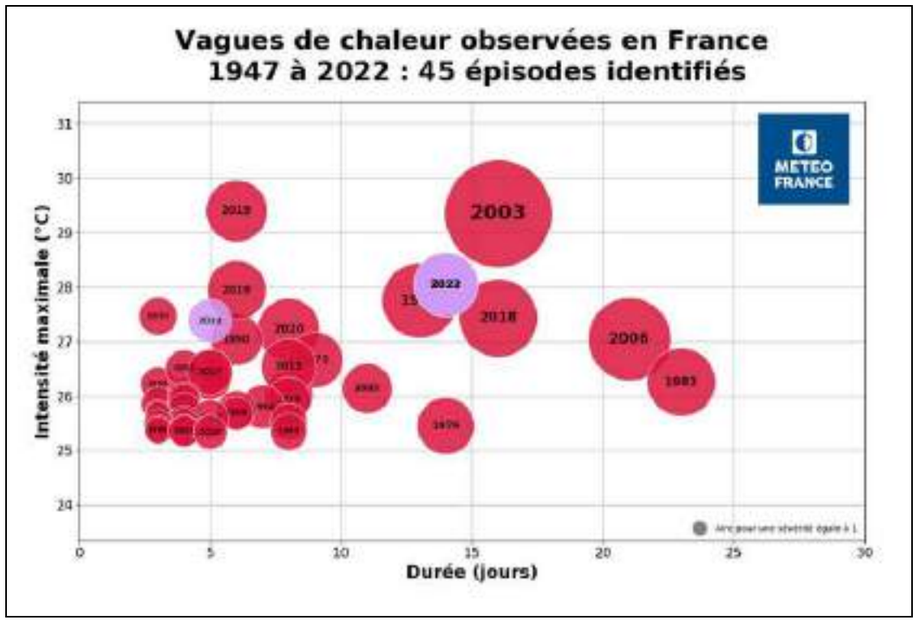


Figure 144 : Vagues de chaleur recensées en France sur la période 1947- juillet 2022 (source : météo France**)**

Il y a eu autant de vague de chaleur avant 2005 qu'entre 2005 et 2020. Depuis 2010, on dénombre 22 vagues de chaleur (seules les années 2014 et 2021 n'en ont pas subi).

Alors qu'on comptait en moyenne moins de 5 jours de vagues de chaleur[40] sur la période 1976-2005, sans politique climatique, on estime qu'il y a 3 chances sur 4[41] pour que ce nombre augmente au moins de 5 à 25 jours supplémentaires en fin de siècle selon les régions par rapport à la période 1976-2005 (figure suivante).
Le contrôle des émissions de gaz à effet de serre déterminera leur stabilisation dans la seconde moitié du XXIe siècle.
Ainsi, on estime aussi que ce nombre n'augmenterait que faiblement au cours de la deuxième moitié du XXIe siècle dans un scénario avec politique climatique qui conduirait à stabiliser le réchauffement climatique avant la fin du siècle.

[40] Les vagues de chaleur sont définies ici comme 5 jours consécutifs avec une température maximale supérieure de 5 degrés à la normale 1976-2005, selon le rapport sur les scénarios climatiques pour la France
[41] https://meteofrance.com/changement-climatique/observer/changement-climatique-et-vagues-de-chaleur

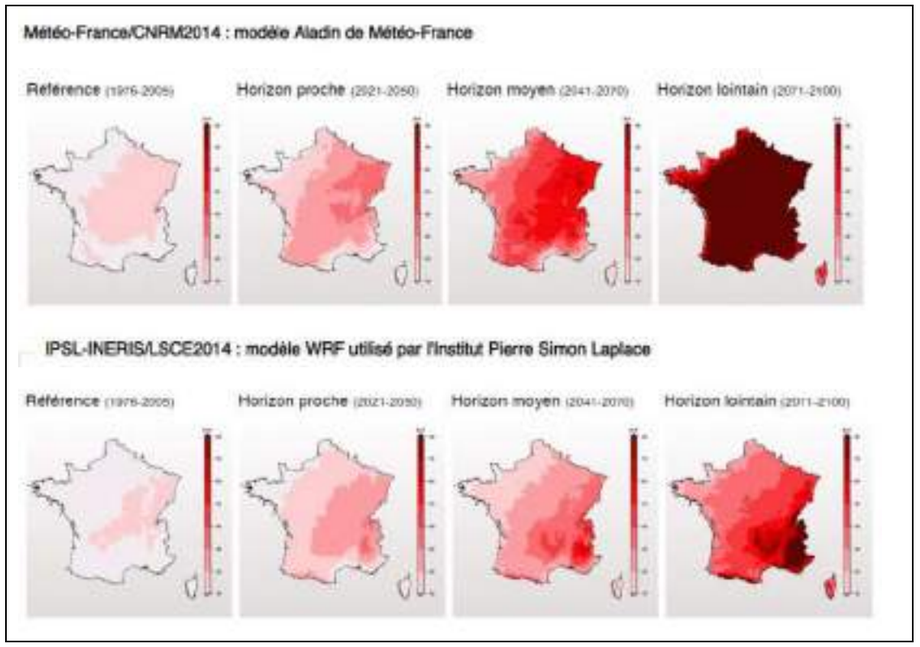


Figure 145 : Évolution du nombre de jours de vagues de chaleur en France par an selon le scénario RCP8.5 (sans politique climatique) et les modèles Aladin de Météo-France (en haut) et WRF de l'IPSL (en bas) ; échelle graduée de 10 à 80 jours (source : http://www.drias-climat.fr**)**

Au-delà de l'exposition aux épisodes de canicule, les aménagements urbains actuels favorisent le phénomène d'îlots de chaleur dans les zones urbaines et périurbaines, augmentant de ce fait la sensibilité des populations aux canicules**.**

La vulnérabilité actuelle de la population est forte. Cela s'explique par différents facteurs :

- **Démographique** : les personnes âgées étant les plus vulnérables ;
- **Sociale** : les personnes fragilisées sur le plan économique ou social (isolement, etc.) sont particulièrement sensibles ;
- **Économique** : la canicule a également un impact sur le rythme de vie et la santé au travail ;
- **Culturel** : la faible culture du risque « chaleur » (sauf régions du sud de la France) ;
- **Organisationnel** : l'accessibilité aux soins et la performance opérationnelle du plan canicule constituent un facteur de vulnérabilité non négligeable.

Le retour d'expérience de la canicule d'août 2003 a révélé cette forte vulnérabilité, comme en témoigne l'importance de son coût humain.

En sus de l'augmentation significative de l'exposition de l'Île-de-France aux canicules, un scénario plausible de l'augmentation de leur fréquence pourrait accroître la fragilité des populations et mettre à mal les systèmes de gestion de crise.

La vulnérabilité future, déjà forte aujourd'hui, dépendra de plusieurs facteurs, c'est-à-dire la capacité à :

- Réduire la fragilité des populations âgées et/ou dépendantes, dont le nombre augmentera significativement en Île-de-France (vieillissement de la population) dans un contexte de solidarité familiale incertain. Cette tendance lourde induit la nécessité d'augmenter l'offre d'aidants, aussi bien à domicile qu'en établissement, afin de répondre aux besoins des futures personnes dépendantes et de réduire leur faiblesse future ;
- Réduire l'augmentation tendancielle des inégalités sociales (notamment pour la population âgée de 60 ans ou plus) constitue un facteur non négligeable, notamment en matière d'accès à un logement adapté et de dépenses pour l'accès aux soins ;
- Adapter le rythme de travail lors des périodes de fortes chaleurs ;
- Maintenir la robustesse du système d'alerte et de gestion de crise, dans un contexte d'augmentation de la fréquence de ces épisodes, via la mise en place d'un système préventif performant en amont des crises pour éviter l'engorgement des services d'urgence ;
- Apporter des réponses en matière d'aménagement (qui dépend de la prise en compte du changement climatique dans les aménagements : bâti, présence de la nature en ville, inégalités territoriales, etc.).

Les épisodes caniculaires peuvent être accompagnés de pics de pollutions à l'ozone, dont l'impact sur la santé humaine se traduit par une infection des muqueuses respiratoires et oculaires, notamment chez les personnes fragiles (enfants en bas âge et personnes âgées).
Des liens entre la concentration en ozone et la surmortalité ont été établis : sur la période 1996-2003 en agrégeant les résultats obtenus pour 9 villes françaises, l'association correspond à une hausse de 1,01 % du risque de mortalité pour une augmentation de 10 µg/m^3 de la concentration en ozone. Cependant, sur la période de la canicule de 2003, les excès de mortalité attribués à la température ou à l'ozone sont très disparates selon les villes. De même, la contribution de l'ozone à cet excès varie très fortement, allant de moins de 3 % à Bordeaux, à plus de 85 % à Toulouse[42].
Néanmoins, les résultats confirment l'impact non négligeable sur la santé publique de la concentration d'ozone en zone urbaine.

[42] Relation entre température, ozone et mortalité dans neuf villes françaises pendant la vague de chaleur de 2003 – Analyse commentée de l'article paru dans Environ Health Perspect. 2006 ; 114 :1344-47

La vulnérabilité actuelle aux pics de pollution à l'ozone peut donc être qualifiée d'élevée en fonction des zones géographiques.
L'augmentation des températures moyennes estivales, de la fréquence et de l'intensité des canicules pourrait entraîner une augmentation de la pollution à l'ozone. Cependant, les politiques menées en matière de qualité de l'air permettent d'ores et déjà de réduire les émissions de polluants.
Le vieillissement de la population et l'augmentation possible des populations allergiques pourraient entraîner une augmentation du nombre de personnes exposées à cette pollution. Quoi qu'il en soit, il demeure complexe de prévoir l'évolution de la pollution atmosphérique future, ne serait-ce qu'au regard des politiques menées aujourd'hui quant à l'amélioration de la qualité de l'air et l'atténuation du changement climatique.

21.4. IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE ET DE LA POLLUTION ATMOSPHÉRIQUE SUR LES MALADIES ALLERGIQUES

Les allergies respiratoires se classent à la 4ème position des maladies chroniques à l'échelle mondiale. Parmi elles, les allergies aux pollens concernent 20 % des enfants à partir de 9 ans et 30 % des adultes[43]. Les habitants des zones urbaines y sont particulièrement sensibles.
Les chercheurs ont déjà pu observer des effets liés au réchauffement, tels qu'une augmentation de la période d'exposition aux pollens, liée à une pollinisation plus précoce pour certaines espèces, à un allongement de la période de pollinisation et à une modification de la répartition des végétaux sur le territoire. En outre, l'accentuation de la pollution atmosphérique stresse les plantes qui, en réaction, se mettent à produire davantage de pollens.
Les études épidémiologiques récentes laissent voir une augmentation de la fréquence de l'allergie pollinique, peut-être induite par la pollution atmosphérique. Le pollinose se développerait par augmentation de l'agressivité des pollens sous l'influence des polluants atmosphériques. La pollution agit de plus en plus sur les voies respiratoires en les fragilisant et en les rendant plus réceptives aux pollens.

[43] https://solidarites-sante.gouv.fr/sante-et-environnement/air-exterieur/pollens-et-allergies/article/effets-des-pollens-sur-la-sante#:~:text=L'exposition%20de%20la%20population,ann%C3%A9es%20dans%20les%20pays%20industrialis%C3%A9s.

La pollution atmosphérique stimule les effets des pollens :

- Elle rend les pollens plus allergènes
- La sensibilité des individus aux pollens augmente lors des épisodes de pollution
- Elle peut contribuer à l'accroissement de la période de pollinisation

À Aix-en-Provence, la saison pollinique 2022 s'est étalé de début janvier à mi-septembre (figure suivante).

Note : L'histogramme à gauche du calendrier permet de visualiser les proportions des pollens allergisants présents par rapport au total de tous les taxons polliniques confondus.

Figure 146 : Calendrier pollinique 2022 à Aix-en-Provence (source : RNSA / République Française / ARS**)**

Avec le changement climatique, la période de pollinisation pourrait s'allonger davantage.
La concentration atmosphérique en grains de pollen pourrait également s'accroître.
Les professionnels de santé s'attendent dès lors à une hausse du nombre de pathologies, sans qu'il soit possible d'en évaluer l'ampleur : l'Observatoire Régional de la Santé (ORS) porte actuellement un programme de recherche sur le sujet.

La vulnérabilité future des populations est susceptible d'évoluer à la hausse.
Cette vulnérabilité, en milieu urbain, sera notamment fonction du choix des espèces dans le cadre des politiques de végétalisation. L'enjeu majeur consiste à éviter l'aggravation des allergies vers des pathologies plus lourdes, comme l'asthme.

Le tableau immédiatement suivant rappelle les principaux pollens allergisants.

Tableau 74: Principaux pollens allergisants

Potentiel allergisant (0 = nul ; 5 = très fort)								
Arbres								
Cyprès	**Bouleau**	**Chêne**	**Charme**	**Frêne**	**Platane**	**Peuplier**	**Saule**	**Noisetier**
5	5	4	4	4	4	3	3	3
Hêtre	**Olivier**	**Tilleul**	**Aulne**	**Mûrier**	**Châtaignier**	**Orme**	**Pin**	
3	3	3	3	3	2	1	0	
Herbacées								
Graminées (1)	**Ambroisie**	**Armoise**	**Pariétaire**	**Chénopode**	**Plantain**	**Oseille**	**Ortie**	
5	5	4	4	3	3	2	1	

(1) phléole, ivraie, dactyle, paturin

Le Réseau National de Surveillance Aérobiologique (RNSA) fournit un guide de la végétation en ville afin de planter en se prévenant des risques allergiques et permettre une reconnaissance des espèces allergisantes[44].

21.5. IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LES MALADIES INFECTIEUSES ET VECTORIELLES

Toujours à cause du changement climatique, l'exposition aux risques sanitaires liés aux maladies infectieuses et vectorielles pourrait augmenter. Entre autres, l'augmentation des températures moyennes pourrait en effet créer des conditions favorables à leur implantation et/ou à leur développement.
Le développement de maladies infectieuses dans le cadre d'un évènement de crue extrême est aussi un risque à envisager. Pour ce qui concerne la vulnérabilité future à ces risques sanitaires, elle reste difficile à évaluer. Cela dépendra de plusieurs facteurs, notamment de la capacité régionale d'alerte et de gestion de crise dans le cas d'une épizootie/épidémie, ainsi que des moyens mis en œuvre pour contrôler le développement éventuel d'habitats favorables au développement ou à l'implantation des micro-organismes infectieux ou parasitaires.

Le changement climatique peut impacter la distribution de maladies infectieuses et vectorielles de diverses manières, notamment[45] :

- Directement, en termes de développement du vecteur et/ou du parasite ;
- Indirectement, en termes de distribution et d'abondance des vecteurs ;

[44] http://www.vegetation-en-ville.org/ (site du RNSA)
[45] Influence du réchauffement climatique sur la propagation des maladies vectorielles et de leurs vecteurs – Centre national d'expertise sur les vecteurs – 23 février 2016

- Indirectement, à travers des modifications d'ordre socio-économiques susceptibles de modifier le contact homme-vecteur ;
- Indirectement ; à travers la modification de la composition des espèces végétales (biotope) et animales (hôtes, réservoirs).

Par exemple : l'apparition d'*Aedes albopictus* (le 'moustique tigre') sur le territoire métropolitain depuis 2004 (liée à la densification des transport) qui sévit (au 1er janvier 2022) dans 67 des 96 départements métropolitains.

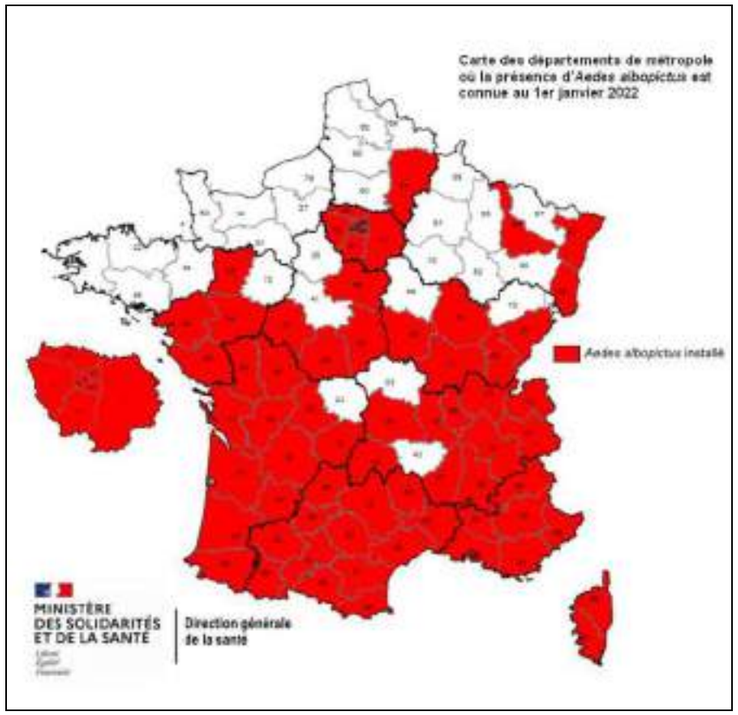


Figure 147 : Carte d'implantation du moustique tigre au 1er janvier 2022 en France métropolitaine

Le moustique tigre est essentiellement urbain. Son caractère anthropophile (qui aime les lieux habités par l'Homme) explique que, une fois installé dans une commune ou un département, il est pratiquement impossible de l'en déloger.

L'implantation du moustique *Aedes albopictus* n'est pas homogène pour chaque département. Fin 2021, l'implantation du moustique tigre a été constatée et confirmée sur 3 934 communes de métropole.

Aedes albopictus est installé durablement dans les Bouches-du-Rhône depuis 2010. Au 1er janvier 2022, plus de 40 % des communes du département sont colonisées et plus de 40 % de la population départementale habite dans des communes colonisées.

Ce moustique est un vecteur de maladies comme la dengue, le chikungunya, le Zika.
Les premiers cas de contamination autochtone des maladies portées par ce moustique en métropole sont apparus en 2010. Plus récemment, un autre type de moustique, très répandu, le *Culex pipiens,* a transmis un autre type de virus : le virus du Nil occidental (West Nile Virus).
Le nombre de cas autochtones certains ou probables est plutôt en augmentation (35 en 2018 ; 19 en 2017 pour 4 en 2010)[46]. Le changement climatique entre en jeu dans l'apparition des cas autochtones, et pas seulement pour des questions de température.
Ainsi, les onze cas autochtones de chikungunya de Montpellier seraient liés aux pluies exceptionnelles de 2014, qui ont provoqué la prolifération des insectes vecteurs de la maladie[47].

Année	Mois	Région	Département	Code dept.	Virus	Nb. Total de cas
2010	sept	PACA	Alpes-Maritimes	06	Dengue	2
2010	sept	PACA	Var	83	Chik.	2
2013	oct	PACA	Bouches-du-Rhône	13	Dengue	1
2014	août	PACA	Var	83	Dengue	1
2014	oct	PACA	Bouches-du-Rhône	13	Dengue	2
2014	sept	PACA	Var	83	Dengue	1
2014	oct	Occit.	Hérault	34	Chik.	12
2015	août	Occit.	Gard	30	Dengue	7
2017	août	PACA	Var	83	Chik.	17
2017	sept	PACA	Alpes-Maritimes	06	West-Nile	2
2018	juil	PACA	Alpes-Maritimes	06	West-Nile	22
2018	août	Occit.	Pyrénées orientales	66	West-Nile	1
2018	sept	PACA	Vaucluse	84	West-Nile	1
2018	août/sept	Corse	Corse du Sud	2A	West-Nile	2
2018	sept	PACA	Bouches-du-Rhône	13	West-Nile	1
2018	sept	Occit.	Gard	34	Dengue	1
2018	sept	Occit.	Hérault	34	Dengue	2
2018	oct	PACA	Alpes-Maritimes	06	Dengue 2	5

Figure 148 : Recensement des cas autochtones de maladies transmises par des vecteurs moustiques

[46]https://solidarites-sante.gouv.fr/sante-et-environnement/risques-microbiologiques-physiques-et-chimiques/especes-nuisibles-et-parasites/article/cartes-de-presence-du-moustique-tigre-aedes-albopictus-en-france-metropolitaine
[47] https://lejournal.cnrs.fr/articles/moustique-tigre-une-inquietante-invasion

En 2019, en France métropolitaine, 674 cas importés de dengue, 57 cas importés de chikungunya et 6 cas de Zika ont été déclarés. 12 cas autochtones ont été déclarés, 9 cas de dengue (Rhône et Alpes-Maritimes) et 3 cas de Zika (Var)[48].

En 2020, au 27 novembre, ont été confirmés 834 cas importés de dengue (dont 64 % avaient séjourné en Martinique et 23 % en Guadeloupe), 6 cas importé de chikungunya et 1 cas importé de Zika. Plusieurs épisodes localisés de transmission autochtone de dengue ont été identifiés : 13 cas confirmés au total, dont 7 dans les Alpes-Maritimes, 1 dans le Gard ou l'Hérault, 1 dans le Gard, 3 dans le Var, 1 dans l'Hérault[49].

Du 1er mai 2021 au 10 décembre 2021 ont été confirmés en France métropolitaine 164 cas importés de dengue, dont 105 en provenance de la Réunion, 144 cas ont été diagnostiqués dans des départements avec implantation documentée *d'Aedes albopictus* ; 3 cas importés de chikungunya et aucun cas importé de Zika. Un cas autochtone de dengue a été identifié dans le département du Var le 26/07/2021[50].

Du 1er mai au 18 novembre 2022, ont été identifiés en France métropolitaine : 241 cas importés de dengue ; 227 ont été diagnostiqués dans des départements avec implantation documentée d'*Aedes albopictus* ; 20 cas importés de chikungunya ; 3 cas importé de Zika.
Neuf foyers de transmission autochtone de dengue (comptabilisant au total 65 cas) ont été identifiés au 16 octobre 2022 : 1 cas dans les Pyrénées-Orientales, 4 cas dans les Hautes-Pyrénées, 6 cas en Haute-Garonne ; 1 cas dans le Tarn-et-Garonne, 7 cas dans le Var, 44 cas dans les Alpes-Maritimes et 2 cas en Corse[51].
Un cas autochtone d'infection par le virus Usutu a été confirmé en Nouvelle-Aquitaine.

La majorité des cas autochtones de maladies portées par ce moustique a été recensée sur le territoire de la région Sud PACA.

[48] https://solidarites-sante.gouv.fr/sante-et-environnement/risques-microbiologiques-physiques-et-chimiques/especes-nuisibles-et-parasites/moustiques
[49] https://www.santepubliquefrance.fr/maladies-et-traumatismes/maladies-a-transmission-vectorielle/chikungunya/articles/donnees-en-france-metropolitaine/chikungunya-dengue-et-zika-donnees-de-la-surveillance-renforcee-en-france-metropolitaine-en-2020
[50] https://www.santepubliquefrance.fr/maladies-et-traumatismes/maladies-a-transmission-vectorielle/chikungunya/articles/donnees-en-france-metropolitaine/chikungunya-dengue-et-zika-donnees-de-la-surveillance-renforcee-en-france-metropolitaine-en-2021
[51]https://www.santepubliquefrance.fr/maladies-et-traumatismes/maladies-a-transmission-vectorielle/chikungunya/articles/donnees-en-france-metropolitaine/chikungunya-dengue-et-zika-donnees-de-la-surveillance-renforcee-en-france-metropolitaine-en-2022

21.6. IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LES CONCENTRATIONS EN POLLUANTS ATMOSPHERIQUES

Le projet franco-italien CLIMAERA[52] (2017-2020) sur le territoire ALCOTRA (3 régions italiennes : Piémont, Ligurie, Vallée d'Aoste et 2 françaises : Auvergne-Rhône-Alpes et Provence-Alpes-Côte d'Azur) s'est intéressé à rechercher les meilleures solutions visant à améliorer la qualité de l'air tout en réduisant l'impact sur le changement climatique ainsi que les interactions entre le changement climatique et la pollution atmosphérique.

Les objectifs de ce projet sont les suivants :

- Évaluer la qualité de l'air entre plusieurs régions françaises et italiennes en tenant compte des changements climatiques
- Élaborer des préconisations pour diminuer les gaz à effet de serre et polluants, grâce à des scénarios d'émissions à l'horizon 2030 et 2050 et à une hiérarchisation des mesures à prendre en compte. Ces modélisations pourront aider les décideurs politiques de ces territoires à anticiper des actions adaptées (renouvellement des équipements de chauffage et du parc automobile, développement des transports collectifs…)
- Mieux comprendre les freins du grand public face aux changements des comportements et définir les messages et outils les plus adaptés pour y répondre

Les partenaires du projet, face à la thématique du changement climatique, ont fait appel au CMCC (Centre euro-Méditerranéen sur le Changement Climatique) pour modéliser à l'échelle du territoire ALCOTRA, l'évolution des paramètres météorologiques entre 2013, 2030 et 2050. L'étude du CMCC a mis en évidence un réchauffement global de ces régions pouvant aller jusqu'à +2°C en considérant un scénario d'évolution des émissions de gaz à effet de serre optimiste (RCP4.5). Les jours d'enneigement pourraient être réduits jusqu'à 25 jours par an dans le cas du scénario pessimiste sur l'ensemble de la zone alpine.

Ces jeux de données météorologiques ont ensuite permis de modéliser la qualité de l'air en considérant l'évolution des émissions de chaque région.

[52] Interreg Alcotra ; CLIMAERA ; Rapport final. https://www.climaera.eu/fr/resultats/rapports

Il découle de ce projet que la qualité de l'air en 2030 et 2050 devrait s'améliorer par rapport à 2013 avec l'introduction et la mise sur le marché de technologies innovantes et moins polluantes, permettant de réduire d'année en année le bilan des émissions de chaque secteur d'activité.

- L'impact du changement climatique a été abordé en comparant deux scénarios d'années météorologiques différentes, mais avec les mêmes émissions atmosphériques 2030 (un scénario « émissions 2030/météo 2013 » et un scénario « émissions 2030/météo 2030 »). La conclusion tirée est forte : la météorologie de 2030 aura pour effet d'augmenter sensiblement (jusqu'à +5 µg/m^3 sur la moyenne annuelle) les concentrations de particules, notamment sur la région Auvergne-Rhône-Alpes et le Piémont. Ce constat est alarmant car une évolution des gaz à effet de serre "optimiste" (RCP4.5) a été prise en compte pour les scénarios météorologiques. En effet, la hausse des particules serait encore plus importante, si l'évolution des gaz à effet de serre s'avérait moins favorable.

Face à ces résultats, un outil capable de trouver des solutions pour contrebalancer l'impact du changement climatique a été testé. L'outil RIAT+, logiciel développé dans le cadre d'un projet européen antérieur (Programme LIFE), hiérarchise les mesures les plus efficaces pour réduire les concentrations annuelles de particules fines PM10, PM2,5 et/ou de dioxyde d'azote NO_2. Il permet également de répondre aux attentes de collectivités et de décideurs. En effet, chaque action est associée à un coût en euro et à la réduction d'émissions de gaz à effet de serre. Il est possible de sélectionner les meilleures actions réduisant les émissions atmosphériques et de gaz à effet de serre et de visualiser le bénéfice sur la qualité de l'air en 2030. Le chauffage au bois résidentiel et le trafic routier sont visiblement les deux secteurs sur lesquels il convient d'agir pour améliorer au mieux la qualité de l'air dans la plupart des régions partenaires du projet.

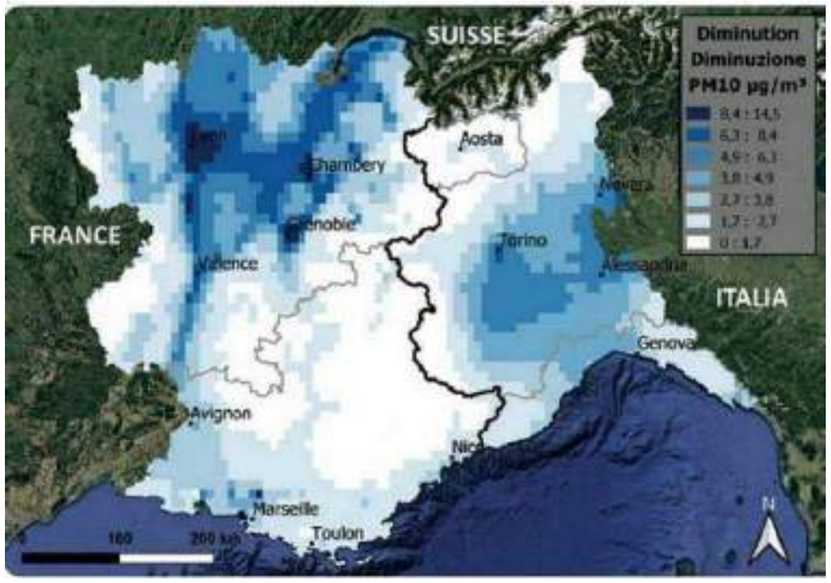


Figure 149 : Impact de la baisse des émissions anthropiques en 2030 sur les concentrations de PM10 par rapport à 2013 (scénario émissions 2030 - scénario émissions 2013) à météo 2013 constante (source : CLIMAERA**)**

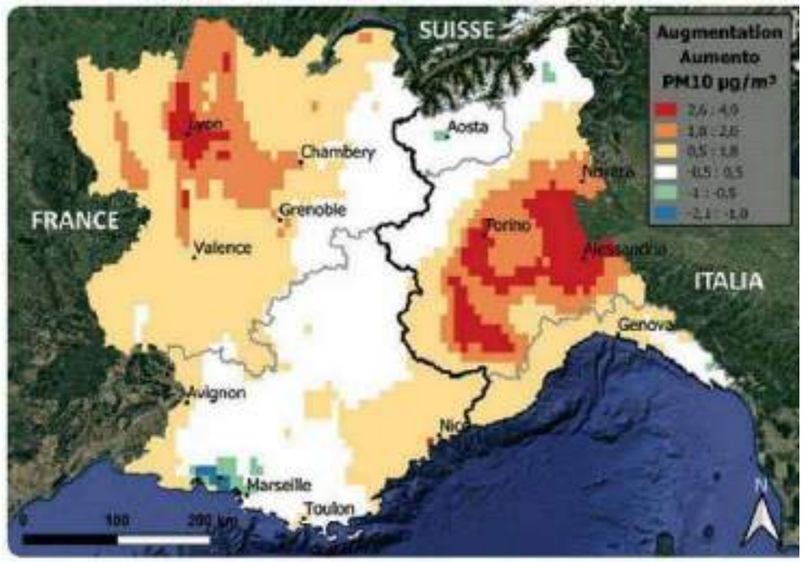


Figure 150 : Impact de la météo future 2030 sur les concentrations moyennes annuelles de PM10 par rapport à 2013 (scénario météo 2030 - scénario météo 2013) à émissions 2013 constantes (source : CLIMAERA**)**

22. EFFETS DE LA POLLUTION ATMOSPHÉRIQUE SUR LA FAUNE, LA FLORE, LE SOL ET LES BATIMENTS

22.1. EFFETS SUR LES SOLS

La pollution de l'air a deux effets sur les sols :

- La contamination des sols avec des substances potentiellement toxiques (les métaux lourds, par exemple) ;
- L'acidification des sols.

La contamination du sol est due à la présence de polluants qui ont été dispersés, puis déposés sur le sol.
Diverses études ont montré que les dépôts de métaux lourds sont plus importants à proximité de la route (5 m à 25 m) et sont approximativement divisés par deux à 100 m de la voie. Ces résultats ont été confirmés par d'autres études portant sur la contamination des végétaux implantés près des voies de circulation. Les résultats indiquent que la contamination en métaux lourds (plomb, cadmium et zinc) est plus importante à proximité de la route (de 0,5 à 10 m) et devient beaucoup plus faible à une distance de 20 m. (Ward, 1994 ; Ylaranta, 1994 ; Malbreil, 1997 ; Garcia & Milan, 1998).

Les principaux effets de l'acidification sur la flore sont dus au dépôt de substances acidifiantes comme, par exemple :

- Le dioxyde de soufre ;
- Les oxydes d'azote ;
- L'ammoniac.

Les effets de l'acidification varient géographiquement et dépendent d'une combinaison de deux facteurs : la quantité de dépôts (secs et humides) et la sensibilité naturelle du récepteur en question (sol et eau).
L'acidification réduit considérablement la fertilité des sols, en affectant essentiellement leur biologie, en décomposant les matières organiques et en provoquant la perte de substances nutritives. De plus, l'acidification des sols est un facteur déterminant de la libération de cations tels que le fer, l'aluminium, le calcium, le magnésium ou les métaux lourds (présents dans le sol en quantités significatives, mais de façon généralement très peu mobile). Cela a pour effet de réduire le pouvoir tampon des sols (par la décomposition des minéraux argileux) et, partant, de modifier leur capacité à neutraliser l'acidité.
Ce phénomène se produit notamment sur les sols dotés d'un faible pouvoir tampon et constitue un problème grave, car irréversible.

Enfin, l'acidification des sols est étroitement liée à l'acidification de l'eau, qui peut affecter la vie aquatique, les eaux souterraines et l'approvisionnement en eau potable qui y est lié.

22.2. EFFETS SUR LA VÉGÉTATION

La pollution atmosphérique gazeuse et particulaire affecte la végétation.
La pollution gazeuse pénètre dans les plantes par des orifices situés sur les feuilles, les stomates. La plante réagit en fermant ces stomates et en fabriquant des enzymes. L'absorption des polluants entraîne des perturbations au niveau d'un grand nombre de processus physiologiques cellulaires. La plante, pour faire face à ce stress extérieur, y remédie en mettant en place des processus de rétablissement. Si ces processus s'avèrent insuffisants pour réparer ou compenser les dysfonctionnements cellulaires, des dommages apparaissent sur la plante. À fortes doses, ces dommages peuvent être irréversibles et causer des mortalités cellulaires et l'apparition de nécroses foliaires.
La pollution particulaire se dépose sur les sols et est ensuite absorbée par les racines des plantes. Les polluants sous forme soluble sont les plus toxiques car ils sont assimilables par les plantes. Absorbés par les racines, ils peuvent ainsi s'accumuler dans la plante et contaminer la chaîne alimentaire.
Les possibilités d'accumulation des métaux dans les plantes varient en fonction de nombreux paramètres comme, par exemple les propriétés du sol (pH, composition), le type d'élément, le type d'espèce et le type d'organe considérés. Par ailleurs, l'observation de caractéristiques différentes de routes montre que la contamination des sols varie selon la géométrie de l'infrastructure (remblai, déblai) et les conditions climatiques locales.
Les polluants primaires sont peu phytotoxiques. Les effets sur les végétaux sont provoqués essentiellement par la transformation en polluants secondaires :

- Pluies acides ;
- Formation d'ozone beaucoup plus phytotoxique (périodes chaudes).

Les concentrations en polluants secondaires sont faibles en milieu urbain.
Ainsi, il y a peu d'effets sur la végétation.
En milieu interurbain, les polluants (principalement l'ozone, généré en milieu urbain) se répartissent sur de larges zones. Les concentrations, même à faible niveau, entraînent une réaction de défense des végétaux. Les exploitations agricoles et forestières en subissent directement les conséquences par une diminution de leur rendement.

Ozone (O_3)

L'ozone est un oxydant puissant, qui réagit directement avec les composés chimiques présents à la surface des cellules végétales (parois et membranes).

L'ozone peut entrainer des dégâts foliaires entrainant un vieillissement prématuré des feuilles, et donc une photosynthèse moins longtemps efficace, aboutissant à une diminution de la croissance et de la production des plantes. Cependant, l'impact sur le fonctionnement des plantes reste limité si juste une faible proportion de la surface des feuilles est endommagée.
L'ozone peut également avoir pour conséquence des perturbations du métabolisme sans dégâts apparents, mais qui conduisent à une diminution de la croissance ou de la productivité des cultures :

- Réduction de la photosynthèse ;
- Augmentation de la respiration : une partie des sucres élaborés par la photosynthèse est consommée par la respiration pour fournir l'énergie nécessaire à la réparation des tissus abîmés par l'ozone.

Particules en suspension (PM)

Les effets des poussières sur les écosystèmes sont encore assez peu connus.
Cependant, il est possible de citer plusieurs effets directs des particules sur la végétation :

- Blocage des échanges gazeux ;
- Dégradation ou abrasion de la cuticule ;
- Diminution de la photosynthèse ;
- Développement d'organismes pathogènes, comme les champignons.

Cela peut engendrer du stress sur les plantes, se traduisant par exemple par la multiplication des feuillaisons des arbres.
Les cultures maraîchères, fruitières et fourragères sont les plus exposées et présentent plus de risque de transfert vers l'animal et l'Homme. Par ailleurs, les céréales sont relativement protégées par leur enveloppe.
La majorité des poussières ne présente qu'une contamination de surface qui peut être diminuée par le lavage des aliments. Néanmoins, les particules peuvent également avoir une action sur le milieu, notamment par l'eau et le sol. Ainsi, certains polluants, comme les métaux lourds, peuvent être assimilés par les racines des plantes et transmis aux parties comestibles.
Au niveau physiologique, les métaux lourds peuvent être divisés en deux groupes :

- Les éléments nécessaires au métabolisme, qui peuvent devenir toxiques en excès (Le zinc, par exemple) ;
- Les éléments non nécessaires (comme le plomb ou le cadmium) qui sont toxiques même à de faibles concentrations.

Dioxyde d'azote (NO_2)

Le dioxyde d'azote présente également des effets sur divers écosystèmes.
Chaque écosystème possède des caractéristiques propres (notamment le type de sol) qui déterminent la vulnérabilité de ce dernier aux apports d'azote.
Dans les écosystèmes pauvres en élément nutritifs, l'apport d'azote modifie la compétition entre les espèces, au détriment des espèces adaptées aux substrats pauvres. D'importants changements sont ainsi observés dans la composition des espèces lorsque le milieu se sature peu à peu d'azote.
On peut également noter la modification du rapport partie 'aérienne'/partie 'racinaire' des plantes.
Les surfaces de captation des eaux (racines) diminuent par rapport aux surfaces de transpiration (feuilles). Cela entraîne une augmentation de la sensibilité à la sècheresse et au froid de la plante, avec par conséquent une réduction de la croissance de la plante (et par extension, une réduction de rendement s'il s'agit de plantes agricoles).

Impact de la pollution atmosphérique liée au trafic routier sur la végétation

Dans la réglementation française, deux polluants (en sus de l'ozone) ont un niveau critique mentionné pour la protection de la végétation.
Il s'agit des NOx avec un niveau critique à 30 µg/m³ (exprimé en équivalent NO_2) en moyenne annuelle et du SO_2 avec un niveau critique à 20 µg/m³ en moyenne annuelle et hivernale.

Les tableaux qui vont suivre présentent les résultats des modélisations pour l'ensemble des scénarios et horizons, concernant les polluants visés.

En ne considérant que les émissions liées au trafic routier du réseau d'étude :
-Pour **le SO_2**, quels que soient l'horizon et la situation, le niveau critique pour la protection de la végétation est respecté sur l'intégralité de la zone d'étude.
-Pour **les NOx** : en situation actuelle et aux horizons futurs 2028 et 2048 (à l'exception de la situation sans projet 2048), les teneurs dépassent le niveau critique pour la protection de la végétation entre les concentrations maximales et les centiles 90 calculés sur la zone d'étude. À l'horizon futur 2048 (sans projet), les concentrations en NOx respecte le seuil critique pour la protection de la végétation sur l'intégralité de la zone d'étude.

Tableau 75 : Résultats des modélisations pour les oxydes d'azote – moyenne annuelle

NOx (µg/m³) Moyenne annuelle en équivalent NO_2	Niveau critique pour la protection de la végétation			30 µg/m³ en moyenne annuelle	
	2023 Actuel	2028 Sans Projet	2028 Avec projet	2048 Sans Projet	2048 Avec projet
ZONE ETUDE - MAX	76,90	57,57	60,14	29,83	30,75
CENTILE 90	7,74	5,71	6,62	2,73	2,96
CENTILE 80	3,71	2,76	2,96	1,31	1,41
CENTILE 70	2,08	1,54	1,67	0,75	0,81
CENTILE 60	0,92	0,68	0,71	0,33	0,34
CENTILE 50	0,40	0,30	0,31	0,14	0,15
CENTILE 40	0,16	0,12	0,13	0,06	0,06
CENTILE 30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Nota Bene	*Ces résultats considèrent uniquement l'effet des émissions des brins routiers dont les trafics ont été fournis*				

Niveau critique dépassé Niveau critique respecté

Tableau 76 : Résultats des modélisations pour le dioxyde de soufre – moyenne annuelle

SO_2 (µg/m³) Moyenne annuelle	Niveau critique pour la protection de la végétation			20 µg/m³ en moyenne annuelle et hivernale	
	2023 Actuel	2028 Sans Projet	2028 Avec projet	2048 Sans Projet	2048 Avec projet
ZONE ETUDE - MAX	0,41	0,46	0,48	0,71	0,73
CENTILE 90	0,04	0,05	0,05	0,07	0,08
CENTILE 80	0,02	0,02	0,02	0,03	0,04
CENTILE 70	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02
CENTILE 60	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01
CENTILE 50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Nota Bene	*Ces résultats considèrent uniquement l'effet des émissions des brins routiers dont les trafics ont été fournis*				

Niveau critique dépassé Niveau critique respecté

22.3. EFFETS SUR LA FAUNE

Les animaux, ou la faune, ne sont pas immunisés contre l'effet de la pollution atmosphérique. Les polluants préoccupants comprennent les pluies acides, les métaux lourds, les polluants organiques persistants (POP) et d'autres substances toxiques. (Source : gouvernement Canada).

Pour mieux comprendre cet effet, il est important de se rappeler que les animaux comprennent une grande variété d'espèces, comme les insectes, les vers, les mollusques, les poissons, les oiseaux et les mammifères, dont chacune interagit différemment avec son milieu. Par conséquent, l'exposition et la vulnérabilité de chaque animal aux effets de la pollution atmosphérique peuvent aussi être différentes.

La pollution atmosphérique peut être préjudiciable à la faune de deux principales façons. Elle :

- Détériore la qualité de l'environnement ou de l'habitat où les animaux vivent
- Diminue la disponibilité et la qualité de l'approvisionnement alimentaire

❖ **Effets de la pollution atmosphérique sur la qualité de l'habitat**

Les animaux vivent sur et dans le sol aussi bien que dans l'eau. Ils doivent aussi respirer de l'air en utilisant des poumons, des ouïes ou une autre forme d'échange gazeux, comme la diffusion passive à travers la surface de la peau. Toutes ces conditions influent sur la vulnérabilité d'un animal aux effets de la pollution atmosphérique.

Les pluies acides peuvent modifier la composition chimique et la qualité du sol et de l'eau. Par exemple, les plans d'eau peuvent devenir trop acides pour que certains animaux puissent y survivre ou avoir des fonctions physiologiques normales. Les pluies acides peuvent aussi accroître la lixiviation des métaux lourds présents dans le sol, comme l'aluminium, dans les habitats aquatiques, ce qui augmente la disponibilité dans la colonne d'eau des métaux lourds comme l'aluminium et le mercure, qui sont très toxiques pour de nombreux animaux, y compris les poissons.

Certains métaux lourds, comme le mercure, peuvent être transportés dans l'atmosphère très loin de leurs sources d'émission.

Bien qu'elles ne soient pas aussi bien connues, d'autres formes de pollution atmosphérique, comme le Smog, les particules et l'ozone troposphérique, détériorent la santé de la faune de la même façon que la santé humaine, et produisent des effets sur les poumons et le système cardiovasculaire.

❖ **Effets de la pollution atmosphérique sur l'approvisionnement et la qualité alimentaires**

Bon nombre de métaux lourds, de substances toxiques, de polluants organiques persistants (POP) et d'autres polluants atmosphériques sont nocifs pour la faune en entrant dans la chaîne trophique et en influant sur l'approvisionnement et la qualité alimentaires.

Une fois consommés, bon nombre de ces polluants s'accumulent et s'emmagasinent dans les tissus des animaux. Lorsque les animaux sont mangés par d'autres animaux de la chaîne trophique, ces polluants continuent de s'accumuler et d'accroître leur concentration. Ce processus est appelé la bioaccumulation. Les prédateurs du haut de la chaîne, comme les

ours et les aigles entre autres, sont particulièrement vulnérables à la bioaccumulation de ces types de polluants atmosphériques.

Par exemple, le mercure est tellement préoccupant qu'il est recommandé de réduire la fréquence à laquelle nous mangeons certains types de poissons en raison de la quantité de ce métal lourd qui peut se retrouver dans leur chair.

Ces polluants atmosphériques peuvent être toxiques pour les animaux en perturbant leur fonction endocrinienne, en endommageant leurs organes, en accroissant leur vulnérabilité au stress et à la maladie, en diminuant leur chance de reproduction et en causant éventuellement leur mort.

Les changements dans l'abondance d'une espèce, causés par la pollution atmosphérique peuvent grandement influer sur l'abondance et la santé des espèces dépendantes. Par exemple, la perte de certaines espèces de poissons due à l'augmentation des concentrations d'aluminium peut permettre aux populations d'insectes de s'accroître, ce qui peut être avantageux pour certains types de canards qui se nourrissent d'insectes, mais cette perte peut être préjudiciable aux aigles, aux balbuzards pêcheurs et à bon nombre d'autres animaux qui comptent sur le poisson pour s'alimenter.

Il s'avère très complexe de bien comprendre et déterminer dans quelle mesure et de quelle façon ces changements toucheront d'autres espèces de l'écosystème.

❖ **En bref**

La pollution de l'air affecte également la faune : déclin de certaines populations pollinisatrices, difficultés de certaines espèces à se reproduire ou à se nourrir.
Elle modifie la physiologie des organismes, l'anatomie et les caractéristiques du biotope et des populations.

22.4. EFFETS SUR LES BÂTIMENTS

Depuis plus de deux siècles, le grand développement des industries, des transports et du chauffage a entraîné d'importantes émissions dans l'atmosphère de composés soufrés, azotés et carbonés. Ces composés sont soit gazeux (SO_2, NOx, CO, CO_2 ...), soit particulaires (cendres volantes et suies). Soumis au fil des ans à leur action, les matériaux des façades, essentiellement la pierre, le ciment et le verre, se détériorent. (Source : Airparif)

L'observation d'un bâtiment ou d'une statue révèle l'ampleur de cette dégradation physique et esthétique attribuée au dépôt et à l'accrochage de poussières noirâtres. Ainsi, sur une même façade, coexistent des zones sombres et des zones claires. Les premières, abritées de la pluie, sont couvertes d'une fine pellicule de suies associées à une faible quantité de sulfates et de carbonates. A l'inverse, les zones claires, frappées par la pluie ou parcourues par des ruissellements d'eau, offrent l'aspect d'un matériau nu, lavé ou même érodé : les particules déposées entre deux pluies ont été évacuées, ainsi que les sulfates et les carbonates qui auraient pu se former. Si les zones sombres sont anciennes et n'ont pas été nettoyées depuis quelques décennies, elles comportent non pas des pellicules fines mais des croûtes noires épaisses très sulfatées et contenant des cendres volantes. Ces croûtes épaisses se sont formées à une époque où la pollution par le dioxyde de soufre était importante.
La répartition de ces zones sombres et claires sur une même façade répond à une logique simple : les parties hautes du bâtiment, plus fréquemment atteintes par la pluie, comportent une majorité de zones claires, tandis que ses parties basses, soumises plus directement aux émissions du trafic automobile, comportent une majorité de zones sombres. Vers la base des murs, le jeu croisé de la pollution atmosphérique, de la pluie, des remontées à partir du sol d'eau chargée de sels, et la plus ou moins grande fragilité de la pierre liée à sa composition et à sa porosité, amène la formation d'un puzzle de petites taches noires, grises et blanches dues au détachement périodique de petites écailles aux contours sinueux.

La surface de tous les matériaux peut se couvrir de suies noires : pierre, plâtre, ciment, béton, verre, vitrail, brique, céramique, bois, plastique, métaux... mais seuls ceux qui comportent des carbonates peuvent se sulfater en profondeur car le SO_2 les transforme facilement : c'est le cas des calcaires et des grès calcareux.

Le verre des fenêtres et des façades de beaucoup de grands immeubles contemporains est chimiquement stable du fait de sa composition (silicium, calcium et sodium) : la pluie, même acide, l'altère très peu en profondeur. En revanche, sur les zones qu'elle lave, elle laisse des traces blanchâtres ou grisâtres qui le rendent flou ; sur les zones qu'elle n'atteint pas, des dépôts de suies noires se développeraient rapidement si des nettoyages réguliers ne les empêchaient de se former.

Le cas des vitraux anciens est plus préoccupant : de composition différente de celle des vitres modernes (silicium, calcium et potassium), ils sont facilement attaqués chimiquement par la pluie, jusqu'à être profondément corrodés, voire troués. Dans les zones situées à l'abri de la pluie, des dépôts de suies noires se forment et demeurent en place, car on ne nettoie pas régulièrement les vitraux, sauf lors de grandes campagnes de restauration, rares et très coûteuses.

23. MESURES D'ÉVITEMENT, DE RÉDUCTION ET DE COMPENSATION DES IMPACTS

Concernant les secteurs résidentiel et tertiaire, la construction de bâtiments économes en énergie permet de minimiser les émissions par une moindre consommation. De plus, les modes de chauffage et de production d'eau chaude fonctionnant sans combustion permettent de réduire considérablement les émissions atmosphériques locales.

La **pollution atmosphérique** dans le domaine **des transports** est une nuisance pour laquelle **il n'existe pas de mesures compensatoires quantifiables**. Cependant, pour le transport routier, les améliorations des motorisations et des systèmes épuratifs, la généralisation de la norme Euro 6 (voire 7 dans quelques années) associée au renouvellement du parc roulant vont permettre une diminution des émissions, et donc une amélioration de la qualité de l'air.

Concernant les horizons à long terme (postérieurs à 2030), il est vraisemblable d'envisager que les émissions de polluants atmosphériques liées au transport puissent baisser de manière encore plus importante en fonction de plusieurs leviers tels que :

- L'évolution de la législation sur les transports : vote du 08 juin 2022 du Parlement européen interdisant les ventes de véhicules à énergies fossiles carbonée à l'horizon 2035 (sachant qu'en 2018 ces derniers représentent encore 93 % des ventes[53] de véhicules neufs) ou encore le développement des zones environnementales type ZFE (Zones à Faibles Émissions) imposant des restrictions de circulation pour certains véhicules.
- L'innovation sur de nouveaux modes de transport : de nombreux projets ou déploiements de technologies déjà existantes voient le jour, que ce soit pour le transport individuel ou collectif, afin de renouveler et révolutionner les mobilités dans le futur. Il est possible de citer :
  - Le déploiement des véhicules électriques à batteries ou à pile à combustibles (hydrogène) et les projets de logistique du dernier kilomètre avec le projet ESPRIT (quadricycles électriques en autopartage emboitables et attelables pour former des trains routiers).
  - Les trains à sustentation magnétique tels que le Transrapid de Shanghai, le Linimo au Japon déjà en circulation.
  - Les capsules taxi autonomes à sustentation magnétique telles que le projet SkyTran.
  - Des capsules suspendues sur rails à propulsion humaine (par pédaliers) telles que le projet Shweeb.
  - Les « vactrain » tel que Hyperloop ou Transpod fonctionnant sur coussin d'air dans des tubes sous pression réduite : de nombreux projets ont été imaginés en France. Des projets similaires existent également pour le transport de marchandises en souterrain.
  - Les téléphériques urbains à vocation de transport en commun et non juste de desserte de sites touristiques, tels que Métrocable à Medellín, le téléphérique de Brest (800 000 personnes par an) déjà en fonctionnement. Des projets sont à l'étude en France notamment en région parisienne. À Toulouse, le chantier a commencé, la mise en service est prévue pour fin 2020. Ce métrocable comportera 3 stations et desservira en 10 min un trajet nécessitant 40 min de voiture. Le projet de l'agglomération de Grenoble a été validé le 20 février 2020 et verra le jour en 2023. Ce téléphérique urbain reliera les communes de Fontaine et de Saint-Martin-le-Vinoux en survolant la rivière du Drac et l'autoroute A80.
  - Le développement des transports individuels en free-floating (vélos, trottinettes).
  - Concernant le transport maritime, des projets de bateaux au GPL et force des vents (coque ou voile gigantesque) ou encore solaires voient le jour tels que Vindskip, Efuture 13000C, Skysails.
  - Le transport aérien voit des projets d'avions modulables avec Clip-Air ou d'avion solaire (Solar Impulse), des projets reprenant le principe du dirigeable tels que SolarShip, Aeros.
  - Les projets d'hoverboard (skate en lévitation) utilisant le principe de supraconductivité tels que Magsurf ou Slide.
- L'évolution des pratiques personnelles de transport :
  - Déploiement des véhicules gyroscopiques roulant électriques monoplace (gyropode, gyroroue, gyroskate).
  - L'augmentation de la part modale du vélo (électrique ou non) en zone urbaine, la part modale augmentant de l'ordre de 10 % à 35 % par an dans les grandes villes françaises (source : ADEME).
  - L'utilisation importante du free-floating.

À l'égard de l'ensemble de ces projets, déjà en service ou en développement, visant la réduction du transport routier individuel, il est plausible d'envisager que dans le futur long terme, la mobilité telle que nous la connaissons aujourd'hui soit révolutionnée et que les émissions polluantes liées à la combustion des véhicules thermiques diminuent fortement et plus drastiquement que dans les perspectives actuelles.

En tout état de cause, plusieurs types de mesures peuvent être mis en place afin de minimiser l'exposition des populations à la pollution atmosphérique.

[53] http://carlabelling.ademe.fr/chiffrescles/r/venteParTypeEnergie

23.1. MESURES D'EVITEMENT

Concernant la qualité de l'air, l'évitement est le premier levier dont disposent les élus et les décideurs.
Cela consiste à ne pas exposer de nouvelles personnes dans les zones où la qualité de l'air est déjà dégradée ou à proximité immédiate d'une source d'émission, ou de ne pas construire de nouveaux équipements, sources d'émission de polluants, à proximité immédiate de zones habitées ou sensibles.

23.2. MESURES DE REDUCTION

Lorsque les mesures d'évitement ne peuvent être instaurées, il est alors nécessaire de faire appel à des mesures de réduction afin de limiter au maximum les situations à risque pour les populations.

- **Éloignement**

L'éloignement consiste à installer les populations à distance des sources d'émissions, et particulièrement les populations sensibles pour réduire autant que possible leur exposition aux polluants atmosphériques.
Les sources routières doivent faire l'objet d'une attention particulière, car elles représentent une part importante des émissions de polluants (en moyenne en France, plus de 55 % pour le dioxyde d'azote et entre 15 et 20 % pour les PM10 et PM2,5).
Les mesures d'éloignement vis-à-vis des sources routières peuvent être mises en œuvre en imposant, par exemple, un retrait des constructions par rapport à la voie. Un foncier suffisant est alors nécessaire, mais le gain attendu, en termes d'exposition des personnes, peut rapidement se montrer important.

- **Adaptation de la morphologie urbaine**

Lorsque les mesures d'éloignement ne peuvent être mises en place de manière satisfaisante (espace urbain trop contraint, peu de disponibilité foncière, etc.), il est possible d'agir sur la morphologie urbaine, l'objectif étant de modifier les conditions d'écoulement des masses d'air afin de, soit :

- Favoriser la dispersion des polluants et éviter l'accumulation de polluants, responsable de l'augmentation des concentrations ;
- Limiter la dispersion (utilisation d'obstacles), afin que les zones à enjeux ou sensibles soient protégées des sources d'émission.

- **Recommandations constructives sur les bâtiments et gestion du bâtiment au quotidien**

Le recours aux recommandations constructives peut être systématique, mais doit plutôt s'envisager comme intervenant en complément des autres mesures, ou bien lorsque celles-ci ne sont pas suffisantes pour réduire l'exposition à la pollution des populations ou encore impossibles à mettre en place. Elles visent essentiellement à limiter les transferts de polluants de l'extérieur vers l'intérieur.

Afin de réduire la pénétration de la pollution provenant de l'extérieur, plusieurs recommandations peuvent être faites sur :

- Le positionnement et l'implantation des ouvrants : dans la mesure du possible, il faut privilégier le positionnement des pièces de vie, comportant des ouvertures généralement plus larges sur cour, et les pièces de service (buanderie, salle de bain) sur la façade côté voirie. Dans la pratique, ces recommandations sont complexes à mettre en œuvre, car elles peuvent aller à l'encontre de la RE2020 qui impose de concevoir des bâtiments bioclimatiques, privilégiant les apports solaires.
- Le positionnement des bouches de prise d'air neuf : les règles de l'art applicables aux installations de ventilation mécanique contrôlée du secteur résidentiel sont exposées dans le document technique unifié NF-DTU 68.3 qui fournit l'ensemble des règles de conception et de dimensionnement du système, ainsi que les prescriptions de mise en œuvre et d'exécution de l'installation. De manière générale, on privilégiera le positionnement des bouches de prise d'air neuf sur le côté le moins exposé du bâtiment, loin des bouches d'air vicié, de parkings ou de garages ou d'une cheminée.
- La ventilation : mise en place d'une VMC (ventilation mécanique contrôlée) double flux comprenant une filtration de l'air entrant. Deux types de filtres sont généralement installés : un filtre gravimétrique, retenant les pollens et un filtre retenant les poussières fines (taux d'abattement allant jusqu'à 30 % selon les filtres). Ces filtres doivent être changés très régulièrement pour maintenir l'efficacité du système, 1 fois par an pour les pollens (après la saison pollinique) et 1 à 2 fois par an pour les particules fines. Cependant, en fonction de la performance des filtres et de la localisation géographique (à proximité immédiate de routes très circulées), ces derniers peuvent vite s'encrasser et doivent être changés à une fréquence plus élevée (tous les 2 à 3 mois). Au-delà du changement de filtre, une VMC double flux demande un entretien régulier pour éviter qu'elle ne s'encrasse et qu'elle ne perde en efficacité (nettoyage des bouches d'extraction, dépoussiérage des bouches de soufflage tous les trois mois, et entretien complet tous les trois ans par un professionnel). Les systèmes VMC double flux sont intrinsèquement très efficaces. Cependant la qualité des installations est encore trop souvent négligée et le changement des filtres peut s'avérer délicat, voire impossible. La mise en œuvre de ces systèmes devrait judicieusement être anticipée dès la conception des bâtiments, pour permettre leur bon entretien.

23.3. AMÉNAGEMENTS DU TERRITOIRE

Les aménagements du territoire agissent non pas sur les émissions mais sur l'exposition des populations. Par exemple, les activités polluantes, et aussi les aménagements générant un trafic important (centres commerciaux, pôles tertiaires, centres de loisirs…) seront installés de préférence loin des populations et des équipements accueillant un public vulnérable.

À l'échelle d'un aménagement, plusieurs paramètres exercent une influence sur l'exposition des populations et sur la dispersion des polluants :

- La présence d'obstacles verticaux obstrue les flux d'air, mais peut aussi être mise à profit *via* des bâtiments « masques », par exemple, pour protéger des espaces vulnérables et/ou sensibles de voies au trafic soutenu.
- La présence d'obstacles horizontaux influence fortement la vitesse du vent en fonction des inégalités de hauteur de la canopée urbaine.
- Les configurations « en canyon » bloquent le flux d'air et limitent la ventilation.
- La complexité des rues et leur obstruction (rapport entre l'écartement des immeubles et leur hauteur) sont des facteurs aggravants.

Les espaces ouverts (Nature en ville, parcs, jardins, voire espaces agricoles et naturels) permettent la circulation de l'air et la dispersion des polluants, contrairement à des bâtiments accolés les uns aux autres.

Ils peuvent aussi représenter un potentiel de fixation des polluants atmosphériques. L'impact sur la fixation ou la dispersion des polluants diffère selon les types de végétalisation et selon les espèces végétales et sont à considérer dans le choix des espèces :

- Les toitures végétales captent les particules fines.
- Les parcs et forêts urbains contribuent à la réduction des particules en suspension et autres polluants (dioxyde de soufre, dioxyde d'azote…). Selon les travaux conduits au sein du Laboratoire Image-Ville-Environnement de l'Université de Strasbourg, la végétation permet une réduction des niveaux de concentrations de l'ordre de 0,4 % pour le NO_2 et de 1 % pour les PM10.
- La végétation en bordure de route capte une partie des émissions liées à la circulation routière.
- Les alignements d'arbres ont une capacité de captation mais limitent la ventilation des rues et la dispersion des polluants (notamment dans les rues « canyons » et/ou si le ratio entre le volume des arbres et le volume total de la rue est trop élevé).
- En revanche, certaines espèces sont émettrices de polluants (composés organiques volatils) ou allergisantes ; cela est à prendre en considération dans le choix des espèces.

23.4. LUTTE CONTRE LES ÎLOTS DE CHALEUR URBAINS

Avec le réchauffement climatique, les vagues de chaleur devraient s'intensifier significativement en Europe dans les décennies à venir. Pour contrecarrer le phénomène des îlots de chaleur urbains, plusieurs solutions sont envisagées : de l'aménagement des espaces verts à l'arrosage des chaussées, en passant par la mise en œuvre de revêtements adaptés.

En effet, augmenter la couverture végétale au sol permet de rafraîchir plus efficacement les rues. Cet effet de rafraîchissement est d'autant plus efficace que la surface végétalisée est importante et que la proportion d'arbres est élevée. Selon les stratégies, on peut obtenir une baisse de 0,5°C à 2°C. La combinaison de végétation maximale permet d'atteindre jusqu'à -3°C localement[54].

Des solutions alternatives, telles l'emploi d'enrobés rafraîchissants sont en cours d'étude.

[54] Modélisation de la végétation urbaine et stratégies d'adaptation pour l'amélioration du confort climatique et de la demande énergétique en ville, C. De Munck, 2013.

Conclusion – Analyse des Impacts

24. CONCLUSION DE L'ANALYSE DES IMPACTS

Ce chapitre a traité l'analyse des impacts relative au projet d'aménagement « pont de l'Auture », sur le territoire de la commune de Sénas (Bouches-du-Rhône/13).

L'analyse des impacts a été conduite en prenant pour cadre la Note technique NOR : TRET1833075N du 22 février 2019 relative à la prise en compte des effets sur la santé de la pollution de l'air dans les études d'impact des infrastructures routières, en l'adaptant au contexte d'aménagement urbain.

5 établissements vulnérables à la pollution atmosphérique (écoles et EHPAD) sont recensés en l'état actuel sur la zone d'étude.
La programmation inclut exclusivement des logements.

Le projet d'aménagement va générer des émissions atmosphériques lors des phases :

- Chantier ;
- Exploitation.

Les bâtiments créés respecteront *a minima* la RT2012 voire la RE2020 (applicable à partir de *janvier 2022* pour les bâtiments à usage d'habitation et de *juillet 2022* pour les bâtiments à usage de bureaux et d'enseignement primaire et secondaire ; pour les autres constructions de bâtiments, le décret contient de manière inchangée les exigences de la réglementation thermique 2012. Un futur décret introduira les exigences de la RE2020 pour ces bâtiments) dont le principal objectif est de ramener la performance énergétique de tous les bâtiments construits « après 2020 » à énergie positive. Ainsi, les émissions polluantes liées aux bâtis devraient être restreintes.
Les émissions liées au bâti s'avèreront ainsi minimes, comparé aux autres sources d'émissions déjà présentes, en particulier la circulation automobile.

La réalisation du projet d'aménagement va induire une hausse globale des trafics sur le réseau d'étude, en moyenne journalière annuelle, comparativement aux trafics en situations actuelle 2023 et 'Fil de l'eau' (2028 et 2048). Pour mémoire, au niveau des lieux vulnérables et de l'emprise projet, les concentrations calculées, en ne considérant que les émissions des brins du réseau d'étude, aux horizons futurs 2028 et 2048 (situation 'Fil de l'eau' et 'Projet') sont inférieures aux normes règlementaires pour les polluants faisant précisément l'objet d'une règlementation, et cela, même en les cumulant aux concentrations de fond (moyennes annuelles 2022) relevées au niveau de la station AtmoSud la plus proche du projet.

Aux horizons futurs 2028 et 2048, les teneurs maximales modélisées sur la zone d'étude diminuent pour les principaux polluants émis à l'échappement par rapport à la situation actuelle 2023 (sauf SO_2 - pour lequel les concentrations maximales augmentent). Le dioxyde d'azote diminue légèrement pour l'horizon 2028 et diminue pour l'horizon 2048.
Cela étant corrélé avec les **améliorations des motorisations et des systèmes épuratifs,** ainsi qu'à l'**application des normes Euro** et au **développement des véhicules hybrides/électriques,** combinées au **renouvellement du parc roulant** (diminution de la proportion des véhicules thermiques en faveur des motorisations non carbonés couplée à la diminution des véhicules non classés et des classes anciennes des normes Euro dans la part des véhicules thermiques demeurant en circulation)**. Et ce, malgré l'augmentation globale des volumes de trafic, en situations Fil de l'eau et Projet (pour les deux horizons).**

Les polluants émis également par l'abrasion voient quant à eux leurs teneurs maximales sur la zone d'étude :

- Stagner pour les particules (horizons 2028 et 2048) ;
- Stagner à l'horizon 2028 et baisser à l'horizon 2048 pour le benzo(a)pyrène ;
- Augmenter à l'horizon 2028 et augmenter fortement à l'horizon 2048 pour les métaux du fait de la hausse de trafic.

Les impacts de la réalisation du projet sont, ***par rapport** à la **situation 'Fil de l'eau' 2028 et 2048*** **:**

- Pollution atmosphérique : une légère augmentation des concentrations maximales en polluants est observée sur la zone d'étude (environ +4,4 % (2028) et +3,5 % (2048); en moyenne sur les polluants réglementés).
- Enjeux populationnels (lieux vulnérables existants / habitations existantes et en projet) : il est constaté une légère hausse des concentrations en polluants au niveau des **lieux vulnérables**, des **habitations existantes** ainsi que sur **l'emprise projet**. Les hausses les plus marquées sont situées logiquement aux niveau des voies de circulation desservant le projet mais demeurent faibles en valeurs absolues.

L'évaluation quantitative des risques sanitaires n'a pas mis en évidence de risques sanitaires significatifs pour les teneurs, les situations, les voies et les durées d'exposition considérées pour l'ensemble des scénarios d'exposition construits (écolier, personne âgée, enfant et résident).

Aucun impact sanitaire significatif lié à la réalisation du projet d'aménagement, aux horizons 2028 et 2048, n'est remarqué au droit des lieux vulnérables existants et des résidents de la zone d'étude, comparativement aux situations fil de l'eau, au vu des scénarios d'exposition construits (différences négligeables pour les valeurs des indicateurs sanitaires entre les situations projet et fil de l'eau). Les indicateurs sanitaires calculés pour les futurs résidents du projet sont très inférieurs aux seuils.
Les indicateurs sanitaires pour les effets sans seuils diminuent aux horizons 2028 et 2048 comparativement à la situation actuelle 2023.

En définitive, la réalisation du projet d'aménagement comparativement aux situations fil de l'eau, n'est pas de nature à exercer d'impact significatif ni sur la qualité de l'air ni sur la santé des populations de la zone d'étude.

Le tableau suivant synthétise les impacts du projet.

THÈMES	Avantages / Inconvénients
PHASE TRAVAUX	La quantification des émissions appelant un nombre important de données, le chiffrage des émissions atmosphériques du chantier n'est pas réalisable au niveau actuel de l'étude.
VEHICULES-KILOMETRES	D'après les hypothèses considérées, sur le réseau d'étude, par rapport à la situation Fil de l'Eau correspondante, le projet induit une évolution des indices VK Tous Véhicules de +5,3 % en 2028 et +4,5 % en 2048. Sur le réseau d'étude, par rapport à la situation actuelle 2023, les indices VK Tous Véhicules augmentent à l'horizon 2028 ('Fil de l'eau' : +5,5 % ; 'Projet' : +11,1 %) et à l'horizon 2048 ('Fil de l'eau' : +25,8 % ; 'Projet' : +31,5 %).
CONSOMMATION DE CARBURANT	En lien avec la hausse des VK, par rapport à la situation Fil de l'Eau correspondante, le projet induit une évolution des consommations énergétiques de +5,1 % en 2028 et +4,3 % en 2048, sur le réseau d'étude. Par rapport à la situation actuelle 2023, les consommations de carburant sur le réseau d'étude augmentent à l'horizon 2028 ('Fil de l'eau' : +3,7 % ; 'Projet' : +9,0 %) et à l'horizon 2048 ('Fil de l'Eau' : +16,0 % ; 'Projet' : +20,9 %).
ÉMISSIONS POLLUANTES	Par rapport aux situations Fil de l'eau correspondante, la réalisation du projet induit une évolution des émissions de polluants atmosphériques de +4,1 % en 2028 et +5,1 % en 2048 (moyenne tous polluants confondus considérés dans cette étude). Les émissions de polluants (moyenne tous polluants confondus considérés dans cette étude) diminuent, en moyenne, aux horizons futurs 2028 et 2048 par rapport à la situation actuelle 2023 (Horizon 2028 ; Fil de l'eau : -20,9 % ; Projet : -16,9 %. Horizon 2048 ; Fil de l'eau : -10,0 % ; Projet : -6,4 %) en lien avec le renouvellement du parc automobile et les améliorations technologiques des véhicules (diminution de la proportion des véhicules thermiques en faveur des motorisations non carbonés couplée à la diminution des véhicules non classés et des classes anciennes des normes Euro dans la part des véhicules thermiques demeurant en circulation), et ce, malgré la hausse des VK.
CONCENTRATION DANS L'AIR AMBIANT	D'après les hypothèses considérées, les concentrations maximales annuelles en polluants atmosphériques modélisées sur la zone d'étude (moyenne sur les polluants réglementés) évoluent par rapport aux situations Fil de l'eau 2028 et 2048 respectivement de +4,4 % et +3,5 % avec la réalisation du projet. Des hausses significatives de concentrations sont enregistrées au niveau des voies de circulation desservant le projet. Il est important de retenir que ces hausses significatives sont très localisées. Par ailleurs, en comparaison avec la situation actuelle 2023, les teneurs maximales sur la zone d'étude (moyenne sur les polluants réglementés) : - Diminuent en 2028 (-5,2 % Fil de l'eau et -1,0 % Projet) ; - Augmentent en 2048 (+14,7 % Fil de l'eau ; +18,9 % Projet).
EQRS	En considérant les émissions des brins du réseau d'étude : - L'indice des risques non cancérigènes par inhalation est jugé non significatif pour l'ensemble des scénarios d'exposition étudiés (écolier, personne âgée et résident) aux horizons futurs (2028 et 2048) 'avec' ou 'sans' projet. - L'indice des risques cancérigènes par inhalation est jugé non significatif pour l'ensemble des scénarios d'exposition étudiés (enfant et résident) aux horizons futurs (2028 et 2048) 'avec' ou 'sans' projet. - La réalisation du projet, par rapport aux situations 'Fil de l'eau' 2028 et 2048, n'engendre aucune variation significative des indices sanitaires pour les populations de la zone d'étude. - La réalisation du projet n'est pas de nature, a priori, à exercer d'impact significatif sur la santé des futurs habitants (indicateurs sanitaires inférieures aux seuils). - Les indices sanitaires calculés pour les effets à seuils aux horizons futurs 2028 et 2048 (avec et sans projet) sont tous inférieurs à ceux en situation actuelle 2023.
COUT DES EFFETS DE LA POLLUTION ATMOSPHERIQUE	La mise en place de l'opération engendre une légère augmentation des coûts annuels de la pollution atmosphérique sur le réseau d'étude par rapport au scénario 'Fil de l'Eau' correspondant (+4,5 % en 2028 et +3,8 % en 2048). Par rapport à la situation 'actuelle', les coûts annuels de la pollution atmosphérique émise sur le réseau d'étude diminuent en situation Fil de l'eau 2028 (-1,9 %) et augmentent en situations Projet 2028 (+2,5 %), Fil de l'eau 2048 (+18,8 %) et Projet 2048 (+23,4 %) en lien avec la hausse des VK.
ÉMISSIONS DE GAZ A EFFET DE SERRE	Sur le réseau d'étude, la réalisation du projet va induire une augmentation des émissions de GES par rapport à la situation Fil de l'Eau correspondante (+5,1 % en 2028 et +4,3 % en 2048). Par rapport à la situation actuelle, sur le réseau d'étude, les émissions de GES augmentent à l'horizon 2028 (+3,7 % en situation Fil de l'eau et +9,0 % en situation Projet) et à l'horizon 2048 (+16,0 % en situation Fil de l'eau et +20,9 % en situation Projet), en lien avec l'augmentation des consommations énergétiques.
COUT DES GAZ A EFFET DE SERRE	Le coût des émissions de Gaz à Effet de Serre augmente aux horizons futurs par rapport à la situation actuelle, en raison de la valeur tutélaire du carbone qui croît de façon marquée. Par rapport au scénario Fil de l'Eau correspondant, la mise en place du projet engendre une légère augmentation des coûts des émissions de GES sur le réseau d'étude (+4,6 % en 2028 et +3,8 % en 2048).

Annexes

ANNEXE N°1 : GLOSSAIRE

AASQA	Association Agréée de Surveillance de la Qualité de l'Air
ADEME	Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie
AEE	Agence Européenne de l'Environnement
ALD	Affections Longues Durées
Anses	Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail
ARS	Agence Régionale de Santé
As	Arsenic
ATSDR	Agency for Toxic Substances and Disease Registry
Ba	Baryum
B(a)P	Benzo(a)Pyrène
BPCO	Broncho-pneumopathie chronique obstructive
BTEX	Benzène, Toluène, Éthylbenzène et Xylènes
CAA	Concentration Admissible dans l'Air
Cd	Cadmium
CépiDc	Centre d'épidémiologie sur les causes médicales de Décès
CEREMA	Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement
CH_2O	Formaldéhyde
CH_4	Méthane
C_2H_4O	Acétaldéhyde
C_3H_4O	Acroléine
C_4H_6	1,3-Butadiène
C_6H_6	Benzène
CIRC	Centre International de Recherche sur le Cancer
CITEPA	Centre Interprofessionnel technique d'Étude de la Pollution Atmosphérique
CJUE	Cour de justice de l'Union européenne
CMI	Concentration Moyenne Inhalée
CO	Monoxyde de carbone
CO_2	Dioxyde de carbone
COPERT	COmputer Program to calculate Emissions from Road Transport
CORINAIR	CORe INventories AIR
COV	Composé Organique Volatil
COVNM	Composé Organique Volatil Non Méthanique
Cr	Chrome
DREAL	Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement
DREES	Direction de la Recherche, des Études, de l'Évaluation et des Statistiques
EFSA	European Food Safety Authority
EHPAD	Établissement d'Hébergement pour Personnes Âgées Dépendantes
EICU	Effet d'Ilot de Chaleur Urbain
EIS	Évaluation de l'Impact Sanitaire
EPCI	Établissement Public de Coopération Intercommunale
EPT	Établissement Public Territorial
ERI	Excès de Risque Individuel
ERP	Établissement Recevant du Public
ERU	Excès de risque Unitaire
EQIS	Évaluation Quantitative de l'Impact Sanitaire
EQRS	Évaluation Quantitative des Risques Sanitaires
FET	Facteur d'équivalence Toxique
GES	Gaz à Effet de Serre
GIEC	Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat
GPL	Gaz de pétrole liquéfié
HAP	Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques
Hg	Mercure
HPM	Heure de pointe du matin
HPS	Heure de pointe du soir
IFSTTAR	Institut Français des Sciences et Technologies des Transports, de l'Aménagement et des Réseaux
IGN	Institut national de l'information géographique et forestière
INERIS	Institut national de l'environnement industriel et des risques
INRETS	Institut de recherche sur les transports
INSEE	Institut national de la statistique et des études économiques
INSERM	Institut national de la santé et de la recherche médicale
InVS	Institut de Veille Sanitaire
IPP	Indice Pollution Population
IPSL	Institut Pierre Simon Laplace
IREP	Registre français des émissions polluantes
kep	kilo équivalent pétrole
LOM	Loi d'Orientation des Mobilités
MRL	Minimum Risk Level
NH_3	Ammoniac
Ni	Nickel
NO	Monoxyde d'azote
NO_2	Dioxyde d'azote
NOx	Oxydes d'azote
N_2O	Protoxyde d'azote
O_3	Ozone
OAP	Orientation d'Aménagement et de Programmation
OEHHA	Office of Environmental Health Hazard Assessment
OMS	Organisation Mondiale de la Santé
ORS	Observatoire Régional de Santé
PADD	Projet d'Aménagement et de Développement Durable
Pb	Plomb
PCET	Plan Climat Énergie Territorial
PCAET	Plan Climat Air Énergie Territorial
PDU	Plan de Déplacements Urbains

PIB	Produit intérieur brut
PL	Poids Lourd
PLD	Plan Local de Déplacement
PLQA	Plans Locaux de Qualité de l'Air
PLU	Plan Local d'Urbanisme
PLUi	Plan Local d'Urbanisme intercommunal
PM	Particulate Matter (particules fines en suspension)
PM10	Particules de taille inférieure à 10 µm
PM2,5	Particules de taille inférieure à 2,5 µm
PM1,0	Particules de taille inférieure à 1,0 µm
PNSE	Plan National Santé Environnement
PPA	Plan de Protection de l'Atmosphère
PREPA	Plan national de Réduction des Émissions de Polluants Atmosphériques
PRG	Pouvoir de Réchauffement Global
PRQA	Plan Régional pour la Qualité de l'Air
PRSE	Plan Régional Santé Environnement
PRSQA	Programme Régional de Surveillance de la Qualité de l'Air
QD	Quotient de danger
REL	Risk Effect Level
RfC	Reference concentration
RIVM	[Pays-Bas] RijksInstituut voor Volksgezondheid en Milieu (Institut national de la santé publique et de l'environnement)
RNSA	Réseau National de Surveillance Aérobiologique
SCoT	Schémas de Cohérence Territoriale
SECTEN	SECTeur émetteur et ENergie
SNBC	Stratégie Nationale Bas Carbone
SO_2	Dioxyde de soufre
SRADDET	Schéma Régional d'Aménagement, de Développement Durable et d'Égalité des Territoires
SRCAE	Schéma Régional Climat, Air, Énergie
TCA	Tolerable concentration in air
TEPCV	Territoire à Énergie Positive pour la Croissance Verte
TCEQ	Texas Commission on Environmental Quality
TMJA	Trafic Moyen Journalier Annuel
TSP	Poussières Totales (*Total Suspended Particulate matter)*
TV	Tous Véhicules
US EPA	United States Environmental Protection Agency
UVP	Unité de Véhicule Particulier
VGAI	Valeurs Guides de qualité d'Air Intérieur
VK	Véhicules-Kilomètres
VL	Véhicule Léger
VMC	Ventilation mécanique contrôlée
VP	Véhicule Personnel
VUL	Véhicule Utilitaire Léger
VTR	Valeur Toxicologique de Référence
ZCR	Zone à Circulation Restreinte
ZFE	Zones à faibles émissions
ZPA	Zone de Protection de l'Air
ZPAd	Zone de Protection de l'Air départementale
AASQA	Association Agréée de Surveillance de la Qualité de l'Air
ADEME	Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie

ANNEXE N°2 : FICHES DESCRIPTIVES - MESURES *IN SITU*

Point n°1	Projet du Chemin du Pont de l'Auture - Sénas		
Caractérisation du site			
Description du lieu de pose		**GPS WGS 84**	
Intersection Chem. Du Lavoir et D7N 13560 Sénas		43.75374 5.06899	
Type de milieu	Trafic	**Début mesure**	12/01/2023 à 12h15
Distance de la voie la plus proche	1 m	**Fin mesure**	09/02/2023 à 14h45
Type de Support Hauteur	Poteau électrique 2 m	**Durée d'exposition**	674,5 h

Résultats – Concentrations moyennes			
Composés mesurés	**N° du tube / matériel**	**Teneurs relevées (µg/m³)**	**Remarques**
NO_2	FTS 769	14,2	Concentration moyenne : 14,3 µg/m³ Écart relatif : 0,5 %
	FTS 770	14,3	

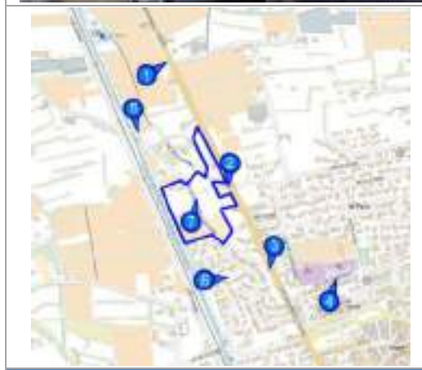
Point n°2	Projet du Chemin du Pont de l'Auture - Sénas		
Caractérisation du site			
Description du lieu de pose		**GPS WGS 84**	
70 Chem. des Launes 13560 Sénas		43.75013 5.07143	
Conditions d'exposition			
Type de milieu	Trafic	**Début mesure**	12/01/2023 à 12h23
Distance de la voie la plus proche	1 m	**Fin mesure**	09/02/2023 à 14h51
Type de Support Hauteur	Poteau électrique 1,0 m	**Durée d'exposition**	674,5 h

Résultats – Concentrations moyennes			
Composés mesurés	**N° du tube / matériel**	**Teneurs relevées (µg/m³)**	**Remarques**
NO_2	FTS 771	15,6	Concentration moyenne : 15,7 µg/m³ Écart relatif : 0,8 %
	FTS 772	15,8	
PM10	SD 17	16,1	Valeur moyenne journalière sur la période du 12/01/2023 jusqu'au 09/02/2023 : Maximum PM10 : 32,4 µg/m³ Maximum PM2,5 : 27,6 µg/m³
PM2,5		13,8	

Point n°3	Projet du Chemin du Pont de l'Auture - Sénas		
Caractérisation du site			
Description du lieu de pose		**GPS WGS 84**	
157 Chem. de la Roubine 13560 Sénas		43.74765 5.07314	
Conditions d'exposition			
Type de milieu	Trafic	**Début mesure**	12/01/2023 à 12h54
Distance de la voie la plus proche	1 m	**Fin mesure**	09/02/2023 à 15h06
Type de Support Hauteur	Panneau « céder le passage » 1,0 m	**Durée d'exposition**	674,2 h

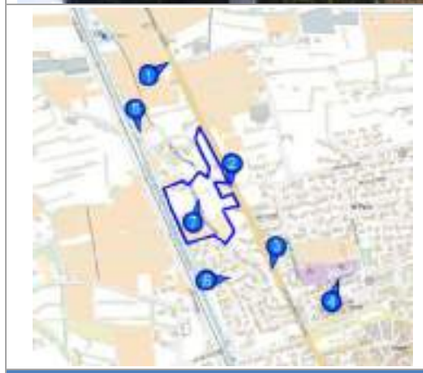
Résultats – Concentrations moyennes			
Composés mesurés	**N° du tube / matériel**	**Teneurs relevées (µg/m³)**	**Remarques**
NO_2	FTS 773	15,8	Concentration moyenne : 16,3 µg/m³ Écart relatif : 2,6 %
	FTS 774	16,7	

Point n°4	Projet du Chemin du Pont de l'Auture - Sénas		
Caractérisation du site			
Description du lieu de pose		**GPS WGS 84**	
11 All. de la régale 13560 Sénas		43.74729 5.07551	
Conditions d'exposition			
Type de milieu	Trafic	**Début mesure**	12/01/2023 à 13h09
Distance de la voie la plus proche	1 m	**Fin mesure**	09/02/2023 à 15h15
Type de Support Hauteur	Panneau « dos d'âne » 2 m	**Durée d'exposition**	674,1 h



Résultats – Concentrations moyennes			
Composés mesurés	**N° du tube / matériel**	**Teneurs relevées (µg/m³)**	**Remarques**
NO_2	FTS 775	10,7	Concentration moyenne : 10,8 µg/m³ Écart relatif : 0,9 %
	FTS 776	10,9	
PM10	SD 18	21,1	Valeur moyenne journalière sur la période du 12/01/2023 jusqu'au 09/02/2023 : Maximum PM10 : 52,0 µg/m³ Maximum PM2,5 : 42,6 µg/m³
PM2,5		17,7	

Point n°5	Projet du Chemin du Pont de l'Auture - Sénas		
Caractérisation du site			
Description du lieu de pose		**GPS WGS 84**	
100 Chem. du Pont de l'Auture 13560 Sénas		43.75163 5.06781	
Conditions d'exposition			
Type de milieu	Fond périurbain	**Début mesure**	12/01/2023 à 12h33
Distance de la voie la plus proche	1 m	**Fin mesure**	09/02/2023 à 14h53
Type de Support Hauteur	Panneau « voies ferrées » 2 m	**Durée d'exposition**	674,3 h



Résultats – Concentrations moyennes			
Composés mesurés	**N° du tube / matériel**	**Teneurs relevées (µg/m³)**	**Remarques**
NO_2	FTS 777	8,2	Concentration moyenne : 8,6 µg/m³ Écart relatif : 5,2 %
	FTS 778	9,1	

Point n°6	Projet du Chemin du Pont de l'Auture - Sénas		
Caractérisation du site			
Description du lieu de pose		**GPS WGS 84**	
20 Pont de l'Auture 13560 Sénas		43.74739 5.07143	
Conditions d'exposition			
Type de milieu	Fond périurbain	**Début mesure**	12/01/2023 à 12h49
Distance de la voie la plus proche	1 m	**Fin mesure**	09/02/2023 à 15h07
Type de Support Hauteur	Lampadaire 2,5 m	**Durée d'exposition**	674,3 h

Résultats – Concentrations moyennes			
Composés mesurés	**N° du tube / matériel**	**Teneurs relevées (µg/m³)**	**Remarques**
NO_2	FTS 779	9,9	Concentration moyenne : 10,0 µg/m³ Écart relatif : 1,0 %
	FTS 781	10,1	

Point n°7	Projet du Chemin du Pont de l'Auture - Sénas		
Caractérisation du site			
Description du lieu de pose		**GPS WGS 84**	
352 Chem. du Pont de l'Auture 13560 Sénas		43.74970 5.07009	
Conditions d'exposition			
Type de milieu	Fond périurbain	**Début mesure**	12/01/2023 à 12h59
Distance de la voie la plus proche	1 m	**Fin mesure**	09/02/2023 à 14h57
Type de Support Hauteur	Poteau électrique 2,5 m	**Durée d'exposition**	674,3 h

Résultats – Concentrations moyennes			
Composés mesurés	**N° du tube / matériel**	**Teneurs relevées (µg/m³)**	**Remarques**
NO_2	FTS 782	8,9	Concentration moyenne : 9,1 µg/m³ Écart relatif : 1,8 %
	FTS 783	9,3	
	FTS 784 (Blanc)	< 0,3	Blanc inférieur à la LD
PM10	SD 21	23,3	Valeur moyenne journalière sur la période du 12/01/2023 jusqu'au 09/02/2023 : Maximum PM10 : 67,5 µg/m³ Maximum PM2,5 : 53,0 µg/m³
PM2,5		18,8	

ANNEXE N°3 : CONDITIONS METEOROLOGIQUES LORS DE LA CAMPAGNE DE MESURE *IN SITU* ET NORMALES

La qualité de l'air est directement liée aux conditions météorologiques[55]. En effet, elle peut varier pour des émissions de polluants identiques en un même lieu, selon divers facteurs (plus ou moins de vent, du soleil, etc.). De manière simplifiée :

- Le vent est favorable à la dispersion des polluants, notamment à partir de 20 km/h. Toutefois, il peut également amener des masses d'air contenant des polluants en provenance d'autres sources. Lorsqu'il est de faible vitesse, ce phénomène de transport accompagné d'accumulation, n'est pas inhabituel.
- Les températures trop élevées ou trop basses sont défavorables à la qualité de l'air. La température agit à la fois sur la chimie et les émissions des polluants. Ainsi certains composés voient leur volatilité augmenter avec la température, c'est le cas des Composés Organiques Volatils. Le froid, quant à lui, augmente les rejets automobiles du fait d'une moins bonne combustion.
- Le soleil est un paramètre très important car ses rayons UV interviennent dans la formation de polluants photochimiques tel que l'ozone. Ainsi, plus il y a de soleil, plus la production d'ozone sera importante s'il existe dans l'atmosphère les précurseurs nécessaires à ces réactions chimiques (c'est-à-dire les oxydes d'azote et les Composés Organiques Volatils).
- Les précipitations influencent également la qualité de l'air. De fortes précipitations rabattent les polluants les plus solubles vers le sol (particules en suspension, dioxyde de soufre, dioxyde d'azote, etc.).
- Le phénomène d'inversion de température peut être à l'origine d'une augmentation des concentrations en polluants. Normalement (conditions atmosphérique instable) la température de l'air diminue avec l'altitude (dans les basses couches de l'atmosphère), l'air chaud chargé de polluants se disperse à la verticale (principe de la montgolfière).
  Cependant, lorsque le sol s'est fortement refroidi pendant la nuit (par temps clair en hiver), et que la température à quelques centaines de mètres d'altitude est plus élevée que celle du sol, alors il y a phénomène d'inversion de la température (conditions atmosphériques stables). Les polluants se trouvent alors bloqués par cette masse d'air chaud en altitude plus communément appelée couche d'inversion. Ces inversions se produisent généralement lors des nuits dégagées et sans vent. Elles peuvent persister plusieurs jours, notamment en hiver où l'ensoleillement est faible. Dans les régions montagneuses, le phénomène est accentué par les brises de montagnes qui amènent l'air froid des sommets vers la vallée. Les pics de pollution au dioxyde de soufre, aux oxydes d'azote et aux particules en suspension sont souvent liés à ce phénomène d'inversion de température.

[55] https://www.ligair.fr/la-pollution/les-influences-meteorologiques
https://www.atmo-auvergnerhonealpes.fr/article/influence-de-la-meteo

Les données présentées (sauf l'ensoleillement) proviennent de la station météorologique de Salon de Provence (43,60°N I 5,11°E) sise à environ 15 km au sud du projet, sur la période du 12 janvier au 9 février 2023. Les données d'ensoleillement proviennent de la station météo France Marseille Marignane (Marseille Provence).

❖ **Températures**

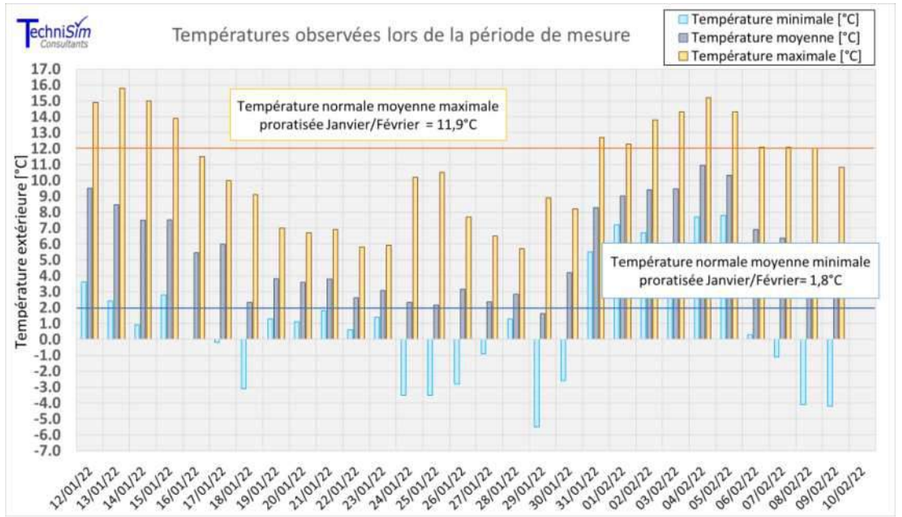


Figure 151 : Évolution des températures pendant la période de mesure

La température moyenne lors de la campagne de mesure *in situ* est de 5,5°C. Cela est inférieur à la moyenne de la normale saisonnière proratisée de janvier/février à savoir 6,9°C (période 1991-2020), ce qui correspond à un écart à la normale de -20 %.

La moyenne des températures journalières minimales sur la période (0,9°C) est inférieure à la température normale moyenne minimale proratisée de janvier/février (1,8°C) soit un écart à la normale de saison de -50 %.
La moyenne des températures journalières maximales sur la période (10,7°C) est inférieure à la température normale moyenne maximale proratisée de janvier/février (11,9°C) soit un écart à la normale de saison de -10 %.

❖ **Pression atmosphérique**

En météorologie, dès lors que la pression descend en dessous de 1010 hPa, il s'agit de basses pressions (« conditions dépressionnaires »). Le vent est plutôt fort et le temps est mauvais avec un ciel souvent fort encombré et des précipitations fréquentes. A contrario, lorsque la pression dépasse 1015 hPa, on parle alors de hautes pressions (« conditions anticycloniques »). Le temps est calme, mais pas forcément beau. En été, les hautes pressions impliquent un beau temps avec un ciel dégagé ; en hiver, les hautes pressions sont souvent accompagnées de brouillards et de nuages bas qui peuvent durer toute la journée.

Le graphique ci-dessous présente les pressions atmosphériques enregistrées au cours de la campagne de mesure.

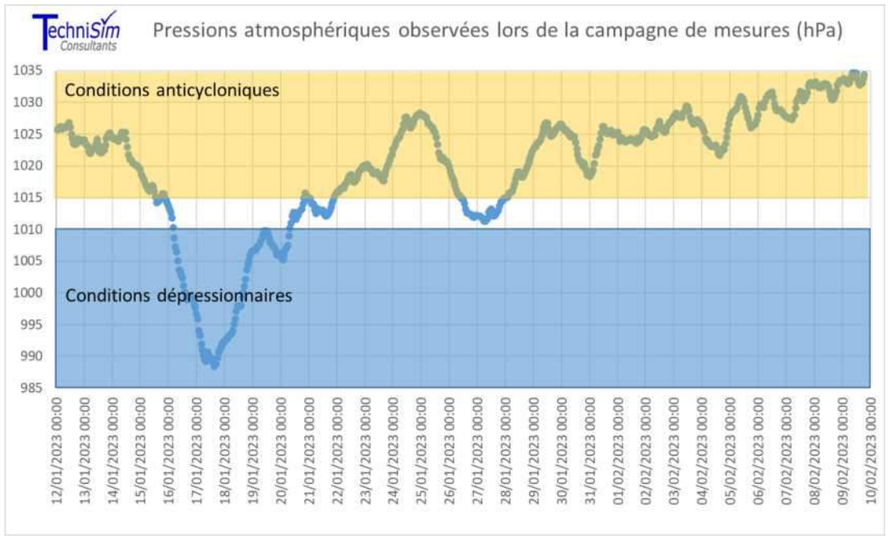


Figure 152 : Évolution de la pression atmosphérique lors de la période de mesure

Les pressions atmosphériques ont été majoritairement anticycloniques avec un épisode dépressionnaire au début de la campagne de mesures (du 16/01/2023 au 10/02/2023).

❖ **Vents moyens et rafales**

Une rafale est, en un site donné, un renforcement brutal et passager du vent qui se traduit par une hausse brève et soudaine de sa vitesse instantanée en comparaison de la valeur alors acquise par sa vitesse moyenne. Chaque rafale possède une certaine amplitude qui fait passer le vent d'un minimum de vitesse instantanée à un maximum de vitesse instantanée appelé la vitesse de pointe de la rafale. Il peut survenir que cette vitesse de pointe soit supérieure de 50 % ou davantage à la vitesse du vent moyen. La plus grande des vitesses de pointe enregistrées dans un intervalle de temps donné fournit la vitesse maximale du vent au cours de cet intervalle.

Les moyennes journalières des vitesses[56] des vents moyens horaires ainsi que les rafales maximales journalières sont indiquées dans le tableau suivant pour la période de mesure.

Tableau 77 : Vitesse du vent moyen journalier et rafales de vents maximales journaliers

Date	Vitesse [km/h]	Rafale Max [km/h]
12 janv. 2022	12,7	52,9
13 janv. 2022	6,8	45,4
14 janv. 2022	3,7	32,8
15 janv. 2022	10,2	39,6
16 janv. 2022	8,9	41
17 janv. 2022	7,7	34,6
18 janv. 2022	16,3	73,8
19 janv. 2022	18,9	59,8
20 janv. 2022	40,8	104
21 janv. 2022	39,8	78,5
22 janv. 2022	33,5	62,3
23 janv. 2022	23,3	59
24 janv. 2022	9,8	45
25 janv. 2022	11,5	46,1
26 janv. 2022	19,5	52,6
27 janv. 2022	20,4	54,7
28 janv. 2022	15,9	43,9
29 janv. 2022	7,6	41,8
30 janv. 2022	26,1	102,2
31 janv. 2022	27,0	93,2
1 févr. 2022	33,1	85,7
2 févr. 2022	36,3	76
3 févr. 2022	21,3	55,4
4 févr. 2022	32,5	80,3
5 févr. 2022	34,3	87,1
6 févr. 2022	10,3	49,7
7 févr. 2022	13,0	55,8
8 févr. 2022	6,7	31
9 févr. 2022	4,8	32,4
Période	**19,1**	**104,0**

La vitesse moyenne du vent sur l'ensemble de la période est de 19,1 km/h. Les moyennes journalières sont comprises entre 3,7 km/h (le 14 janvier 2023) et 40,8 km/h (le 20 janvier 2023), avec des rafales atteignant au maximum 104,0 km/h le 20 janvier 2023.

[56] Vitesses mesurées à 10 mètres au-dessus du sol

Les figures suivantes présentent la fréquence et l'origine des vents (rose des vents) pendant la campagne de mesure in situ ainsi que la rose des vents annuelle.

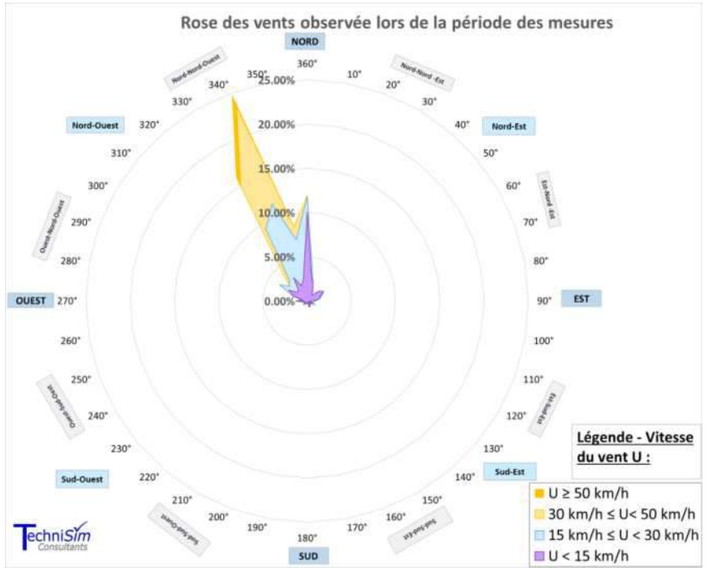


Figure 153 : Origine des vents lors de la période de mesure

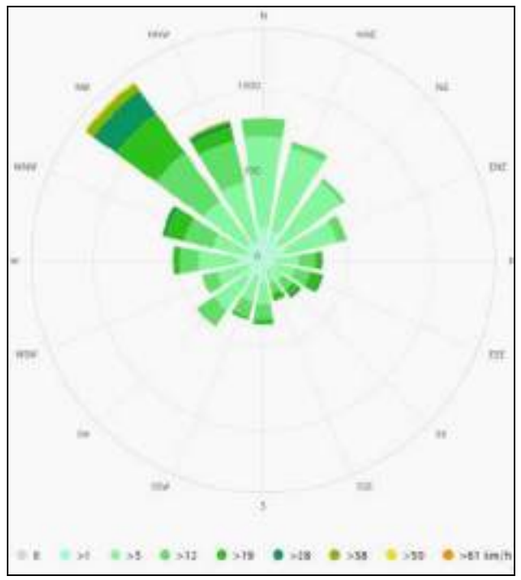


Figure 154 : Rose des vents annuelle à Sénas (source : meteoblue**)**

Lors de cette campagne, les vents enregistrés sont majoritairement des vents du nord-nord-ouest (fréquence de 40,1 % sur les secteurs 330° à 340°).

Cette rose des vents obtenue sur la période de mesure présente des similitudes avec celle observée en moyenne annuelle pour le secteur, notamment les vents venant du nord-ouest.

Pour qualifier les vents, on peut utiliser l'échelle de Beaufort. C'est une échelle de mesure empirique de la vitesse moyenne du vent sur une durée de dix minutes, utilisée dans les milieux maritimes. L'échelle de Beaufort comporte 13 degrés (de 0 à 12).
Le degré Beaufort correspond à la vitesse moyenne du vent. Cette échelle est présentée dans le tableau suivant.

Tableau 78 : Échelle de Beaufort

Force	Termes	Vitesse en nœuds	Vitesse en km/h	Effets à terre
0	Calme	< à 1	< à 1	La fumée monte verticalement
1	Très légère brise	1 à 3	1 à 5	La fumée indique la direction du vent. Les girouettes ne s'orientent pas.
2	Légère brise	4 à 6	6 à 11	On sent le vent sur la figure, les feuilles bougent.
3	Petite brise	7 à 10	12 à 19	Les drapeaux flottent bien. Les feuilles sont sans cesse en mouvement.
4	Jolie brise	11 à 15	20 à 28	Les poussières s'envolent, les petites branches plient.
5	Bonne brise	16 à 20	29 à 38	Les petits arbres balancent. Les sommets de tous les arbres sont agités.
6	Vent frais	21 à 26	39 à 49	On entend siffler le vent.
7	Grand frais	27 à 33	50 à 61	Tous les arbres s'agitent.
8	Coup de vent	34 à 40	62 à 74	Quelques branches cassent.
9	Fort coup de vent	41 à 47	75 à 88	Le vent peut endommager les bâtiments.
10	Tempête	48 à 55	89 à 102	Assez gros dégâts.
11	Violente tempête	56 à 63	103 à 117	Gros dégâts.
12	Ouragan	= ou > à 64	> à 118	Très gros dégâts.

Le graphe suivant présente les répartitions des vitesses moyennes horaires des vents mesurés selon l'échelle de Beaufort.

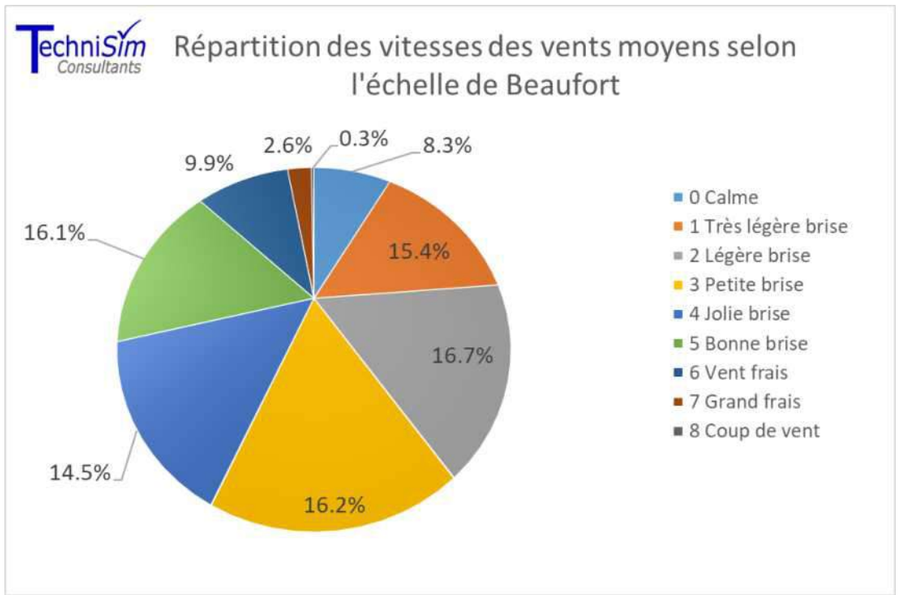


Figure 155: Répartition des vitesses des vents selon l'échelle de Beaufort

Le vent a été présent de manière faible sur 56,6 % de la campagne : 8,3 % de vents 'calmes', 15,4 % de 'très légères brises', 16,7 % de 'légères brises', et 16,2 % de 'petites brises'.
43,4 % de la campagne a donc présenté des épisodes venteux importants : 14,5 % des vents étaient des 'jolies brises', 16,1 % de 'bonnes brises', 9,9 % de 'vents frais', 2,6 % de 'grand frais' et 0,3 % de 'coup de vent'.
Aucune catégorie supérieure à 'coup de vent' n'a été recensée sur les moyennes horaires des vents.

Une partie des vents mesurés sont des vents faibles ne favorisant pas une dispersion efficace des polluants. En effet, les vents de force 0 à 3 représentent 56,6 % des vents mesurés.
Les épisodes venteux important (vents de force supérieure ou égale à 4) permettant une dispersion efficace des polluants ont été présent 43,4 % de la période de mesure.

❖ **Précipitations**

Les hauteurs de précipitations pendant la période de mesure sont illustrées en figure suivante.

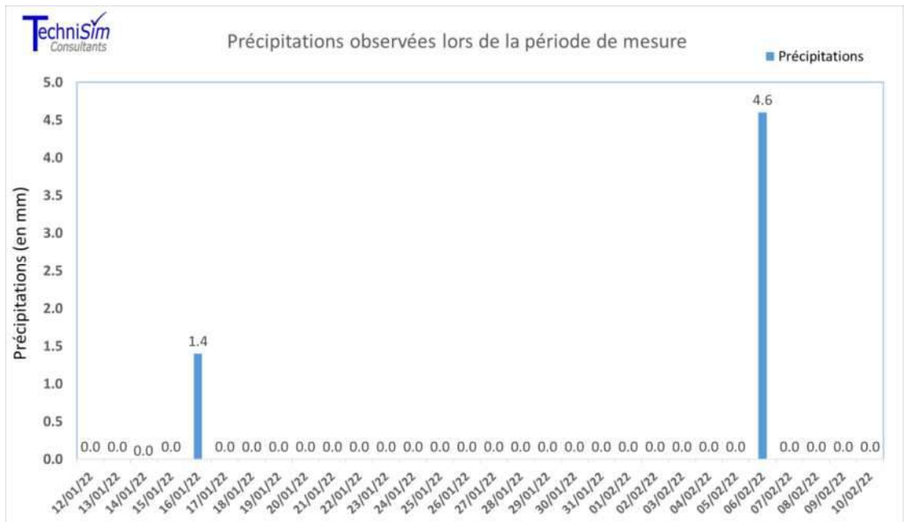


Figure 156: Précipitations pendant la campagne de mesure

Lors de la campagne de mesure (29 jours), le cumul des précipitations a été de 6,0 mm répartis sur 2 jours présentant des pluies supérieures ou égales à 1 mm.
La pluviométrie sur cette période est en dessous de la normale pondérée (pour 29 jours) de janvier/février étant de 46,1 mm [Données Météo-France pour 1991-2020], soit un écart de -87 %.

Le nombre de jours de pluies supérieures à 1 mm (2 jours) est en-dessous de la normale, la moyenne pondérée (pour 29 jours) de janvier/février étant de 4,9 jours [Données Météo-France pour 1991-2020], soit un écart de -59 %.

La période de mesure s'avère beaucoup plus sèche que les normales de saison. Le phénomène de lessivage de l'air par les pluies est moins important que la normale.

❖ **Ensoleillement**

Les données d'ensoleillement proviennent de la station météorologique Marseille-Marignane (43,44°N | 5,23°E), sur la période du 12 janvier au 9 février 2023.

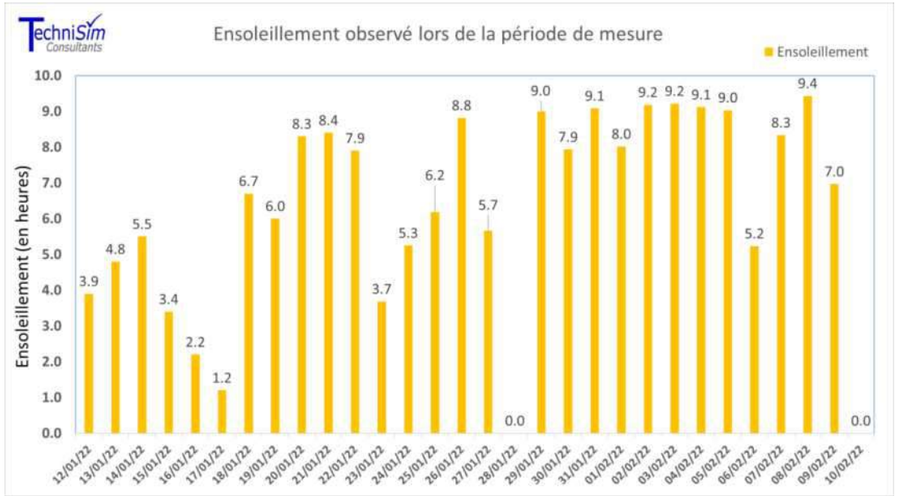


Figure 157 : Ensoleillement enregistré lors de la période de mesure

L'ensoleillement sur la campagne de mesure a été de 188,5 h, avec une moyenne journalière de 6,5h. La normale de saison pondérée pour janvier/février (pour 29 jours) étant de 151,1 h. L'ensoleillement pendant la période de mesure présente un écart à la normale de +25 %.

ANNEXE N°4 : PRESENTATION DES DOCUMENTS DE PLANIFICATION - PLANS ET PROGRAMMES EN FAVEUR DE LA QUALITE DE L'AIR – CONTENTIEUX EUROPEEN

Les objectifs d'amélioration de la qualité de l'air sont fixés par les politiques publiques dans des plans qui existent à différents niveaux.
On peut distinguer 2 types de plans :

- Ceux clairement basés sur des objectifs d'amélioration de la qualité de l'air : le Schéma Régional d'Aménagement, de Développement Durable et d'Égalité des Territoires (SRADDET), le SRCAE, les Plans de Protection de l'Atmosphère (PPA), les Plans Locaux de Qualité de l'Air (PLQA).
- Ceux non orientés prioritairement sur l'amélioration de la qualité de l'air mais ayant un impact sur elle : les Plans de Déplacements Urbains (PDU), les Plans Climat Air Énergie Territoriaux (PCAET), les Schémas de Cohérence Territoriale (SCoT), les Plans Locaux de l'Urbanisme, le Plan Régional Santé Environnement (PRSE).

Les divers documents de planification sont articulés comme suit entre eux :

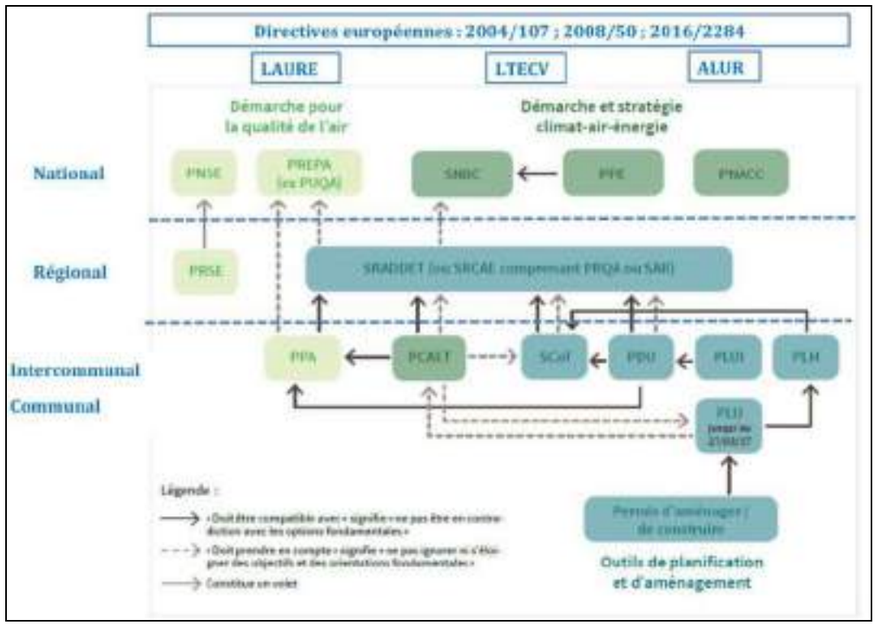


Figure 158 : Articulation des plans et schémas ayant lien avec la qualité de l'air (source : évaluation du PPA 2013- 2018 des Alpes-Maritimes ; AtmoSud**)**

Contentieux européen

La France a fait l'objet d'un contentieux de l'Union Européenne pour non-respect des valeurs limites de concentration dans l'air de particules PM10. Dans diverses zones, le pays ne respecte pas les valeurs limites de particules PM10 dans l'air (concentration annuelle de 40 µg/m^3 et concentration journalière de 50 µg/m^3 à ne pas dépasser plus de 35 jours par an), en vigueur depuis 2005.
Dans l'ensemble, 12 millions de Français étaient exposés en 2011 aux dépassements des valeurs limites de concentrations en PM10 (source : bilan de la qualité de l'air en France en 2011 et des principales tendances observées au cours de l'année 2011 - MEDDE).
La carte ci-après indique les zones pour lesquelles au moins un dépassement a été enregistré entre 2009 et 2011.
Parmi celles-ci, 15 font l'objet du contentieux engagé par la Commission européenne.

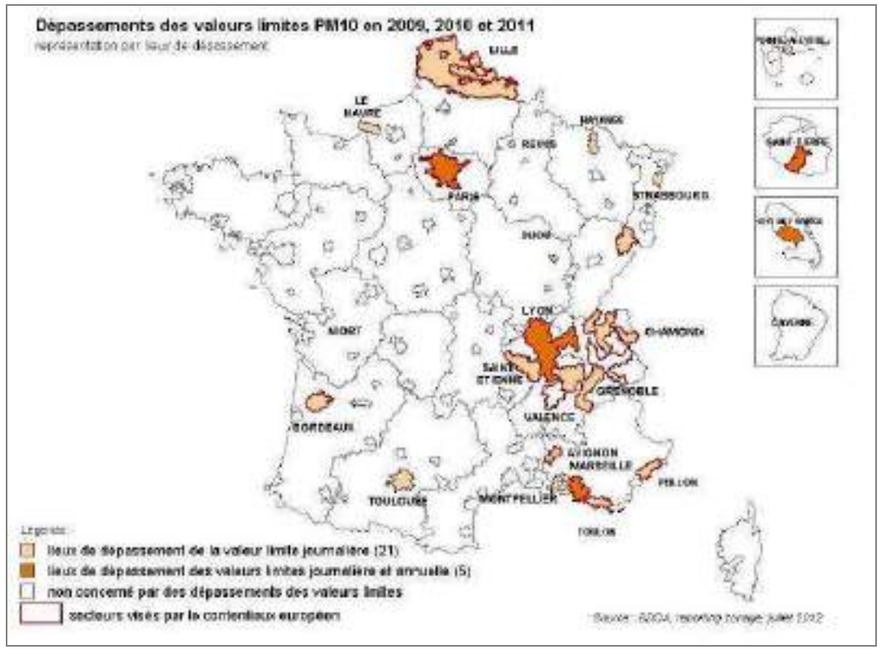


Figure 159: Zones concernées par les dépassements en PM10 – début du contentieux européen

Les zones de dépassement PM10 visées par le contentieux sont celles de : Paris, **Marseille**, Toulon, Avignon, la zone côtière urbanisée des Alpes-Maritimes, Valenciennes, Dunkerque, Lille, le territoire du Nord-Pas-de-Calais, Montbéliard/Belfort, Grenoble, Lyon, le reste de la région Rhône-Alpes, Bordeaux et l'île de La Réunion.

En février 2013, la Commission européenne a adressé à la France une mise en demeure. Il est reproché à la France de non seulement, ne pas se conformer aux niveaux réglementaires de concentrations de particules dans l'air mais aussi de ne pas mettre en place des plans d'action répondant aux ambitions de la directive.

En avril 2015, la France avait reçu un dernier avis motivé, la phase suivante étant une assignation de la France devant la Cour européenne de justice, avec le risque de se voir imposer de lourdes amendes pour non-respect des normes pour les PM10 pour 10 zones : Douai-Béthune-Valenciennes, Grenoble, Lyon, **Marseille**, la Martinique, Nice, Paris, Toulon, la zone urbaine régionale Provence-Alpes-Côte d'Azur et la zone urbaine régionale de Rhône-Alpes.

Pour information, la Commission européenne a décidé le 30 octobre 2020 de saisir la Cour de justice de l'Union européenne d'un recours contre la France relatif à la mauvaise qualité de l'air due à des niveaux élevés de particules (PM10) du fait que la France n'a pas respecté les valeurs limites journalières applicables aux particules PM10 qui sont juridiquement contraignantes depuis 2005. Les données fournies par la France confirment le non-respect systématique des règles de l'Union relatives aux valeurs limites pour les PM10 dans les zones de Paris et de la Martinique sur une durée de, respectivement, douze et quatorze ans.

Le 28 avril 2022, la cour de justice européenne a rendu dans un arrêté une décision qui constate que la France a manqué à ses obligations en matière de qualité de l'air. Cette décision fait suite à la saisine de la Commission européenne déposée en 2020.
La commission reproche à la France le non-respect systématique des règles de l'Union relatives aux valeurs limites pour les PM10 dans les zones de Paris et de la Martinique sur une durée de, respectivement, douze et quatorze ans.
La Cour observe effectivement des dépassements persistants et systématiques et valide la saisine.
Elle a également jugé qu'en n'ayant pas veillé à ce que les plans relatifs à la qualité de l'air prévoient des mesures appropriées pour que la période de dépassement de cette valeur limite soit la plus courte possible, a manqué, dans ces deux zones, depuis le 11 juin 2010, aux obligations qui lui incombent en vertu de l'article 23, paragraphe 1, deuxième alinéa, de la directive 2008/50, lu en combinaison avec l'annexe XV de celle-ci.
En effet, d'après cet article, lorsque le dépassement des valeurs limites fixées pour les PM10 a lieu après le délai prévu pour leur application, l'État membre concerné est tenu d'établir un plan relatif à la qualité de l'air qui réponde à certaines exigences. Ce plan doit prévoir les mesures appropriées pour que la période de dépassement de ces valeurs limites soit la plus courte possible et peut comporter des mesures additionnelles spécifiques pour protéger les catégories de population sensibles, notamment les enfants.
L'état français est donc condamné aux dépens. Mais il n'y a pas de sanction pécuniaire, pas encore. Elle doit se conformer à l'arrêt dans les plus brefs délais.

La France fait également l'objet de demandes d'information de la part de la Commission européenne pour non-respect des valeurs limites de concentration de dioxyde d'azote (NO_2) dans l'air et pour dépassement du plafond national d'émissions d'oxydes d'azote (NOx).

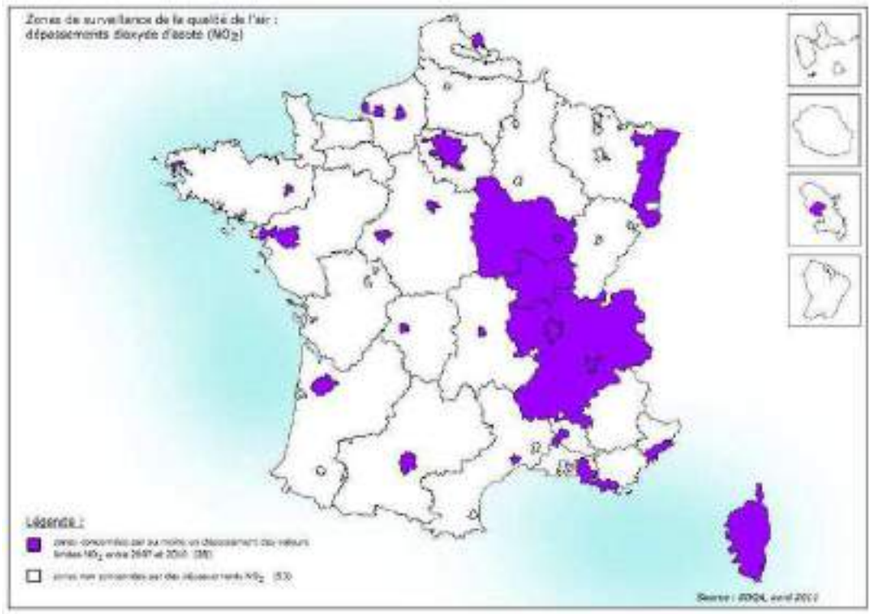


Figure 160 : Zones concernées par les dépassements en NO_2 au début du contentieux européen

En février 2014, la Commission Européenne a engagé une procédure contentieuse contre la France, avec demande de renseignements, sur les zones concernées par des dépassements récurrents des valeurs réglementaires de dioxyde d'azote et pour dépassement du plafond national d'émissions d'oxydes d'azote (NOx).
En mai 2015, elle a informé les autorités françaises que la réponse apportée en 2014 ne l'avait pas satisfaite.
Concernant la pollution au dioxyde d'azote, la France a été à nouveau mise en demeure par la Commission Européenne, le 18 juin 2015, pour non-respect des valeurs limites annuelles et pour insuffisance des plans d'action pour 19 zones en France : **Marseille**, Toulon, Paris, Clermont-Ferrand, Montpellier, la zone urbaine régionale de Languedoc-Roussillon, la zone urbaine régionale de Poitou-Charentes, Toulouse, Reims, Grenoble, Strasbourg, Rennes, Lyon, la vallée de l'Arve, Nice, Rouen, Saint Étienne, Bordeaux, et Tours.

Le 15 février 2017, la Commission européenne adressait un dernier avertissement à la France pour ne pas avoir remédié à ses infractions répétées en matière de pollution au dioxyde d'azote.
Faisant suite aux dépassements répétés des valeurs limites de qualité de l'air fixées et manquement à l'obligation de prendre des mesures appropriées pour écourter le plus possible les périodes de dépassement, la Commission a finalement saisi le 17 mai 2018 la Cour de justice de l'Union européenne de recours contre la France (et aussi l'Allemagne, la Hongrie, l'Italie, la Roumanie et le Royaume-Uni).
Cette étape de la procédure fait suite au sommet ministériel sur la qualité de l'air convoqué par le commissaire Vella le 30 janvier 2018 dans un ultime effort pour trouver des solutions au sérieux problème de pollution atmosphérique qui affecte neuf États membres.

Dans un arrêt rendu jeudi 24 octobre 2019, la Cour de Justice de l'Union Européenne (CJUE) a condamné la France aux dépens pour manquement aux obligations issues de la directive qualité de l'air de 2008. La justice européenne estime que la France a dépassé de manière systématique et persistante la valeur limite annuelle et horaire pour le dioxyde d'azote depuis le 1er janvier 2010 pour respectivement 12 et 2 zones (**Marseille**, Toulon, Paris, Auvergne-Clermont-Ferrand, Montpellier, Toulouse Midi-Pyrénées, ZUR Reims Champagne-Ardenne, Grenoble Rhône-Alpes, Strasbourg, Lyon Rhône-Alpes, ZUR Vallée de l'Arve Rhône-Alpes et Nice pour le dépassement de la valeur limite annuelle ainsi que Paris et Lyon Rhône-Alpes pour celui de la valeur limite horaire).
Plusieurs mises en demeure avaient été préalablement notifiées à la France au motif que cette dernière n'a pas pris les mesures qui auraient dû être mises en place depuis 2005 pour les PM10, et 2010 envers le NO_2, pour protéger la santé des citoyens, et il lui était demandé d'engager des actions rapides et efficaces pour mettre un terme aussi vite que possible à cette situation de non-conformité.

La France est le troisième État condamné par la justice européenne pour avoir exposé ses citoyens à un air trop pollué. La Pologne et la Bulgarie ont été condamnés en 2017, mais n'ont pour l'instant pas fait l'objet d'une amende.
La France bénéficie d'un nouveau sursis. Elle doit se conformer à l'arrêt de la CJUE dans les meilleurs délais. Si la France est toujours dans l'incapacité de respecter la directive de 2008 sur la qualité de l'air à l'issue de cette période (à l'appréciation de Bruxelles), la Commission devra introduire un nouveau recours en exigeant cette fois des sanctions pécuniaires. Les juges de Luxembourg pourront alors décider d'une amende.
Les textes prévoient une sanction d'au moins 11 millions d'euros et des astreintes journalières d'au moins 240 000 euros jusqu'à ce que les normes de qualité de l'air soient respectées.

Les valeurs limites de pollution restent dépassées dans 9 zones en 2019 (dernière année pour laquelle le Gouvernement a fourni au Conseil d'État des chiffres complets) : Vallée de l'Arve, Grenoble, Lyon, **Marseille-Aix**, Reims, Strasbourg et Toulouse pour le dioxyde d'azote, Fort-de-France pour les particules fines, et Paris pour le dioxyde d'azote et les particules fines.

Le 30 octobre 2020, la Commission européenne a décidé de saisir la Cour de justice de l'Union européenne d'un recours contre la France relatif à la mauvaise qualité de l'air due à des niveaux élevés de particules (PM10) du fait que la France n'a pas respecté les valeurs limites journalières applicables aux particules PM10 qui sont juridiquement contraignantes depuis 2005. Les données fournies par la France confirment le non-respect systématique des règles de l'Union relatives aux valeurs limites pour les PM10 dans les zones de Paris et de la Martinique sur une durée de, respectivement, douze et quatorze ans.

Le 03 décembre 2020, la Commission européenne invite la France, par une lettre de mise en demeure, à exécuter l'arrêt rendu par la Cour de justice de l'Union européenne le 24 octobre 2019 (C-636/18). Dans cet arrêt, la Cour a constaté que la France n'avait pas respecté les valeurs limites applicables aux concentrations de dioxyde d'azote (NO_2) dans douze agglomérations et zones de qualité de l'air et n'avait pas veillé à ce que la période de dépassement soit la plus courte possible, comme exigé par la directive 2008/50/CE. Ces agglomérations et zones sont **Marseille**, Toulon, Paris, Clermont-Ferrand, Montpellier, Toulouse, Reims, Grenoble, Strasbourg, Lyon, Nice et l'ancienne Vallée de l'Arve Rhône-Alpes (qui forme désormais deux zones distinctes : la Vallée de l'Arve et la Vallée du Rhône). La Commission reconnaît les efforts consentis par les autorités françaises pour améliorer la qualité de l'air. Toutefois, à l'exception de la zone de Clermont-Ferrand, ces efforts ne sont pas encore suffisants pour limiter autant que possible les dépassements dans le temps. La Commission demande à la France de prendre et de mettre en œuvre toutes les mesures nécessaires pour remédier à la situation et faire en sorte que la période de dépassement soit la plus courte possible. À défaut, cette dernière pourrait renvoyer l'affaire devant la Cour de justice de l'Union européenne et proposer que des sanctions financières soient infligées à ce pays.

Le pacte vert pour l'Europe (*Green Deal*) fixe l'objectif « zéro pollution » pour l'UE, qui bénéficie à la santé publique, à l'environnement et à la neutralité climatique.

La situation contentieuse de la France au 03 décembre 2020 au titre de la qualité de l'air[57] est donnée en figure suivante.

[57] https://www.ecologie.gouv.fr/pollution-lair-origines-situation-et-impacts#e5

Figure 161 : Situation contentieuse de la France au mois de décembre 2020

Au 03 décembre 2020, la zone d'étude est incluse dans le périmètre du contentieux pour les PM10 et le dioxyde d'azote au titre de la zone de Marseille-Aix.

Condamnation et astreintes financières

Rappel : Le 10 juillet 2020, le Conseil d'État a prononcé une astreinte de 10 millions d'euro par semestre à l'encontre de l'État si ce dernier ne justifie pas avoir exécuté dans un délai de six mois la décision de 2017 l'intimant à prendre des mesures pour réduire la pollution de l'air pour l'ensemble des zones concernées par des mesures insuffisantes.
Le 4 août 2021, le Conseil d'État a condamné l'État au paiement de l'astreinte pour le 1er semestre 2021 observant que les seuils limites restaient dépassés dans 5 zones. Compte tenu, à la fois, de la durée du dépassement des valeurs limites (depuis 2005 pour le PM10 et 2010 pour le NO_2) mais aussi des mesures prises depuis juillet 2020, le montant de l'astreinte n'est ni majoré ni minoré et est fixé à 10 millions d'euros, comme prévu par la décision du 10 juillet 2020.
Après analyse des nouveaux éléments fournis par le ministère chargé de l'écologie, en lecture de la décision n°428409 du 17 octobre 2022, le Conseil d'État liquide deux nouvelles astreintes pour le second semestre 2021 et le premier semestre 2022, soit un montant total de 20 millions d'euros.

À la suite de la présente décision, le Conseil d'État réexaminera en 2023 les actions de l'État menées à partir du second semestre 2022 (juillet 2022-janvier 2023).

Schéma Régional d'Aménagement, de Développement Durable et d'Égalité des Territoires [SRADDET]

La loi portant nouvelle organisation territoriale de la République dite loi NOTRe crée un nouveau schéma de planification dont l'élaboration est confiée aux régions : le "Schéma Régional d'Aménagement, de Développement Durable et d'Égalité des Territoires" (SRADDET).

Ce schéma doit respecter les règles générales d'aménagement et d'urbanisme à caractère obligatoire ainsi que les servitudes d'utilité publique affectant l'utilisation des sols. Il doit être compatible avec les SDAGE (Schémas directeurs d'aménagement et de gestion des eaux), ainsi qu'avec les plans de gestion des risques inondations. Il doit prendre en compte les projets d'intérêt général, une gestion équilibrée de la ressource en eau, les infrastructures et équipements en projet et les activités économiques, les chartes des parcs nationaux sans oublier les schémas de développement de massif.
Il se substitue ainsi aux schémas préexistants tels que le schéma régional climat air énergie, le schéma régional de l'intermodalité, et le plan régional de prévention et de gestion des déchets, le schéma régional de cohérence écologique.

Les objectifs du SRADDET s'imposent aux documents locaux d'urbanisme (SCoT et, à défaut, des plans locaux d'urbanisme [PLU], des cartes communales, des plans de déplacements urbains [PDU], des plans climat-énergie territoriaux [PCAET] et des chartes de parcs naturels régionaux) dans un rapport de prise en compte, alors que ces mêmes documents doivent être compatibles avec les règles générales du SRADDET.
Le SRADDET intégrera le SRCAE.
(Note : Les régions avaient jusqu'à fin juillet 2019 pour élaborer et adopter leur SRADDET.)

Pour la région Provence-Alpes-Côte d'Azur, le projet de SRADDET a été arrêté lors de l'assemblée régionale du 18 octobre 2018. Le SRADDET a été adopté le 26 juin 2019 (délibération n°19-350) et approuvé par arrêté préfectoral le 15 octobre 2019.

Les ambitions chiffrées du SRADDET sont les suivantes :

- Atteindre un taux moyen de croissance démographique de 0,4 % à l'horizon 2050, axé de manière privilégiée sur la population active ainsi qu'en priorité dans les centralités, pour moitié dans les métropoles) ;
- Atteindre un report modal de la voiture individuelle vers d'autres modes plus collectifs et durables de 15 % à l'horizon 2030 ;
- Diminuer de moitié le rythme de la consommation d'espaces agricoles, naturels et forestiers par rapport à 2006-2014 (soit 375 ha/an) et de concentrer les nouveaux développements en zones urbaines ;

- Atteindre la neutralité en carbone et couvrir 100 % de la consommation énergétique par les énergies renouvelables à l'horizon 2050 en jouant sur les économies d'énergie et l'accroissement de ces énergies renouvelables ;
- Atteindre une production (modulé par espace) d'environ 30 000 logements (résidences principales) par an à l'horizon 2030 en cohérence avec la stratégie urbaine, c'est-à-dire construits prioritairement dans les centralités. De plus, la stratégie régionale engage à consacrer 50 % de la production totale à une offre de logements abordables à destination des jeunes et des actifs (toujours prioritairement dans les trois niveaux de centralité).

Le SRADDET PACA porte la stratégie régionale pour un aménagement durable et attractif du territoire.
À cette fin, il définit 68 objectifs et 52 règles à moyen et long terme (2030 et 2050) à destination des acteurs publics de la région.
La stratégie régionale prend corps à travers trois lignes directrices qui répondent aux mots d'ordre que le territoire s'est choisi : attractivité, résilience, solidarité.

LIGNE DIRECTRICE 1 : Renforcer et pérenniser l'attractivité du territoire régional

Axe 1 : Renforcer le rayonnement du territoire et déployer la stratégie régionale de développement économique

- Orientation **1** : un territoire connecté et plus accessible au niveau national, européen et international ;
  - Objectif 1 : Conforter les portes d'entrée du territoire régional ;
  - Objectif 2 : Définir et déployer une stratégie portuaire et fluviale régionale ;
  - Objectif 3 : Améliorer la performance de la chaine logistique jusqu'au dernier kilomètre, en favorisant le report modal ;
- Orientation **2** : Des pôles d'excellence économiques, universitaires, culturels et touristiques porteurs du rayonnement régional ;
  - Objectif 4 : Renforcer les grands pôles économiques, touristiques, et culturels ;
  - Objectif 5 : Définir et déployer la stratégie régionale d'aménagement économique ;
  - Objectif 6 : Soutenir le rayonnement du territoire en matière universitaire, de recherche et d'innovation ;
- Orientation **3** : La dimension européenne de la région confortée au cœur du bassin méditerranéen, des projets collaboratifs renforcés avec les territoires frontaliers ;
  - Objectif 7 : consolider les liaisons avec les territoires limitrophes et renforcer l'arc méditerranéen ;
  - Objectif 8 : conforter les projets à vocation internationale des métropoles et les projets de coopération transfrontalière ;
  - Objectif 9 : Affirmer le potentiel d'attractivité de l'espace maritime régional et développer la coopération européenne, méditerranéenne et internationale.

Axe 2 : Concilier attractivité et aménagement durable du territoire

- Orientation **1** : Un modèle d'aménagement durable et intégré à construire ;
  - Objectif 10 : Améliorer la résilience du territoire face aux risques et au changement climatique, garantir l'accès à tous à la ressource en eau ;
  - Objectif 11 : déployer des opérations d'aménagement exemplaires ;
  - Objectif 12 : Diminuer la consommation totale d'énergie primaire de 27 % en 2030 et de 50 % en 2050 par rapport à 2012 ;
  - Objectif 13 : faire de la biodiversité et de sa connaissance un levier de développement et d'aménagement innovant ;
- Orientation **2** : Des ressources naturelles et paysagères préservées et valorisées, une identité renforcée ;
  - Objectif 14 : préserver les ressources en eau souterraine, les milieux aquatiques et les zones humides ;
  - Objectif 15 : préserver et promouvoir la biodiversité et les fonctionnalités écologiques des milieux terrestres, littoral et marin ;
  - Objectif 16 : favoriser une gestion durable et dynamique de la forêt ;
  - Objectif 17 : préserver les identités paysagères et améliorer le cadre de vie des habitants.

Axe 3 : Conforter la transition environnementale et énergétique : vers une économie de la ressource

- Orientation **1** : Vers un nouveau référentiel de production et de consommation, vers une société post-carbone ;
  - Objectif 18 : Accompagner la transition vers de nouveaux modes de production et de consommation agricoles et alimentaires ;
  - Objectif 19 : augmenter la production d'énergie thermique et électrique en assurant un mix énergétique diversifié pour une région neutre en carbone à l'horizon 2050 ;
  - Objectif 20 : Accompagner le développement de « territoires intelligents » avec des services numériques utiles aux habitants, aux visiteurs et aux entreprises ;
- Orientation **2** : Améliorer la qualité de l'air et contribuer au développement de nouvelles pratiques de mobilité ;
  - Objectif 21 : améliorer la qualité de l'air et préserver la santé de la population ;

- Objectif 22 : contribuer au déploiement de modes de transport propres et au développement des nouvelles mobilités ;
- Objectif 23 : faciliter tous les types de reports de la voiture individuelle vers d'autres modes plus collectifs et durables ;

- Orientation **3** : Prévention et gestion des déchets : vers une économie circulaire plurielle ;
  - Objectif 24 : décliner des objectifs quantitatifs régionaux de prévention, recyclage et valorisation des déchets ;
  - Objectif 25 : planifier les équipements de prévention et de gestion des déchets dans les documents d'urbanisme ;
  - Objectif 26 : favoriser le recyclage, l'écologie industrielle et l'économie circulaire.

LIGNE DIRECTRICE 2 : Maitriser la consommation de l'espace, renforcer les centralités et leur mise en réseau

Axe 1 : Structurer l'organisation du territoire en confortant les centralités

- Orientation **1** : Une stratégie urbaine régionale à affirmer ;
  - Objectif 27 : conforter le développement et le rayonnement des centralités ;
  - Objectif 28 : consolider les dynamiques des centres urbains régionaux ;
  - Objectif 29 : Soutenir les fonctions d'équilibre des centralités locales et de proximité ;
  - Objectif 30 : mettre en réseau les centralités, consolider les relations, coopérations et réciprocités au sein des espaces et entre eux ;
- Orientation **2** : des modes de développement différenciés selon l'intensité urbaine ;
  - Objectif 31 : recentrer le développement sur les espaces les plus métropolisés ;
  - Objectif 32 : maitriser le développement des espaces sous influence métropolitaine ;
  - Objectif 33 : Organiser un développement équilibré des espaces d'équilibre régional ;
  - Objectif 34 : Préserver la qualité des espaces ruraux et naturels et l'accès aux services dans les centres locaux et de proximité ;
- Orientation **3** : des centres urbains réinvestis pour juguler l'étalement, favoriser la proximité et le lien social ;
  - Objectif 35 : Conforter les centralités en privilégiant le renouvellement urbain et la cohérence urbanisme-transport ;
  - Objectif 36 : Réinvestir les centres-villes et centres-bourgs par des stratégies intégrées ;
  - Objectif 37 : rechercher la qualité des espaces publics et favoriser la nature en ville.

Axe 2 : Mettre en cohérence l'offre de mobilité et la stratégie urbaine

- Orientation **1** : Une stratégie urbaine régionale à affirmer ;
  - Objectif 38 : Développer avec l'ensemble de AOMD une information facilement accessible, une billettique simplifiée, une tarification harmonisée et multimodale ;
  - Objectif 39 : fluidifier l'intermodalité par l'optimisation des pôles d'échanges multimodaux ;
  - Objectif 40 : renforcer la convergence entre réseaux et services en lien avec la stratégie urbaine régionale ;
- Orientation **2** : Une offre de transport adaptée, simplifiée et performante pour tous et pour tous les territoires ;
  - Objectif 41 : déployer des offres de transports en commun adaptées aux territoires, selon trois niveaux d'intensité urbaine ;
  - Objectif 42 : rechercher des complémentarités plus étroites et une meilleure coordination entre dessertes urbaines, interurbaines et ferroviaires ;
  - Objectif 43 : accompagner les dynamiques territoriales avec des offres de transport adaptées aux évolutions sociodémographiques (en cohérence avec la stratégie urbaine régionale) ;
- Orientation **3** : Infrastructures : des réseaux consolidés, des pôles d'échanges hiérarchisés ;
  - Objectif 44 : accélérer la réalisation de la Ligne Nouvelle Provence Côte d'Azur pour renforcer l'offre des transports du quotidien ;
  - Objectif 45 : Arrêter un schéma d'itinéraires d'intérêt régional contribuant à un maillage performant entre les polarités régionales ;
  - Objectif 46 : déployer un réseau d'infrastructures en site propre couplées à des équipements d'accès et de stationnement en cohérence avec la stratégie urbaine régionale.

Axe 3 : Reconquérir la maitrise du foncier régional et restaurer les continuités écologiques

- Orientation **1** : Les grands équilibres préservés et une organisation du territoire plus rationnelle ;
  - Objectif 47 : Maitriser l'étalement urbain et promouvoir des formes urbaines moins consommatrices d'espace ;
  - Objectif 48 : préserver le socle naturel, agricole et paysager régional ;

- Objectif 49 : préserver le potentiel de production agricole régional ;

- Orientation **2** : les continuités écologiques restaurées ;
  - Objectif 50 : décliner la Trame verte et bleue régionale et assurer la prise en compte des continuités écologiques et des habitats dans les documents d'urbanisme et les projets de territoire ;
  - Objectif 51 : Assurer les liaisons écologiques au sein du territoire régional et avec les régions voisines.

LIGNE DIRECTRICE 3 : Conjuguer égalité et diversité pour des territoires solidaires accueillants

Axe 1 : Cultiver les atouts, compenser les faiblesses, réaliser le potentiel économique et humain de tous les territoires

- Orientation **1** : Des trajectoires de développement pour tous les territoires ;
  - Objectif 52 : contribuer collectivement à l'ambition démographique régionale ;
  - Objectif 53 : faire rayonner les projets métropolitains et promouvoir leurs retombées pour l'ensemble des territoires de la région ;
  - Objectif 54 : Renforcer un modèle de développement rural régional exemplaire à l'échelle nationale ;
  - Objectif 55 : Structurer les campagnes urbaines et veiller à un développement harmonieux des territoires sous pression ;
- Orientation **2** : Pour la réalisation du potentiel économique et humain de tous les territoires ;
  - Objectif 56 : accélérer le désenclavement physique et numérique des territoires en particulier alpins ;
  - Objectif 57 : promouvoir la mise en tourisme des territoires ;
  - Objectif 58 : soutenir l'économie de proximité.

Axe 2 : Soutenir les territoires et les populations pour une meilleure qualité de vie

- Orientation **1** : une stratégie d'accès au logement et la réduction des inégalités ;
  - Objectif 59 : Permettre aux ménages d'accéder à un logement adapté à leurs ressources et de réaliser un parcours résidentiel conforme à leurs souhaits ;
  - Objectif 60 : rénover le parc de logements existants, massifier la rénovation énergétique des logements et revitaliser les quartiers dégradés ;
  - Objectif 61 : promouvoir la mixité sociale et intergénérationnelle, la prise en compte des jeunes et des nouveaux besoins liés au vieillissement de la population ;
- Orientation **2** : une cohésion sociale renforcée :
  - Objectif 62 : conforter la cohésion sociale ;
  - Objectif 63 : faciliter l'accès aux services ;
  - Objectif 64 : déployer les potentialités des établissements de formation.

Axe 3 : développer échanges et réciprocités entre territoires

- Orientation **1** : des atouts diversifiés, des interdépendances, des coopérations ;
  - Objectif 65 : refonder le pacte territorial de l'eau, de l'énergie et des solidarités environnementales pour donner à chaque territoire les capacités de son développement ;
  - Objectif 66 : s'accorder sur une stratégie cohérente des mobilités avec les AOMD et définir les modalités de l'action ;
- Orientation **2** : connaissances, solidarités et dialogue comme leviers de la coopération ;
  - Objectif 67 : consolider l'ingénierie de la connaissance territoriale pour renforcer la mise en capacité des territoires ;
  - Objectif 68 : rechercher des financements innovants pour pérenniser le développement des transports collectifs.

❖ Zones sensibles pour la qualité de l'air

Le SRADDET intègre l'ancien SRCAE. L'état des lieux réalisé dans le cadre du SRCAE devait définir des « zones sensibles pour la qualité de l'air ». Dans ces zones, les actions en faveur de la qualité de l'air doivent être jugées préférables à d'éventuelles actions portant sur le climat et dont la synergie avec les actions de gestion de la qualité de l'air n'est pas assurée.

La définition des zones sensibles en Provence-Alpes-Côte d'Azur a été élaborée par l'ex Aasqa AirPACA, à partir de la méthodologie définie au niveau national, appliquée dans toutes les régions élaborant leur SRCAE. Les polluants retenus dans la définition de ces zones sont les particules fines (PM10) et le dioxyde d'azote (NO_2).

Ces zones sont définies en croisant les zones :

- Où les niveaux d'émissions sont excessifs ;
- Qui, par leur densité de population ou la présence d'écosystèmes protégés, peuvent être jugées plus sensibles à une dégradation de la qualité de l'air.

La cartographie des zones sensibles pour la qualité de l'air en Sud PACA est présentée sur la figure ci-après.

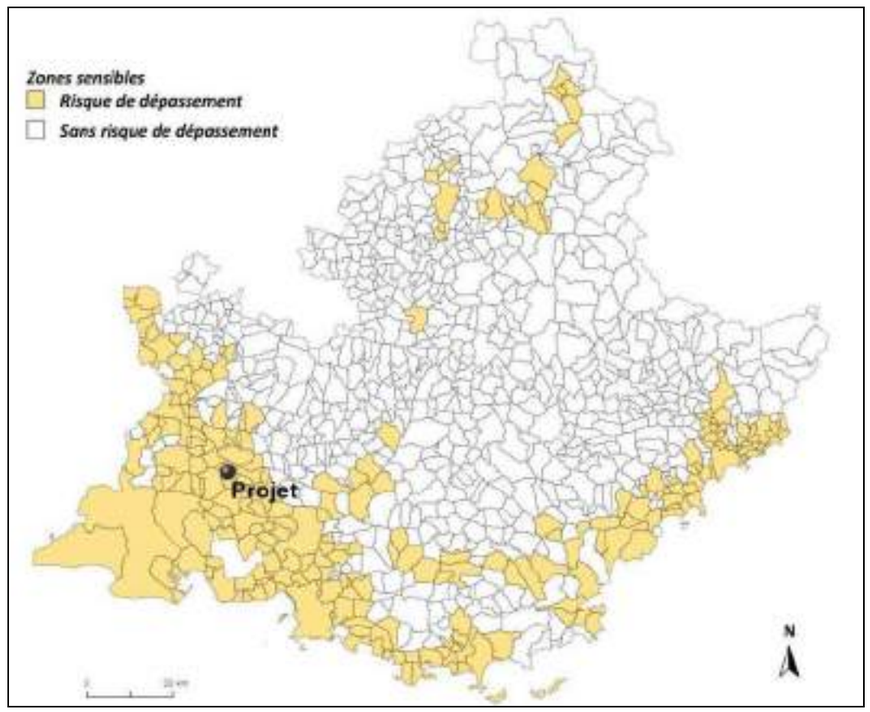


Figure 162 : Emplacement des zones sensibles pour la qualité de l'air selon le SRCAE PACA

La zone d'étude du projet est incluse dans la zone sensible pour la qualité de l'air de la région PACA au sens du SRCAE.

Plan de Protection de l'Atmosphère [PPA]

La directive européenne 2008/50/CE concernant l'évaluation et la gestion de la qualité de l'air ambiant prévoit que, dans les zones et agglomérations où les normes de concentration de polluants atmosphériques sont dépassées, les États membres doivent élaborer des plans ou des programmes permettant d'atteindre ces normes.

En droit français, outre les zones où les valeurs limites et les valeurs cibles sont dépassées ou risquent de l'être, des **P**lans de **P**rotection de l'**A**tmosphère (PPA) doivent être élaborés dans toutes les agglomérations de plus de 250 000 habitants. L'application de ces dispositions relève des articles L.222-4 à L.222-7 et R. 222-13 à R.222-36 du Code de l'environnement.

Le PPA est un plan d'actions - arrêté par le préfet - qui a pour **unique objectif** de **réduire les émissions de polluants atmosphériques** et de **maintenir** ou **ramener** dans la **zone du PPA concerné les concentrations en polluants** à des **niveaux inférieurs** aux **normes fixées** à **l'article R. 221-1 du Code de l'environnement**.

Il doit fixer des objectifs de réduction, réaliser un inventaire des émissions des sources de polluants, prévoir en conséquence des mesures qui peuvent être contraignantes et pérennes pour les sources fixes (installations de combustion, usines d'incinération, stations-services, chaudières domestiques, etc.) et mobiles, et définir des procédures d'information et de recommandation ainsi que des mesures d'urgence à mettre en œuvre lors des pics de pollution.

Chaque mesure doit être encadrée fonctionnellement et temporellement en vue de sa mise en œuvre, et est accompagnée d'estimations de l'amélioration de la qualité de l'air escomptée. La mise en application de l'ensemble de ces dispositions doit être assurée par les autorités de police et les autorités administratives en fonction de leurs compétences respectives. Dès lors qu'elles auront été reprises dans des arrêtés, les mesures du PPA seront opposables.

Le bilan de la mise en œuvre du PPA doit être présenté annuellement devant le **CO**nseil **D**épartemental de l'**E**nvironnement et des **R**isques **S**anitaires et **T**echnologiques (CODERST) et, au moins tous les cinq ans, la mise en œuvre du plan fait l'objet d'une évaluation par le ou les préfets concernés pour décider de son éventuelle mise en révision.

Le PPA doit être compatible avec les grandes orientations données par le SRADDET (incluant le SRCAE). En revanche, le lien de compatibilité est inversé avec le **Pl**an de **D**éplacements **U**rbains (PDU) qui touche également la qualité de l'air au niveau local par ses objectifs inscrits dans la loi LOTI, à savoir : la diminution du trafic automobile, le développement des transports collectifs et des moyens de déplacement moins polluants, l'aménagement et l'exploitation du réseau principal de voirie d'agglomération, l'organisation du stationnement dans le domaine public, le transport et la livraison des marchandises et l'encouragement pour les entreprises et les collectivités publiques de favoriser le transport de leur personnel.

La région Provence-Alpes–Côte d'Azur compte 4 Plans de Protection de l'Atmosphère :

- Le PPA des Alpes-Maritimes ;
- Le PPA des Bouches-du-Rhône ;
- Le PPA du Var ;
- Le PPA du Vaucluse.

Remarque : La commune de Sénas est sous couvert du Plan de Protection de l'Atmosphère des Bouches-du-Rhône.

Le Plan de Protection de l'Atmosphère révisé [PPA 13][58] des Bouches-du-Rhône a été approuvé le 02 mai 2022 (arrêté interpréfectoral n°2022-87-PPA 13). L'objectif (2025) est de mettre en place des actions en vue de limiter les émissions de polluants et maintenir ou ramener les concentrations en polluants à des niveaux inférieurs aux normes. Il concerne 107 communes :

Communes couvertes par le PPA 13			
Aix-en-Provence	Eyguières	Marignane	Saintes-Maries-de-la-Mer
Allauch	Fontvieille	Marseille	Saint-Estève-Janson
Alleins	Fos-sur-Mer	Martigues	Saint-Étienne-du-Grès
Arles	Fuveau	Mas-Blanc-des-Alpilles	Saint-Marc-Jaumegarde
Aubagne	Gardanne	Maussane-les-Alpilles	Saint-Martin-de-Crau
Aureille	Gémenos	Meyrargues	Saint-Mitre-les-Remparts
Auriol	Gignac-la-Nerthe	Meyreuil	Saint-Paul-lès-Durance
Aurons	Grans	Mimet	Saint-Pierre-de-Mézoargues
Beaurecueil	Gréasque	Miramas	Saint-Rémy-de-Provence
Belcodène	Istres	Mouriès	Saint-Savournin
Berre-l'Étang	Jouques	Paradou	Saint-Victoret
Bouc-Bel-Air	La Barben	Pélissanne	Salon-de-Provence
Boulbon	La Bouilladisse	Peynier	Sausset-les-Pins
Cabriès	La Ciotat	Peypin	Sénas
Cadolive	La Destrousse	Peyrolles-en-Provence	Septèmes-les-Vallons
Carnoux-en-Provence	La Fare-les-Oliviers	Plan-de-Cuques	Simiane-Collongue
Carry-le-Rouet	La Penne-sur-Huveaune	Port-de-Bouc	Tarascon
Cassis	La Roque-d'Anthéron	Port-Saint-Louis-du-Rhône	Trets
Ceyreste	Lamanon	Puyloubier	Vauvenargues
Charleval	Lambesc	Rognac	Velaux
Châteauneuf-le-Rouge	Lançon-Provence	Rognes	Venelles
Châteauneuf-les-Martigues	Le Puy-Sainte-Réparade	Roquefort-la-Bédoule	Ventabren
Cornillon-Confoux	Le Rove	Roquevaire	Vernègues
Coudoux	Le Tholonet	Rousset	Vitrolles
Cuges-les-Pins	Les Baux-de-Provence	Saint-Antonin-sur-Bayon	Saint-Zacharie (83)
Éguilles	Les Pennes-Mirabeau	Saint-Cannat	Pertuis (84)
Ensuès-la-Redonne	Mallemort	Saint-Chamas	

Figure 163 : Liste des communes intégrées dans le PPA 13 (Source : AtmoSud)

Le périmètre du PPA est illustré sur la planche immédiatement suivante.

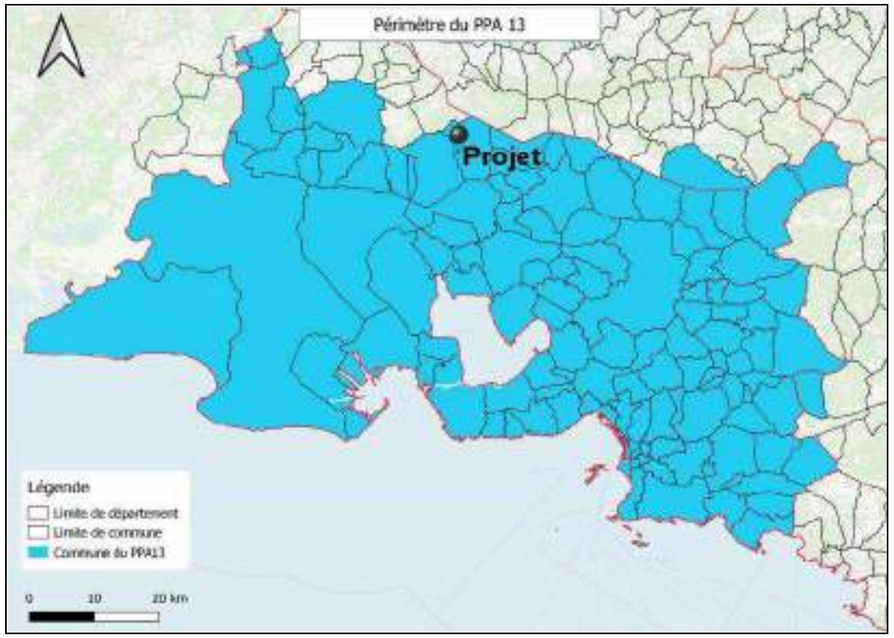


Figure 164 : Périmètre du PPA 13 des Bouches-du-Rhône (source : AtmoSud)

Les objectifs du PPA des Bouches-du-Rhône « Objectifs 2025 » sont :

- Objectif central :
  - plus aucune station fixe de surveillance dépassant la valeur limite en NO_2 à l'horizon 2022 (40µg/m³ en moyenne annuelle.)
  - plus aucune population exposée à des dépassements de la valeur limite en NO_2 en 2025 (sur la base des modélisations réalisées par AtmoSud).
- Objectif à plus long terme :
  - tendre, pour les particules fines, vers les valeurs recommandées en 2005 par l'OMS (valeurs non réglementaires, 20µg/m³ pour les PM10, 10µg/m³ pour les PM2,5, en moyenne annuelle). Plus aucune population n'étant exposée à des dépassements des valeurs limites réglementaires pour les particules fines depuis 2019.

Remarque : Les actions ont été définies lors de l'élaboration du PPA 13, avec l'estimation pour chaque action d'un objectif à atteindre en 2025, selon les hypothèses proposées. Ces objectifs, qui sont définis sous formes d'hypothèse de réduction – en absolu ou en relatif - de données d'activité ou d'émission, ont été transcrits en termes de réduction d'émissions de polluants dans des fiches d'évaluation. Ainsi, pour chaque action définie dans le PPA 13, une fiche synthétique présente les caractéristiques et hypothèses de cette action. Ainsi les paramètres suivants seront présentés lorsque les actions sont évaluables :

[58] https://www.paca.developpement-durable.gouv.fr/plan-de-protection-de-l-atmosphere-des-bouches-du-r2794.html

- Description de l'action et des données sources ;
- Hypothèses de calculs ;
- Résultats de l'action (gains) ;
- Commentaires et limites.

Les actions (55) propres à ce PPA ont été ventilées par types de secteur, c'est-à-dire :

- **Transport maritime (5) :**
  - Action 1 : Déployer les connexions électriques des navires à quai.
  - Action 2 : Étendre la mise en œuvre de la « Charte bleue » auprès de tous les armements de croisière.
  - Action 3 : Mettre en place les conditions favorables pour l'avitaillement GNL des navires.
  - Action 4 : Engager les acteurs du cabotage touristique dans la conversion de leur flotte.
  - Action 5 : Renforcer le contrôle de la mise en œuvre de l'annexe VI de la convention MARPOL et de la directive 2016/802 UE sur le secteur des navires à passagers.
- **Transport aérien (4) :**
  - Action 6 : Réviser l'arrêté ministériel de restrictions d'exploitation de l'aéroport Marseille Provence (prescription sur l'utilisation des APU).
  - Action 7 : Optimiser les phases de roulage via la sensibilisation des compagnies aériennes.
  - Action 8 : Améliorer la performance énergétique de la centrale de production chaud/froid.
  - Action 9 : Amplifier l'amélioration de la desserte de l'aéroport par les transports en commun.
- **Transport terrestre (18) :**
  - Action 10 : Mettre en place une zone à faibles émissions mobilité dans le centre-ville élargi de Marseille.
  - Action 11 : Définir les opportunités d'abaissement des vitesses sur autoroutes.
  - Action 12 : Développer l'offre de transports en commun.
  - Action 13 : Améliorer le niveau de service des transports en commun : les voies dédiées aux bus sur autoroutes.
  - Action 14 : Développer les infrastructures essentielles à l'utilisation des transports en commun.
  - Action 15 : Augmenter la part du covoiturage.
  - Action 16 : Densifier le réseau de véhicules en autopartage.
  - Action 17 : Déployer le Plan Vélo.
  - Action 18 : Accompagner le développement des solutions de micromobilités électriques.
  - Action 19 : Aider à la conversion des flottes grand public / professionnelles.
  - Action 20 : Renouveler les flottes des opérateurs de transports publics.
  - Action 21 : Développer le maillage de bornes de recharge (électrique) / stations (GNV) / bornes hydrogène.
  - Action 22 : Créer les infrastructures visant au report modal vers le rail.
  - Action 23 : Accompagner la mise en œuvre des plans de mobilité des entreprises et des zones d'activités.
  - Action 24 : Favoriser la constitution d'associations de ZA/ZI pour la mise en réseau sur les sujets qualité de l'air.
  - Action 25 : Renforcer l'animation des ZA/ZI sur les alternatives : covoiturage, télétravail, coworking.
  - Action 26 : Lutter contre les fraudes à l'AD Blue.
  - Action 27 : Mettre en place un observatoire partenarial de la mobilité.
- **Industrie (8) :**
  - Action 28 : Contrôler la mise en œuvre des actions de réduction des COV pour 14 sites industriels du pourtour de l'étang de Berre.
  - Action 29 : Mettre en œuvre le projet ODAS.
  - Action 30 : Renforcer l'encadrement des carrières.
  - Action 31 : Mettre en œuvre les meilleures techniques disponibles dans les établissements IED.
  - Action 32 : Élaborer et mettre en route le projet VASCO 3, solution biologique de traitement des fumées.
  - Action 33 : Améliorer la performance énergétique des industries électro-intensives.
  - Action 34 : Actualiser le dispositif STERNES et les arrêtés préfectoraux des sites industriels.
  - Action 35 : Poursuivre le projet RÉPONSES.
- **Biomasse – Agriculture (6) :**
  - Action 36 : Sensibiliser aux bonnes pratiques agricoles (projet AGR'AIR).
  - Action 37 : Accompagner les territoires pour une meilleure prévention du brûlage des déchets verts.
  - Action 38 : Développer la gestion autonome des déchets verts des habitants (programme prévention des déchets verts).

- Action 39 : Accompagner le développement d'un pôle de valorisation locale de la paille de riz.
- Action 40 : Accompagner le développement de la filière méthanisation, pour une réduction de la volatilisation de l'ammoniac.
- Action 41 : Réviser l'arrêté préfectoral sur l'emploi du feu dans le département des Bouches-du-Rhône.

- **Résidentiel – Aménagement (6) :**
  - Action 42 : Intégrer les enjeux «qualité de l'air» dans les projets.
  - Action 43 : Renforcer, en lien avec la collectivité, la prise en compte de la qualité de l'air dans les document d'urbanisme et les projets, en limitant l'exposition des populations dans les zones les plus exposées.
  - Action 44 : Déployer la plate-forme métropolitaine de rénovation énergétique, notamment sur les enjeux "chauffage".
  - Action 45 : Établir un répertoire des copropriétés les plus énergivores/polluantes.
  - Action 46 : Élaborer et mettre en œuvre un Plan Chauffage au bois.
  - Action 47 : Accélérer la mise en œuvre du Fond Air Bois.
- **Mobilisation des partenaires et des citoyens (8)** :
  - Action 48 : Animer localement les actions « qualité de l'air ».
  - Action 49 : Déployer une surveillance «supra réglementaire» sur des polluants d'intérêt sanitaire (COV, PUF…) et sur des zones à enjeux (port / aéroport).
  - Action 50 : Améliorer les connaissances sur les PUF, la biosurveillance, et l'imprégnation humaine.
  - Action 51 : Approfondir la connaissance des mécanismes locaux de production d'ozone et identifier les leviers de réduction les plus efficaces.
  - Action 52 : Mettre en œuvre le projet DIAMS (Digital Alliance for Marseille Sustainability) :plateforme d'échange de données sur la qualité de l'air et programme d'engagement citoyen et d'entreprises.
  - Action 53 : Développer les projets de sensibilisation associés aux «capteurs citoyens».
  - Action 54 : Poursuivre le déploiement de l'outil pédagogique «L'Air et Moi».
  - Action 55 : Développer les outils d'évaluation des impacts sanitaires.

Feuille de route Qualité de l'Air

Le PPA est complété par la feuille de route Qualité de l'air de la zone de surveillance de Marseille-Aix.

La feuille de route vise à renforcer la mobilisation et l'engagement de l'ensemble des acteurs locaux pour une amélioration durable de la qualité de l'air. Elle combine des actions mises en œuvre à court et moyen terme, visant à limiter l'impact des principaux secteurs contributeurs du territoire que sont notamment les transports, le secteur résidentiel et le brûlage des déchets verts. Chaque action a été présentée et discutée dans le cadre du comité de pilotage associant les services de l'État, les collectivités, les personnalités qualifiées et associations de la zone de surveillance de Marseille-Aix.

Chaque action est affectée d'un ou plusieurs indicateurs de suivi susceptibles d'évoluer au regard de la disponibilité de la donnée et de sa pertinence. Cette feuille de route sera suivie dans le cadre du comité de suivi du plan de protection de l'atmosphère des Bouches-du-Rhône et sera, par la suite, intégrée au Plan de Protection de l'Atmosphère.

Pour la région PACA 3 territoires sont concernés, soit les zones suivantes :

- Zone de surveillance de **Marseille-Aix** ;
- Zone de surveillance de Toulon ;
- Zone de surveillance de Nice.

La commune de Sénas fait partie de la Zone de surveillance de Marseille-Aix.

La feuille de route pour la zone de surveillance de **Marseille-Aix** comporte 9 axes, déclinés en 55 actions :

- **Axe 1 – Ancrer le réflexe Air**
  - Action 1.01 Sensibiliser les acteurs locaux à la qualité de l'air.
  - Action 1.02 Sensibiliser les citoyens de demain à la qualité de l'air : le programme pédagogique l'Air et Moi.
  - Action 1.03 Sensibiliser le grand public aux mobilités plus vertueuses.
  - Action 1.04 Faire avancer la « conscientisation » des enjeux qualité de l'air : la Métropole candidate à l'appel à projet européen UIA.
  - Action 1.05 Instaurer un forum régional de la qualité de l'air.
  - Action 1.06 Affirmer l'engagement de la Métropole en faveur de la qualité de l'air au travers de l'agenda mobilité.
  - Action 1.07 Affirmer l'engagement des collectivités en faveur de la qualité de l'air dans le PCAET.
  - Action 1.08 Intégrer l'ambition du PCAET dans les documents de planification : ScoT, PLU métropolitain, PDU, PLU.

- Action 1.09 Appuyer la prise en compte de la qualité de l'air dans les porter-à-connaissance.

- **Axe 2 – Désengorger les zones denses**
  - Action 2.10 Requalifier les grands axes urbains.
  - Action 2.11 Réduire le stationnement sur voirie..
  - Action 2.12 Étendre les réductions pérennes de vitesse en zone dense pour limiter la congestion..

- **Axe 3 – Favoriser les transports les plus propres**
  - Action 3.13 Favoriser le déploiement des bornes de recharge pour véhicules électriques.
  - Action 3.14 Accompagner les collectivités et entreprises dans le déploiement de la mobilité GNV.
  - Action 3.15 Pourvoir le territoire en stations GNV.
  - Action 3.16 Faire évoluer les modalités de commande publique de services régionaux de transport interurbain routier pour favoriser des autocars à faibles émissions.
  - Action 3.17 Développer la réflexion sur les alternatives aux trains diesel sur la ligne TER Marseille – Gardanne – Aix.
  - Action 3.18 Étendre les réseaux métro et tramway.
  - Action 3.19 Décarboner la flotte de bus.

- **Axe 4 – Encourager les alternatives à la voiture individuelle**
  - Action 4.20 Développer des lignes de transports en commun labellisées Premium à l'échelle métropolitaine.
  - Action 4.21 Développer les transports urbains en site propre.
  - Action 4.22 Développer les voies réservées aux transports en commun sur autoroute sur A7, A51 et A50.
  - Action 4.23 Développer les parcs-relais.
  - Action 4.24 Favoriser l'intermodalité en créant un abonnement multimodal métropolitain.
  - Action 4.25 Simplifier la vente et la distribution des titres de transport.
  - Action 4.26 Refondre la centrale de mobilité régionale et y intégrer toutes les nouvelles solutions de mobilité.
  - Action 4.27 Développer l'accompagnement aux nouvelles pratiques de déplacement et au report modal : projet eMani.
  - Action 4.28 Moderniser et fiabiliser le réseau TER notamment en augmentant la capacité du nœud ferroviaire de Marseille.
  - Action 4.29 Développer l'offre et la desserte ferroviaire sur la zone, en amont de la LNPCA et avec la LNPCA (scénario 3 du COI).
  - Action 4.30 Favoriser la pratique du covoiturage.
  - Action 4.31 Renforcer les infrastructures et les services pour encourager à la pratique des modes de déplacements actifs.
  - Action 4.32 Accompagner les démarches de mobilité en entreprise.

- **Axe 5 – Limiter l'impact du trafic poids lourds**
  - Action 5.33 Renforcer les contrôles pollution en bord de route des poids lourds et véhicules utilitaires légers.
  - Action 5.34 Veiller au bon respect de la réglementation sur le contrôle des émissions des véhicules à l'occasion de la surveillance des centres de contrôle technique PL.
  - Action 5.35 Redynamiser les chartes CO_2.
  - Action 5.36 Expérimenter la mise en place d'une redevance poids lourds.

- **Axe 6 – Atténuer l'empreinte environnementale de l'activité maritime et portuaire**
  - Action 6.37 Étendre les zones à émissions contrôlées à la Méditerranée.
  - Action 6.38 Poursuivre le déploiement de l'électrification des navires à quai.
  - Action 6.39 Étudier la faisabilité de développer des nouvelles techniques visant à limiter les émissions des navires : électrification, GNL.
  - Action 6.40 Inciter les armateurs à adopter une démarche environnementale vertueuse.

- **Axe 7 – Améliorer la performance environnementale du bâti**
  - Action 7.41 Repenser l'aménagement urbain.
  - Action 7.42 Aider au renouvellement des appareils de chauffage non performants.
  - Action 7.43 Accompagner la rénovation énergétique des bâtiments.
  - Action 7.44 Développer un service public de la rénovation énergétique.
  - Action 7.45 Promouvoir l'utilisation de matériau biosourcés.

- **Axe 8 – Gérer efficacement les déchets verts**
  - Action 8.46 Renforcer les contrôles liés aux interdictions de brûlage des déchets verts.
  - Action 8.47 Limiter les dérogations aux interdictions de brûlage des déchets verts.
  - Action 8.48 Renforcer le recours aux techniques d'évacuation des rémanents d'essartement alternatives au brûlage.
  - Action 8.49 Valoriser la fraction ligneuse des déchets verts.
  - Action 8.50 Engager une politique volontariste dans la gestion des déchets verts en répondant à l'appel à projets porté par l'ADEME et la Région.
  - Action 8.51 Agir sur la collecte et le traitement des déchets verts.
  - Action 8.52 Accompagner le changement de pratiques agricoles.

- **Axe 9 – Poursuivre la réduction des émissions industrielles**
  - Action 9.53 Renforcer les prescriptions techniques pour les principaux industriels émetteurs de polluants atmosphériques.
  - Action 9.54 Renforcer la surveillance sur la zone industrielle de l'Étang de Berre.
  - Action 9.55 Valoriser les fumées industrielles dans la culture de microalgues pour produire du carburant (Vasco 2).

Plan national de réduction des émissions de polluants atmosphériques [PREPA]

Ce plan, prévu par l'article 64 de la loi relative à la transition énergétique pour le PRÉPA fixe la stratégie de l'État pour réduire les émissions de polluants atmosphériques au niveau national et respecter les exigences européennes. C'est l'un des outils de déclinaison de la politique climat-air-énergie. Ce plan combine les différents outils de la politique publique en matière de réglementations sectorielles, mesures fiscales, incitatives, actions de sensibilisation et de mobilisation des acteurs, action d'amélioration des connaissances.
Le PREPA et sa mise à jour sont prévus par la directive européenne 2016/2284 qui fixe des objectifs de réduction des émissions de polluants, par rapport aux émissions de 2005 pour les horizons 2020 et 2030.

La consultation du public de la version initiale du PREPA s'est terminée le 27 avril 2017 et le décret et l'arrêté du 10 mai 2017 sont parus le 11 mai 2017 au Journal Officiel.

En 2021, un groupe de travail a été constitué au Conseil national de l'air pour débattre de la révision du PREPA 2017-2021[59].
Dans le cadre de la mise à jour du PREPA, seul l'arrêté PREPA est révisé puisque les objectifs à atteindre et fixés dans le décret ne sont pas modifiés. L'arrêté PREPA a été soumis à consultation du 27/09 au 18/10/2022 ; il comprend les actions de réduction des émissions à mettre en œuvre et à renforcer pour améliorer la qualité de l'air pour les 4 prochaines années (2022-2025) dans tous les secteurs, ainsi que des mesures de contrôle et de soutien des actions mises en œuvre. Il prévoit également des actions d'amélioration des connaissances, de mobilisation des territoires, et de financement.
Il comprend deux scénarios d'émissions : l'un comprenant toutes les mesures existantes au 31 décembre 2019 appelé scénario AME et l'autre comprenant des mesures dites supplémentaires (scénario AMS) décidées et/ou élaborées depuis le 1er janvier 2020.

Tel que prévu par l'article 64 de la loi relative à la transition énergétique pour la croissance verte, le PRÉPA est composé par :

- Un décret fixant des objectifs chiffrés de réduction des émissions des principaux polluants à l'horizon 2020, 2025 et 2030 (Décret n° 2017-949 du 10 mai 2017 fixant les objectifs nationaux de réduction des émissions de certains polluants atmosphériques en application de l'article L. 222-9 du code de l'environnement) ;
- Un arrêté établissant -pour la période 2022-2025- les actions prioritaires retenues et les modalités opérationnelles pour y parvenir (Arrêté du 08 décembre 2022 établissant le plan national de réduction des émissions de polluants atmosphériques).

Les objectifs nationaux de réduction des émissions de certains polluants atmosphériques, en application de l'*Article L. 222-9 du Code de l'Environnement*, sont présentés dans le *Décret N° 2017-949 du 10 mai 2017* fixant les objectifs nationaux de réduction des émissions de certains polluants atmosphériques (cf. tableau suivant).

Tableau 79: Objectifs de réduction des émissions de polluants atmosphériques

POLLUANTS	Années 2020 à 2024	Années 2025 à 2029	À partir de 2030
SO_2	-55%	-66%	-77%
NOx	-50%	-60%	-69%
COVNM	-43%	-47%	-52%
NH_3	-4%	-8%	-13%
PM2,5	-24%	-42%	-57%

[59] https://www.ecologie.gouv.fr/politiques-publiques-reduire-pollution-lair#scroll-nav__8

Les mesures prioritaires (pour la période 2022-2025), présentées dans l'arrêté du 8 décembre 2022 (NOR : TRER2234788A ; JORF n°0291 du 16 décembre 2022) sont listées ci-après pour les thématiques transport/mobilités et résidentiel/tertiaire.

Transports et Mobilité

- Encourager les mobilités actives et les transports partagés :
  - Favoriser la mise en place de plans de mobilité par les entreprises et les administrations.
  - Inciter l'utilisation des mobilités actives, notamment du vélo.
  - Favoriser les mobilités partagées.
  - Favoriser le report modal vers le transport en commun.
  - Favoriser le report modal vers le ferroviaire.
- Favoriser l'utilisation des véhicules les moins polluants :
  - Renforcer les dispositifs d'aides de l'État afin d'assurer la conversion des véhicules les plus polluants et l'achat de véhicules plus propres.
  - Mettre en œuvre des zones à faibles émissions mobilité (ZFE-m) par les collectivités.
  - Poursuivre le déploiement de l'utilisation des certificats qualité de l'air (Crit'Air) adaptés.
  - Déploiement de bornes de recharges pour véhicules électriques.
  - Poursuivre le renouvellement du parc public et des transports collectifs par des véhicules faiblement émetteurs.
  - Réduire les émissions de particules liées au freinage des véhicules.
- Renforcer le contrôle des émissions des véhicules et engins mobiles :
  - Contrôler les émissions réelles des véhicules routiers.
  - Renforcer le contrôle technique des véhicules.
  - Soutenir l'adoption de nouvelles normes européennes ambitieuses.
- Réduire les émissions de polluants atmosphériques du transport aérien :
  - Inciter les gestionnaires d'aéroports à s'équiper en moyens de substitution aux groupes auxiliaires de puissance.
  - Mettre en œuvre des plans d'actions pour l'aviation civile et les aérodromes afin de réduire l'intensité des émissions de polluants atmosphériques des 12 aéroports principaux par rapport à 2010 d'au moins 10 % en 2020 et 20 % en 2025.
- Réduire les émissions de polluants atmosphériques du transport maritime et fluvial :
  - Déployer de nouvelles zones à basses émissions.
  - Soutenir la transition écologique portuaire.
  - Renforcer les contrôles de la qualité des carburants marins.

Résidentiel-Tertiaire

- Réduire les émissions de polluants atmosphériques dans le cadre des opérations de rénovation thermique :
  - Inciter à la rénovation thermique des logements.
- Réduire les émissions de polluants atmosphériques des appareils de chauffage, en mettant en œuvre le plan d'action visant à réduire les émissions de particules fines issues du chauffage au bois publié le 23 juillet 2021 :
  - Sensibiliser le grand public à l'impact sur la qualité de l'air du chauffage au bois avec des appareils peu performants.
  - Renforcer et simplifier les dispositifs d'accompagnement pour accélérer le renouvellement des appareils de chauffage au bois.
  - Améliorer la performance des nouveaux équipements de chauffage au bois.
  - Promouvoir l'utilisation d'un combustible de qualité.
  - Encadrer le chauffage au bois dans chaque zone PPA, en prenant des mesures adaptées aux territoires pour réduire les émissions de particules fines.
  - Améliorer les connaissances sur l'impact sanitaire des particules issues de la combustion du bois.
- Lutter contre le brûlage des déchets verts :
  - Accompagner les collectivités pour la mise en place des filières alternatives au brûlage des déchets verts.
  - Sensibiliser les citoyens.

Plan Climat Énergie Territorial

La loi « Grenelle II », du 12 juillet 2010, instaure l'obligation pour toutes les collectivités de plus de 50 000 habitants de se doter d'un **P**lan **C**limat-**É**nergie **T**erritorial (PCET). Pour contribuer à la lutte contre le changement climatique, la France s'est engagée, au niveau européen et mondial, sur des objectifs très ambitieux. Le PCET est un outil de planification d'actions concrètes, à court, moyen et long termes (horizon 2050), relatives à la lutte contre le changement climatique qui s'opère. Ce plan d'action vise 2 objectifs :

- « **l'Atténuation** » : réduire les émissions de gaz à effet de serre du territoire par des mesures de sobriété et d'efficacité énergétique et par le développement d'énergies renouvelables.
- « **l'Adaptation** » : identifier les vulnérabilités locales dues au changement climatique et développer un scénario d'adaptation.

En 2014, le Plan Climat Énergie Territorial est devenu Plan Climat Air Énergie Territorial.

Plan climat-air-énergie territorial (PCAET)

Le plan climat-air-énergie territorial définit - dans les champs de compétence de la collectivité publique concernée - les objectifs stratégiques et opérationnels afin d'atténuer le réchauffement climatique et de s'y adapter, le programme des actions à réaliser afin d'améliorer l'efficacité énergétique et de réduire l'impact des émissions de gaz à effet de serre, et un dispositif de suivi et d'évaluation des résultats.

Pour rappel, depuis la Loi du 17 août 2015 relative à la transition énergétique pour la croissance verte, seuls les établissements publics de coopération intercommunale (EPCI) avaient été soumis à cette obligation :

- Au plus tard le 31 décembre 2016 pour les EPCI de plus de 50 000 habitants existants au 1er janvier 2015
- Au plus tard le 31 décembre 2018 pour les EPCI de plus de 20 000 habitants existants au 1er janvier 2017

Les PCAET doivent faire l'objet d'une évaluation environnementale afin de démontrer que les actions prévues permettent d'atteindre les objectifs assignés au territoire et de vérifier qu'elles prennent en compte les enjeux environnementaux et sanitaires liés à l'énergie et à sa production, ceux liés à la qualité de l'air et ceux conditionnés par le changement climatique (notamment les risques naturels et les enjeux liés à l'eau).
La région Provence-Alpes-Côte-d'Azur compte 36 EPCI (Établissement Public de Coopération Intercommunale) de plus de 20 000 habitants.

Le PCAET doit contenir :

- Un bilan des émissions de gaz à effet de serre du territoire ;
- Des objectifs stratégiques et opérationnels en matière d'atténuation et d'adaptation au changement climatique ;
- Un plan d'actions portant sur :
  - L'amélioration de l'efficacité énergétique ;
  - Le développement coordonné des réseaux de distribution d'électricité, de gaz et de chaleur ;
  - L'augmentation de la production d'énergies renouvelables ;
  - La valorisation du potentiel d'énergie issue de la récupération ;
  - Le développement du stockage et l'optimisation de la distribution d'énergie ;
  - Le développement de territoires à énergie positive ;
  - La limitation des émissions de gaz à effet de serre ;
  - L'anticipation des impacts du changement climatique ;
  - La mobilité sobre et décarbonée ;
  - La maîtrise de la consommation d'énergie de l'éclairage public (si compétence ;
  - Le schéma directeur de développement de réseau de chaleur ;
  - La lutte contre la pollution atmosphérique (s'il existe un plan de protection de l'atmosphère) ;
- Un dispositif de suivi et d'évaluation.

La planche suivante illustre l'état d'avancement de réalisation des PCAET en Sud Provence-Alpes-Côte d'Azur en janvier 2023 (Source : DREAL PACA[60]).

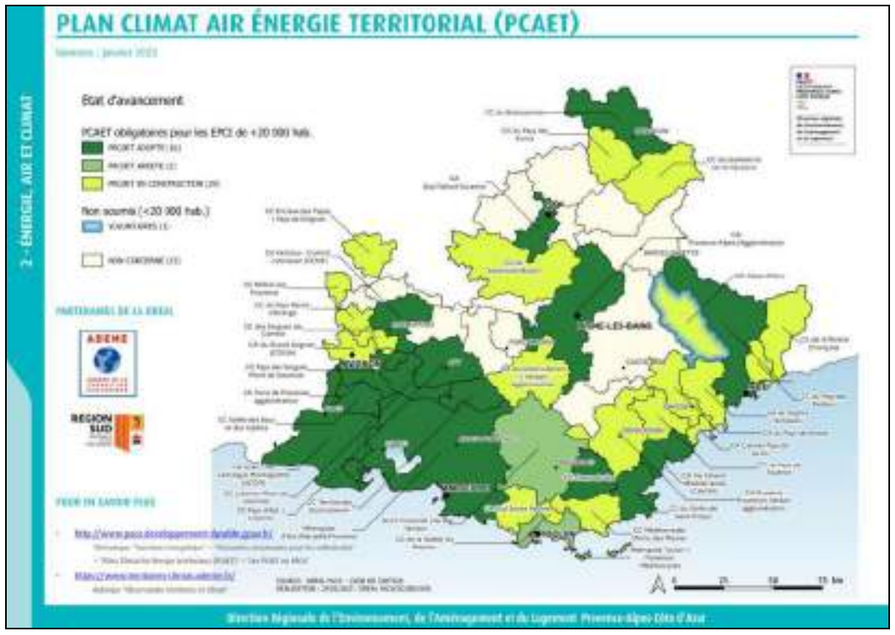


Figure 165 : Carte de l'état d'avancement des PCAET en région Sud PACA en janvier 2023 (Source : DREAL PACA**)**

La commune de Sénas fait partie du périmètre du PCAEM de la métropole Aix-Marseille-Provence (AMP) adopté en Conseil Métropolitain le 16 décembre 2021.

[60] https://www.paca.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/pcaet.pdf

La stratégie du plan climat-air-énergie (PCAEM) 2021-2027 s'articule autour de cinq ambitions à l'horizon 2050 :

- Inventer une métropole neutre en carbone ;
- Réduire de 50 % les consommations énergétiques de l'ensemble des secteurs ;
- Couvrir 100 % des besoins de consommation d'énergie par des énergies renouvelables ;
- Diminuer de 50 % la population exposée aux pollutions atmosphériques et sonores pour préserver son cadre de vie et sa santé ;
- Adapter le territoire aux impacts du changement climatique pour assurer la pérennité de son développement.

Ces ambitions se déclinent en 100 actions, réparties en 13 axes d'interventions transversaux.

- **Axe 1 : Plaçons l'exemplarité au cœur de l'action publique aux différentes échelles**
  - 1. Accompagner les communes sur le volet climat-air-énergie de leur démarche de développement durable.
  - 2. Intégrer des critères climat-air-énergie dans le Schéma de promotion des achats publics socialement et écologiquement responsables (SPASER).
  - 3. Mettre en œuvre le télétravail sur la Métropole Aix-Marseille-Provence.
  - 4. Élaborer et mettre en œuvre un plan de mobilité des agents métropolitains.
  - 5. Sensibiliser les agents à la maîtrise de l'énergie et à la qualité de l'air.
  - 6. Décarboner la flotte interne de la Métropole.
  - 7. Favoriser la rénovation énergétique et l'installation d'énergies renouvelables sur les équipements métropolitains.
- **Axe 2 : Favorisons un aménagement résilient face aux changements climatiques**
  - 8. Renforcer le volet changement climatique des documents de planification et d'urbanisme opérationnel de la Métropole.
  - 9. Intégrer et accompagner un volet climat-air-énergie dans les schémas, agendas et plans sectoriels internes à la Métropole.
  - 10. Favoriser l'intégration des enjeux climat, air, énergie, bruit, santé dans la requalification des tissus urbains existants.
  - 11. Optimiser la séquestration du carbone.
  - 12. Lutter contre les îlots de chaleur urbain (ICU).
  - 13. Améliorer l'environnement sonore sur la Métropole.
  - 14. Anticiper l'évolution des risques naturels sur les aménagements urbains.
  - 15. Élaborer et mettre en œuvre une stratégie métropolitaine de désimperméabilisation et de préservation des sols naturels.
  - 16. Soutenir le projet « Se@nergieS » de Port-de-Bouc.
- **Axe 3 : Offrons de vraies alternatives pour une mobilité durable**
  - 17. Assurer la transition énergétique de la flotte des bus et cars métropolitains et développer les transports urbains et interurbains.
  - 18. Poursuivre le plan d'actions en faveur du vélo.
  - 19. Renforcer les dispositifs en faveur du covoiturage.
  - 20. Étudier la mise en œuvre d'un service métropolitain de fret ferroviaire.
  - 21. Étudier la mise en place d'un schéma directeur de la logistique et du transport de marchandises en ville.
  - 22. Étudier la possibilité d'utiliser les infrastructures ferroviaires pour un usage mixte (transport de fret et transport de voyageurs).
  - 23. Améliorer l'impact environnemental des véhicules.
  - 24. Accompagner la création d'une Zone à faibles émissions mobilité (ZFE-m).
  - 25. Mettre en œuvre un conseil mobilité au service du monde économique (entreprises et des zones d'activités).
  - 26. Innover pour une mobilité plus durable au sein des zones d'activités.
- **Axe 4 : Accompagnons la transition des moteurs économiques**
  - 27. Structurer la feuille de route métropolitaine de l'économie circulaire.
  - 28. Soutenir l'émergence de la filière « éolien offshore flottant ».
  - 29. Développer une filière hydrogène sur le territoire métropolitain.
  - 30. Développer l'usage du gaz naturel liquide (GNL) comme carburant maritime.
  - 31. Favoriser le développement de produits biosourcés autre qu'alimentaires à travers une plateforme dédiée.
  - 32. Création du pôle forêt bois de Provence.
  - 33. Accompagner l'implantation de Cap Vert Bioénergies.
  - 34. Accompagner l'implantation d'Isowat Provence.
  - 35. EIT – Décarbonation des procédés des activités industrielles.
  - 36. Accompagner le déploiement de la Cité des énergies - Axe biomasse.
  - 37. Améliorer la connaissance et poursuivre la réduction des émissions industrielles dans l'air.
  - 38. Développer un service de Conseil en énergie partagé pour les entreprises.
- **Axe 5 : Renforçons les enjeux climat-air-énergie dans les activités portuaires et aéroportuaires**
  - 39. Accompagner l'activité portuaire vers une transition énergétique.
  - 40. Engager un partenariat en faveur de la transition éco-énergétique des navires de croisière à Marseille.
  - 41. Poursuivre l'engagement de l'aéroport Marseille Provence dans la démarche Airport Carbone Accréditation (ACA).
  - 42. Réduire les émissions de polluants des avions au roulage et en escale.
  - 43. Développer un programme de réduction des nuisances sonores et de rénovation énergétique des logements situés dans le périmètre impacté par l'aéroport - ACTION ANNULÉE.
- **Axe 6 : Maîtrisons les impacts air, énergie, bruit sur les équipements et le bâti**
  - 44. Élaborer une charte de la construction et de la rénovation durables.
  - 45. Animer le service public de la rénovation énergétique de l'habitat privé.
  - 46. Favoriser l'accès des communes à une ingénierie énergétique.

- 47. Accompagner les communes pour leurs travaux de rénovation énergétique.
- 48. Accompagner les communes dans la maîtrise de leurs consommations énergétiques à travers des économes de Flux.
- 49. Consommer juste pour un éclairage durable.
- 50. Développer des réseaux de chaleur et de froid sur les opérations d'aménagement et programmes neufs.
- 51. Pérenniser et développer des réseaux de chaleur dans le parc social.
- 52. Améliorer la qualité de l'air intérieur (QAI) et dépolluer l'air des équipements éducatifs et des bâtiments publics.
- 53. Développer la construction et la rénovation en bois local dans les bâtiments dont la Métropole est propriétaire.

- **Axe 7 : Développons un mix énergétique basé sur des énergies renouvelables et de récupération.**
  - 54. Élaborer le schéma directeur des énergies-réseaux et production.
  - 55. Créer un dispositif d'appui financier et technique aux projets d'EnR&R du territoire.
  - 56. Développer les projets de production d'électricité photovoltaïques participatifs.
  - 57. Organiser le carrefour des énergies- Réseaux et production.

- **Axe 8 : Agissons en faveur de la prévention des déchets et optimisons leur valorisation**
  - 58. Agir en faveur de la prévention des déchets.
  - 59. Optimiser les services de collecte des déchets sur le territoire métropolitain.
  - 60. Valoriser les déchets métropolitains.

- **Axe 9 : Accompagnons une agriculture et des pratiques alimentaires plus durables**
  - 61. Repenser l'occupation des sols et le choix des cultures.
  - 62. Développer et diversifier les agricultures respectueuses de l'environnement / pratiques agroécologiques.
  - 63. Soutenir les initiatives de production et de commercialisation agricole durable.
  - 64. Diversifier les sources de protéines dans la restauration collective.
  - 65. Faciliter le développement de l'élevage sur le territoire.
  - 66. Accompagner à la qualité environnementale des projets d'agriculture urbaine.

- **Axe 10 : Protégeons la ressource en eau et optimisons sa gestion**
  - 67. Faire de la ressource pluviale un atout d'adaptation du territoire au changement climatique.
  - 68. Prendre en compte les enjeux climat-air-énergie dans l'élaboration et la mise en œuvre des schémas directeurs eau et assainissement métropolitains.
  - 69. Intégrer des critères climat-air-énergie dans les DSP Eau et Assainissement et les actions mises en œuvre dans l'ensemble des régies des Territoires.
  - 70. Réutiliser les Eaux Usées Traitées (REUT) en irrigation agricole.
  - 71. Soutenir le projet « Karst et ressource stratégique en eau souterraine du bassin de l'Huveaune ».
  - 72. Refaire des milieux aquatiques des supports de biens communs métropolitains.

- **Axe 11 : Préservons la biodiversité, les ressources naturelles et les milieux aquatiques et terrestres**
  - 73. Élaborer et mettre en œuvre un Atlas métropolitain de la biodiversité.
  - 74. Conduire une étude sur les continuités écologiques du territoire.
  - 75. Développer les solutions fondées sur la nature.
  - 76. Construire une trame noire à l 'échelle de la Métropole.
  - 77. Poursuivre le projet « Nature 4 City Life ».
  - 78. Développer la nature en ville dans l'aménagement et la gestion des espaces.
  - 79. Renforcer la place de l'arbre en ville.
  - 80. Prendre en compte les risques d'érosion et de submersion marine dans la gestion du littoral.
  - 81. Élaborer un volet paysager encadrant les projets d'implantation d'énergie renouvelable et d'infrastructures de transports.
  - 82. Améliorer la gestion, la protection et la valorisation de la forêt métropolitaine.

- **Axe 12 : Mobilisons les acteurs autour des enjeux climat-air-énergie sur le territoire**
  - 83. Préparer les acteurs métropolitains aux risques naturels liés au changement climatique.
  - 84. Mise en œuvre d'une politique offensive et efficace en matière d'éducation à l'environnement et développement durable (EEDD).
  - 85. Élaborer et mettre en œuvre un plan de communication et d'information sur les fonctions du bois et de la forêt.
  - 86. Sensibiliser les habitants du bassin métropolitain aux enjeux climat-air à travers des réalisations artistiques.
  - 87. Inciter et soutenir les manifestations éco-responsables.
  - 88. Réduire les pollutions en santé-environnement à travers le projet « RÉPONSES ».
  - 89. Engager les citoyens autour du thème de la qualité de l'air à travers le projet « DIAMS » (Digital Alliance for Marseille Sustainability).
  - 90. Accompagner les acteurs dans l'amélioration de la connaissance des enjeux « santé environnement ».
  - 91. Étudier les particules ultrafines - expositions, réactivité, sources.
  - 92. Biosurveiller les polluants de l'air en mélange : exposition des populations et effets sur le vivant.
  - 93. Étudier le transfert des polluants atmosphériques au sein des organismes : pollution et imprégnation humaine.
  - 94. Engager une réflexion sur l'adaptation des horaires de vie.
  - 95. Recourir au budget participatif pour impliquer les métropolitains dans l'action climatique.
  - 96. Mobiliser la société civile dans la transition du territoire métropolitain.

- **Axe 13 : Animons la démarche Plan climat métropolitain**
  - 97. Impliquer les acteurs métropolitains dans le suivi et l'évaluation du PCAEM.
  - 98. Créer un dispositif local de contribution à la neutralité carbone.
  - 99. Créer un label « Régénération, passons à l'action ! » pour les acteurs du territoire.
  - 100. Être signataire de la Convention des maires pour le climat et l'énergie.

Loi de transition énergétique pour la croissance verte

La Loi n°2015-992 du 17 août 2015 relative à la transition énergétique pour la croissance verte fixe les grands objectifs d'un nouveau modèle énergétique français et vise à encourager une « croissance verte » en réduisant la facture énergétique de la France et en favorisant les énergies propres et sûres. Les thèmes suivants sont abordés :

- Rendre les bâtiments et les logements économes en énergie.
- Donner la priorité aux transports propres :
  - Aider à remplacer les vieux véhicules diesel par des voitures électriques ;
  - Favoriser le covoiturage en entreprise ;
  - Inciter à réaliser les trajets domicile-travail à vélo.
  - Viser un objectif « zéro gaspillage ».
  - Monter en puissance sur les énergies renouvelables.
  - Lutter contre la précarité énergétique.

Territoire à Énergie Positive pour la Croissance Verte [TEPCV]

Un Territoire à Énergie Positive pour la Croissance Verte (TEPCV) est un territoire d'excellence de la transition énergétique et écologique.
La collectivité concernée s'engage à réduire les besoins en énergie de ses habitants, des constructions, des activités économiques, des transports, des loisirs.
Elle propose un programme global pour un nouveau modèle de développement, plus sobre et plus économe.

Les conventions financières TEPCV financent des actions concrètes dans les 6 domaines de la Transition Écologique et Énergétique :

- La réduction de la consommation d'énergie : par notamment des travaux d'isolation des bâtiments publics, l'extinction de l'éclairage public après une certaine heure…
- La diminution des pollutions et le développement des transports propres : par l'achat de voitures électriques, le développement des transports collectifs et du covoiturage…
- Le développement des énergies renouvelables : avec par exemple la pose de panneaux photovoltaïques sur les équipements publics, la création de réseaux de chaleur…
- La préservation de la biodiversité : par la suppression des pesticides pour l'entretien des jardins publics, le développement de l'agriculture et de la nature en ville….
- La lutte contre le gaspillage et la réduction des déchets : avec la suppression définitive des sacs plastique, des actions pour un meilleur recyclage et diffusion des circuits courts pour l'alimentation des cantines scolaires….
- L'éducation à l'environnement : en favorisant la sensibilisation dans les écoles, l'information des habitants…

Et soutiennent des actions qui ne disposent pas déjà d'un mécanisme de financement État (ADEME, tarifs de rachat énergies renouvelables…).

La région Provence-Alpes-Côte d'Azur totalise 29 TEPCV, soit 225 bénéficiaires au mois de mai 2017.

- Alpes-de-Haute-Provence : Pays Dignois ;
- Alpes-de-Haute-Provence : Pays Durance Provence ;
- Hautes-Alpes : Pays du Grand Briançonnais des Écrins au Queyras / Parc Naturel Régional du Queyras ;
- Hautes-Alpes : Commune de Saint-Léger-les-Mélèzes ;
- Hautes-Alpes : Conseil Départemental des Hautes-Alpes ;
- Hautes-Alpes : Pays du Grand Briançonnais des écrins au Queyras / Parc Naturel Régional Queyras ;
- Hautes-Alpes : Syndicat mixte du Scot de l'Aire Gapençaise ;
- Alpes-Maritimes : Communauté d'agglomération Sophia Antipolis ;
- Alpes-Maritimes : Communauté d'agglomération du Pays de Grasse ;
- Alpes-Maritimes : Communauté de communes Alpes d'Azur ;
- Alpes-Maritimes : Commune de Cannes ;
- Alpes-Maritimes : Communauté d'agglomération Cannes Pays de Lérins ;
- Alpes-Maritimes : Commune de Mouans-Sartoux ;
- Alpes-Maritimes : Métropole de Nice Côte d'Azur ;
- Bouches-du-Rhône : Communauté d'agglomération Arles Crau Camargue Montagnette ;
- Bouches-du-Rhône : Communauté d'agglomération Terre de Provence ;
- Bouches-du-Rhône : Communauté de communes Vallée des Baux-Alpilles ;
- Bouches-du-Rhône : Commune d'Arles ;

- Bouches-du-Rhône : Commune de Chateaurenard de Provence ;
- Bouches-du-Rhône : Commune de Saint-Rémy de Provence ;
- Bouches-du-Rhône : Commune de Ventabren ;
- Bouches-du-Rhône : Commune de Vitrolles ;
- Bouches-du-Rhône : Syndicat Mixte du Pays d'Arles ;
- Var : Communauté d'agglomération Toulon Provence Méditerranée / Commune de La Seyne-sur-Mer ;
- Var : Parc Naturel Régional du Verdon / Pays Asses-Verdon-Vaïre-Var ;
- Vaucluse : Communauté d'agglomération du Grand Avignon / Commune d'Avignon ;
- Vaucluse : Commune de Jonquières ;
- Alpes-de-Haute-Provence/Vaucluse : Parc Naturel Régional Luberon ;
- Alpes-de-Haute-Provence/Hautes-Alpes : Pays Serre-Ponçon Ubaye Durance.

La carte suivante rappelle les territoires ayant bénéficié d'une subvention du programme TEPCV en PACA au 05 mai 2017.

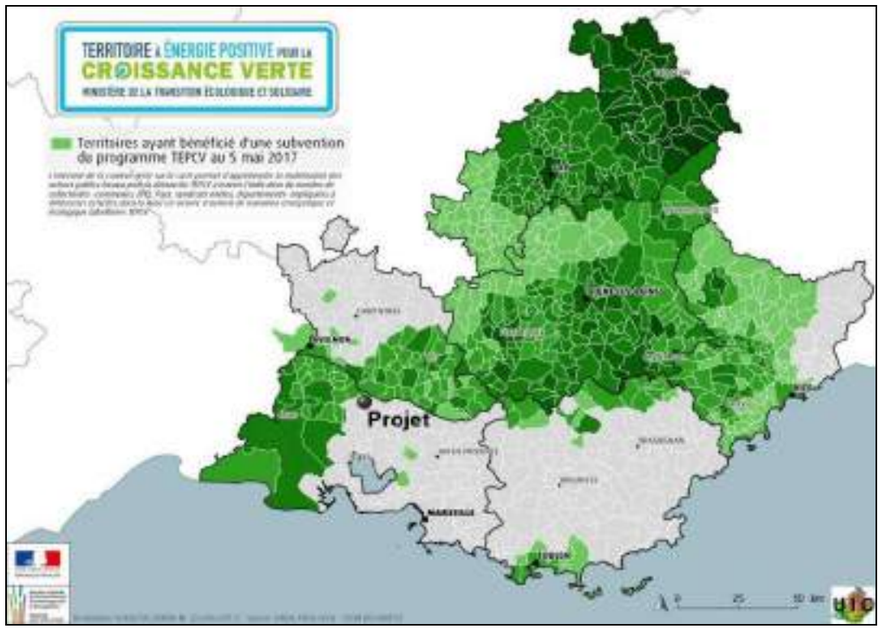


Figure 166 : Carte des territoires ayant bénéficié d'une subvention du programme TEPCV au 05-05-2017 en PACA

Contrat de transition écologique [CTE]

Le dispositif CTE (Contrat de Transition Écologique) succède aux TEPCV (Territoires à énergie positive pour la croissance verte).

Lancés en 2018, les contrats de transition écologique (CTE) traduisent les engagements environnementaux pris par la France (Plan climat, COP21, One Planet Summit) au niveau local. Ce sont des outils au service de la transformation écologique de territoires volontaires, autour de projets durables et concrets.

Mis en place par une ou plusieurs intercommunalités, le CTE est co-construit à partir de projets locaux, entre les collectivités locales, l'État, les entreprises, les associations… Les territoires sont accompagnés aux niveaux technique, financier et administratif, par les services de l'État, les établissements publics et les collectivités. Le CTE fixe un programme d'actions avec des engagements précis et des objectifs de résultats.

Ce dispositif est une démarche volontaire qui fixe les grands objectifs et engagements en matière de transition écologique à l'échelle privilégiée des EPCI et de leurs groupements.

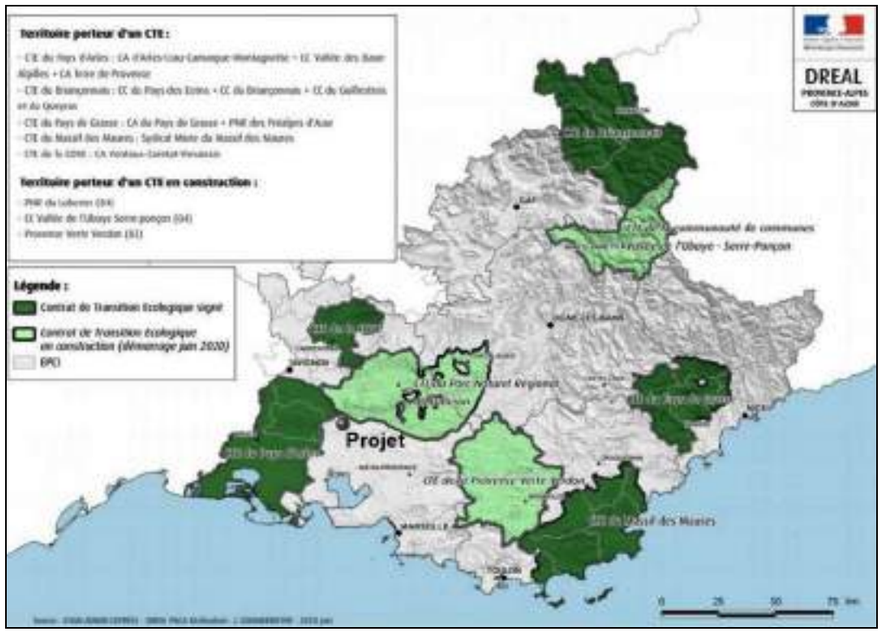


Figure 167 : Carte des territoires inscrits dans une démarche CTE en Sud PACA en juin 2020

La commune de Sénas ne fait pas partie d'un territoire labellisé TEPCV.

En Sud PACA, 8 CTE sont signés[61].

- CTE signés
  - CTE du Pays d'Arles (CA d'Arles-Crau-Camargue-Montagnette + CC Vallée des Baux-Alpilles + CA Terre de Provence) signé le 15 novembre 2019.
  - CTE du Pôle d'Équilibre Territorial Rural (PETR) du Briançonnais, des écrins, du Guillestrois et du Queyras (CC du Pays des Écrins + CC du Briançonnais + CC du Guillestrois et du Queyras) signé le 25 avril 2019.
  - CTE du Pays de Grasse (CA du Pays de Grasse + PNR des Préalpes d'Azur) signé le 03 juin 2019.
  - CTE du massif des Maures (syndicat mixte du massif des Maures) signé le 21 janvier 2020.
  - CTE de la COVE (CA Ventoux-Comtat-Venaissin) signé le 27 janvier 2020.
  - CTE du Syndicat mixte Provence Verte Verdon (CA Provence Verte + CC Provence Verdon) signé en mai 2021.
  - CTE de la CC Vallée de l'Ubaye Serre-Ponçon signé en juin 2021.
  - CTE PNR du Luberon signé en novembre 2021.

La commune de Sénas n'était pas inscrite dans une démarche CTE.

Contrat de relance et de transition écologique [CRTE]

En novembre 2020, les Contrats de Relance et de Transition écologique (CRTE) prennent la suite des Contrats de Transition écologique (CTE).

Les CRTE répondent à une triple ambition : la transition écologique, le développement économique et la cohésion territoriale.

Destinés à tous les territoires (rural, urbain, ultra marin), les CRTE ont vocation à participer activement à la réussite du plan « France Relance », le plan de relance économique et écologique de la France, à court terme. À plus long terme, ces contrats permettront d'accélérer les dynamiques de transformations à l'œuvre dans tous les territoires dans les six prochaines années. Ainsi, l'ensemble des territoires de la métropole et des outre-mer se verront proposer l'élaboration d'un CRTE.

Les cartes suivantes[62] présentent l'état d'avancement des CRTE en France ainsi que le périmètre des CRTE dans les Bouches-du-Rhône.

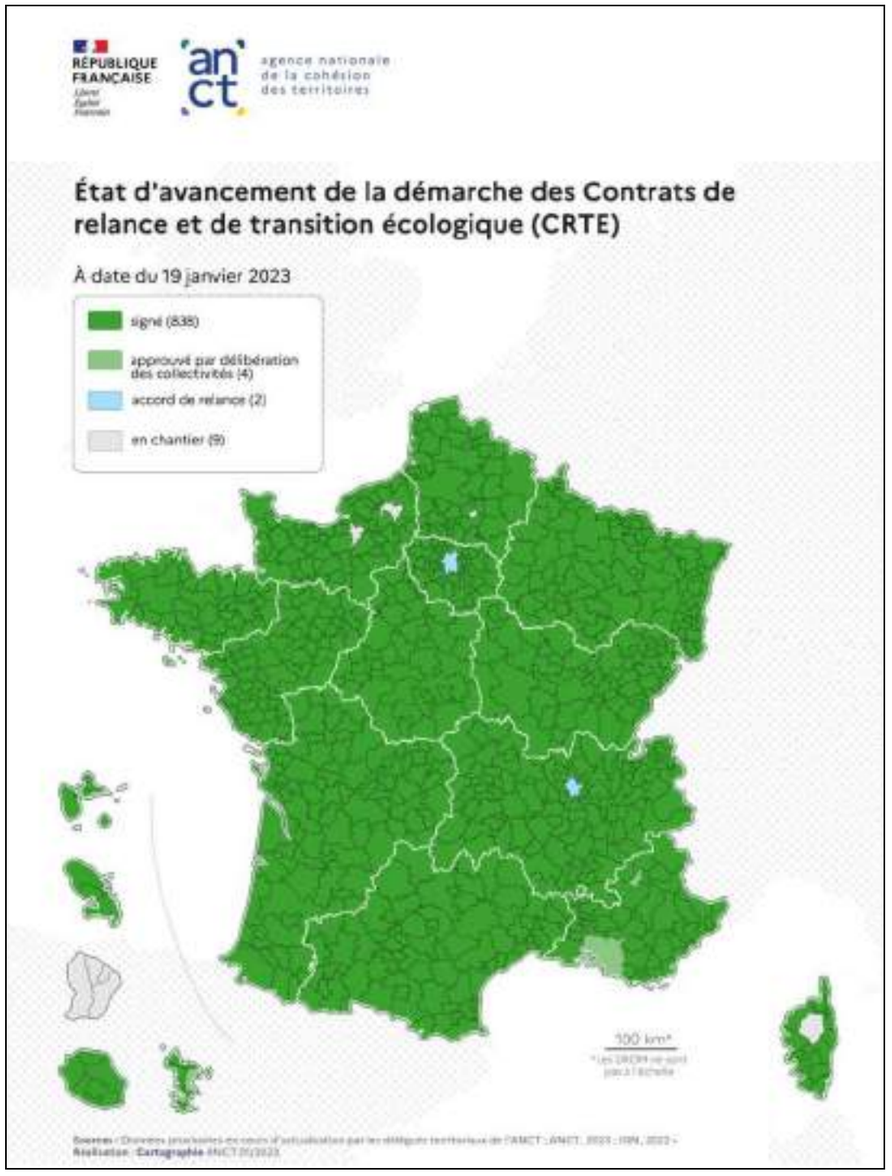


Figure 168 : État d'avancement des CRTE en France au 19 janvier 2023

La commune de Sénas appartient à la Métropole Aix-Marseille-Provence, qui a son protocole de Contrat de Relance et Transition Écologique approuvé par délibération des collectivités mais non encore signé.

[61] https://territoires-en-transition.ecologie.gouv.fr/
[62] https://agence-cohesion-territoires.gouv.fr/cartes-et-donnees-433

Figure 169 : Périmètre des CRTE des Bouches-du-Rhône

Stratégie Nationale Bas Carbone [SNBC 2]

La France s'est engagée, avec la première Stratégie Nationale Bas-Carbone (SNBC1 ; 2015-2028) à réduire de 75 % ses émissions GES à l'horizon 2050 par rapport à 1990 (Facteur 4).
La SNBC (Stratégie nationale bas carbone) par le décret n° 2015-1491 du 18 novembre 2015 fixe un objectif de réduction de l'empreinte carbone nationale pour les secteurs du transport, logement, industrie, agriculture, énergie et déchet.
Les « budgets carbone » sont les plafonds d'émissions de gaz à effet de serre.
Ils sont fixés par périodes successives de 5 ans, pour définir la trajectoire de baisse des émissions. La SNBC permet de mobiliser les financements pour la transition énergétique. Cela passe par un prix du carbone suffisamment élevé, ce qui est fait dans la loi de transition énergétique pour la croissance verte avec la fixation d'une trajectoire à 56 € par tonne de CO_2 en 2020 et à 100 € par tonne de CO_2 en 2030.

Le ministère de la Transition Écologique et Solidaire a rendu public le 6 décembre 2018 le projet révisé de Stratégie nationale bas-carbone (SNBC2 ; 2019-2033), visant la neutralité carbone en 2050. Ce principe de neutralité carbone impose de ne pas émettre plus de gaz à effet de serre que le territoire peut en absorber *via* notamment les forêts ou les sols.

Le projet de SNBC 2 a fait l'objet d'une consultation publique du 20 janvier au 19 février 2020. La SNBC 2 a été adoptée le 21 avril 2020. La SNBC 2 vise la neutralité carbone ce qui implique de diviser les émissions de GES au moins par un facteur 6 d'ici 2050, par rapport à 1990.
Les objectifs fixés par cette SNBC révisée par secteur seront les suivants :

- **Transports** : baisse de 28 % des émissions de GES en 2030 par rapport à 2015 et décarbonation complète en 2050 (hors aérien) ;
- **Bâtiment** : baisse de 49 % des émissions de GES en 2030 par rapport à 2015 et décarbonation complète en 2050 ;
- **Agriculture** : baisse de 19 % des émissions de GES en 2030 par rapport à 2015 et de 46 % en 2050 ;
- **Forets et sous-bois** : maximiser les puits de carbone (séquestration dans les sols, la forêt et les produits bois) en 2050 ;
- **Production d'énergie** : baisse de 33 % des émissions de GES en 2030 par rapport à 2015 et décarbonation complète en 2050 ;
- **Industrie** : baisse de 35 % des émissions de GES en 2030 par rapport à 2015 et de 81 % en 2050 ;
- **Déchets** : baisse de 35 % des émissions de GES en 2030 par rapport à 2015 et de 66 % en 2050.

La nouvelle version de la SNBC fixe les budgets Carbone pour les périodes 2019-2023, 2024-2028 et 2029-2033 (graphique ci-dessous).

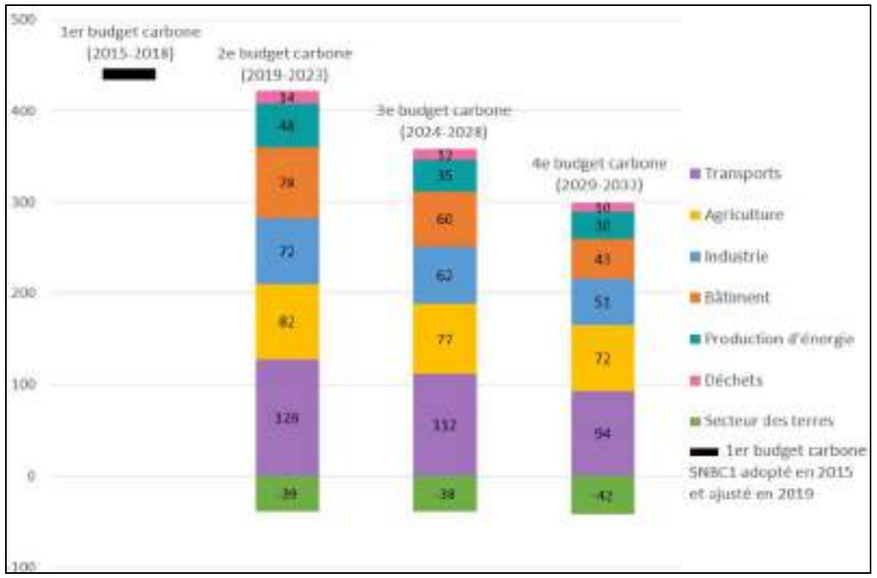


Figure 170 : Budgets carbone par secteur en Mt de CO_2 équivalent tels que définis dans la SNBC 2
(Source : Ministère de transition écologique et solidaire**)**

Plan de Déplacements Urbains intercommunal [PDUi] / Plan de Mobilité (PDM)

Le PDU est un outil global de planification de la mobilité à l'échelle d'une agglomération.
L'établissement d'un plan de déplacements urbains est obligatoire dans les périmètres de transports urbains inclus dans les agglomérations de plus de 100 000 habitants.
Il définit les principes d'organisation du transport et du stationnement des personnes et des marchandises, tous modes confondus.
Le PDU constitue également aussi un outil de programmation, car il hiérarchise et prévoit le financement de ses actions. Il doit développer les transports publics et les modes de transport propres, organiser le stationnement et aménager la voirie. Des itinéraires cyclables devront être réalisés à l'occasion de la réalisation ou de la réhovation de voirie.
Le PDU est élaboré dans le cadre d'une démarche participative, associant différents acteurs institutionnels et de la société civile.
La Loi d'Orientation des Mobilités fait évoluer le « Plan de Déplacements Urbains » (PDU) en « Plan de Mobilités » (PDM).
La planche suivante illustre les différents PDM[63] au sein de la région Sud PACA.

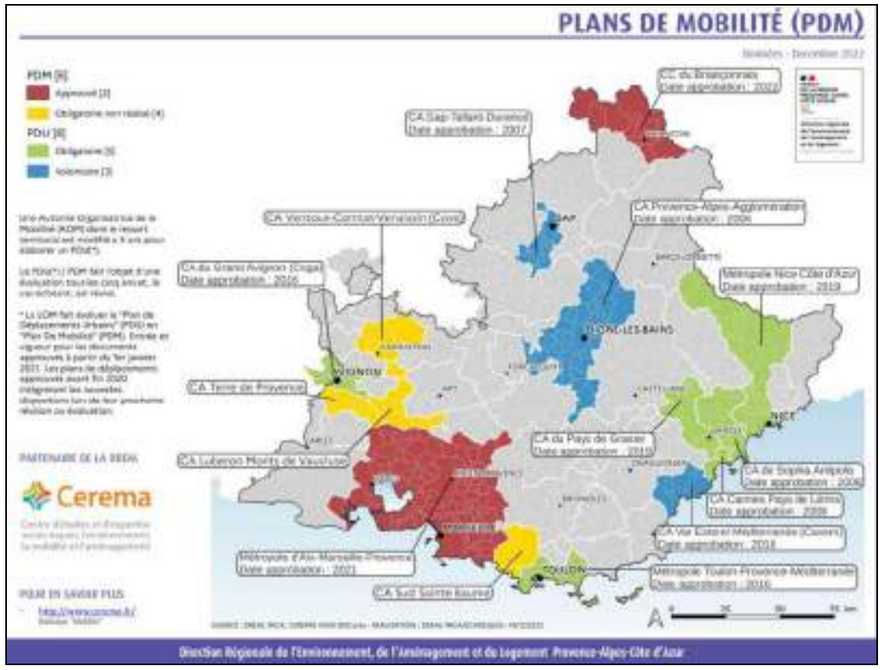


Figure 171 : Plans De Mobilités au sein de la région Sud PACA au 14 décembre 2022 (source : DREAL PACA**)**

La commune de Sénas est soumise au PDM de la Métropole Aix-Marseille-Provence (2020 – 2030) approuvé par le conseil de la Métropole le 16 décembre 2021.

Ce PDM[64] définit les principaux enjeux et les projets opérationnels nécessaires à la mise en place d'une politique de la mobilité efficace, efficiente, équitable et respectueuse de l'environnement. Il s'organise autour de 4 enjeux majeurs, 17 objectifs stratégiques et opérationnels :

- **Enjeu 1 : Une métropole polycentrique aux densités contrastés**
  - Objectif 1 : Une mobilité adaptée à la taille des communes
  - Objectif 2 : Une mobilité adaptée aux pôles stratégiques

- **Enjeu 2 : Un cadre de vie remarquable et respirable**
  - Objectif 3 : Améliorer la transition énergétique :
    - -28% de GES entre 2012 et 2030.
    - -29% de consommation d'énergie entre 2012 et 2030.
  - Objectif 4 : Améliorer la santé publique :
    - -75% d'oxydes d'azote entre 2012 et 2030.
    - -47% de particules PM10 entre 2012 et 2030.
    - -55% de particules PM2,5 entre 2012 et 2030.
    - -37% des composés organiques volatiles entre 2012 et 2030.
  - Objectif 5 : Limiter l'impact sur l'environnement.

- **Enjeu 3 : Une métropole attractive, fluide et accessible à tous**
  - Objectif 6 : Relier efficacement les pôles urbains.
  - Objectif 7 : Faciliter l'accès aux pôles logistiques et le report modal.
  - Objectif 8 : L'accessibilité multimodale aux portes d'entrée.
  - Objectif 9 : Le droit à la mobilité.

- **Enjeu 4 : Une combinaison de modes de déplacement**
  - Objectif 10 : -15 % de déplacements en voiture ou moto.
  - Objectif 11 : Plus de personnes par voiture.
  - Objectif 12 : Partager l'espace public.

[63] https://www.paca.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/pdm.pdf

[64] https://ampmetropole.fr/missions/mobilite/une-mobilite-de-projets-davenir/le-plan-de-mobilite/

- Objectif 13 : La marche, le mode des courtes distances.
- Objectif 14 : 7% des déplacements à vélo.
- Objectif 15 : +50% d'usage des TC.
- Objectif 16 : Connecter les modes.
- Objectif 17 : Une logistique urbaine durable.

Plan Local d'Urbanisme intercommunal (PLUi)

Par délibération du Conseil de territoire du 27 juin 2022, est acté le lancement d'une démarche d'élaboration d'un futur PLUi incluant les communes membres du pays Salonais (17 communes dont Sénas).

Dans l'attente de réalisation et approbation du PLUi, les PLU communaux restent en vigueur.

Plan Local d'Urbanisme (PLU)

Le PLU de Sénas a été approuvé par délibération du Conseil Municipal du 20 septembre 2016.

Le Projet d'Aménagement et de Développement Durable (PADD) de la commune de Sénas s'inscrit dans un esprit de « développement durable ». Il a pour objectif de définir une urbanisation qui réponde :

- À la politique de protection et de mise en valeur des paysages agricoles, naturels et urbains ;
- À la gestion des déplacements ;
- À l'offre en équipements, services et habitat ;
- Au développement économique.

En prenant en compte « l'Agenda 21 », la loi « Solidarité et Renouvellement Urbains » (SRU), la loi portant « Engagement National pour l'Environnement » (Loi du Grenelle II) et la loi pour « l'Accès au Logement et un Urbanisme Rénové » (ALUR).

Pour répondre à ces enjeux, ce PADD s'articule autour de 4 grandes orientations :

- **Mettre en place les conditions d'un développement urbain maîtrisé,** l'enjeu étant d'avoir une réflexion sur les extensions urbaines (types de logements et d'activités, densité, besoins et coûts induits, phasage,…), leur qualité architecturale, urbaine et paysagère et leurs interconnexions avec les autres quartiers existants (déplacements doux,…).
- **Préserver l'environnement, les paysages et le cadre de vie,** l'enjeu étant de conjuguer préservation des espaces agricoles et naturels, prévention des risques et développement urbain.
- **Favoriser le développement économique,** l'enjeu étant non seulement de ne pas devenir une commune uniquement résidentielle, mais également de participer pleinement à la stratégie de développement économique, en profitant de sa situation géographique privilégiée (échangeur de l'Autoroute A7).
- **Structurer les déplacements,** l'enjeu étant d'améliorer la mobilité interne et externe d'une part (tous modes confondus) en assurant la fluidité et la sécurisation des déplacements traversant la commune et d'autre part en permettant le rattachement des nouvelles extensions au tissu existant.

Plan Particules et Plan d'Urgence pour la qualité de l'air

Résultant du contentieux européen, le Grenelle de l'environnement avait fixé pour la France un objectif extrêmement ambitieux de réduction de 30 % des particules PM2,5 pour 2015. Pour y parvenir, un **Plan Particules** a été mis en place en juillet 2010. Ce plan comprenait des mesures dans le secteur domestique, l'industrie et le tertiaire, les transports et le secteur agricole, en vue d'améliorer l'état des connaissances sur le sujet. L'objectif principal de ce plan était la réduction de la pollution de fond par les particules en proposant des mesures pérennes dans tous les secteurs concernés. Il prévoyait aussi des actions de prévention et de gestion des pics de pollution, en faisant appel à la fois à des mesures :

- Régaliennes et obligatoires (renforcement de normes, augmentation des contrôles, éco-conditionnalité des aides...) ;
- Incitatives (crédit d'impôt, zones d'actions prioritaires pour l'air...) ;
- Portant sur une plus forte sensibilisation et mobilisation de la population et des acteurs de terrain.

Ce plan prévoyait surtout l'expérimentation de **Z**ones d'**A**ctions **P**rioritaires pour l'**A**ir (ZAPA) autour et dans certaines agglomérations volontaires où sont constatés ou prévus des dépassements des valeurs limites de la qualité de l'air, ainsi que l'instauration de l'« éco-redevance » kilométrique pour les poids lourds.

Faisant suite à l'échec des zones d'actions prioritaires pour l'air, à la suspension de l'éco-redevance, à l'échec relatif de la traduction des mesures des PPA en termes d'amélioration de la qualité de l'air, le ministre délégué chargé des Transports, de la Mer et de la Pêche avait mis en route, en septembre 2012, un **C**omité **I**nterministériel de la **Q**ualité de l'**A**ir

(CIQA). Ce comité s'est réuni en 2013 pour débattre du plan d'urgence pour la qualité de l'air.

Ce plan propose un total de 38 mesures à partir des cinq priorités suivantes :

- **Priorité 1 : favoriser le développement de toutes les formes de transport et de mobilité propres par des mesures incitatives** (mesures 1 à 26). Ces mesures sont destinées à :
  - Favoriser le covoiturage (mesures 1 à 4) ;
  - Favoriser une logistique propre des derniers kilomètres en ville (mesures 5 à 10) ;
  - Accélérer le développement des véhicules électriques en ville (mesures 11 à 13) ;
  - Créer des leviers pour renouveler le parc des véhicules polluants (mesures 14 à 18) ;
  - Développer les transports en commun (mesures 19 à 22) ;
  - Développer le déplacement à bicyclette et la marche à pied (mesures 23 à 26).
- **Priorité 2 : réguler le flux de véhicules dans les zones particulièrement affectées par la pollution atmosphérique** (mesures 27 à 32). Parmi les moyens pour parvenir à cela, on distingue :
  - Les mesures d'ordre public environnemental (mesure 27 à 30) : réduire ponctuellement la vitesse sur certains axes routiers, développer sur les voies rapides urbaines des mesures de gestion dynamique du trafic, renforcer les mesures en cas d'épisode de pollution, soutenir la mise en place d'une politique plus incitative en matière de stationnement payant, etc.
  - L'identification des véhicules (mesures 31 à 32).
- **Priorité 3 : réduire les émissions des installations de combustion industrielles et individuelles** (mesures 33 et 34). La nouvelle politique de l'air s'attaque à réduire les émissions des installations de combustion, qu'elles soient industrielles ou individuelles. On peut notamment citer la mise en place d'une aide au renouvellement des appareils de chauffage au bois les plus anciens et l'étude de la pose d'inserts dans les cheminées à foyer ouvert.
- **Priorité 4 : promouvoir fiscalement les véhicules et les solutions de mobilité plus vertueux en termes de qualité de l'air**.
- **Priorité 5 : informer et sensibiliser les citoyens aux enjeux de la qualité de l'air** (mesures 35 à 38). Les moyens prévus sont les suivants :
  - La communication et l'information nationale (mesure 35) ;
  - La communication locale (mesures 36 à 38).

Certificat qualité de l'air – Crit'Air

Pour protéger la santé des populations et favoriser le développement des véhicules à faibles émissions, la feuille de route issue de la conférence environnementale 2014 a prévu la création d'un dispositif d'identification des véhicules : le certificat Qualité de l'Air.
Ce dispositif a pour objectif de favoriser les véhicules les moins polluants en facilitant leur identification par le biais du « certificat Qualité de l'Air ».
Une nomenclature sous forme de pastilles de couleur va classer les voitures en 6 catégories, dépendant de leurs émissions en polluants atmosphériques (oxydes d'azote, particules, hydrocarbures imbrûlés et monoxyde de carbone), avec notamment une catégorie particulière pour les véhicules électriques.

Classe Crit'Air	2 roues, tricycles et quadricycles à moteur	Voitures		Véhicules utilitaires légers < 3,5 t		Poids-lourds, autobus et autocars	
	Véhicules électriques et hydrogène						
1	Véhicules gaz Véhicules hybrides rechargeables						
Classe Crit'Air	Date de première immatriculation ou norme Euro						
	2 roues, tricycles et quadricycles à moteur	Voitures		Véhicules utilitaires légers < 3,5 t		Poids-lourds, autobus et autocars	
		Diesel	Essence	Diesel	Essence	Diesel	Essence
1	EURO 4 à partir du 01.01.2017 pour les motocycles à partir du 01.01.2018 pour les cyclomoteurs	-	EURO 5 et 6 à partir du 01.01.2011	-	EURO 5 et 6 à partir du 01.01.2011	-	EURO 6 à partir du 01.01.2014
2	EURO 3 du 01.01.2007 au 31.12.2016 pour les motocycles et au 31.12.2017 pour les cyclomoteurs	EURO 5 et 6 à partir du 01.01.2011	EURO 4 du 01.01.2006 au 31.12.2010	EURO 5 et 6 à partir du 01.01.2011	EURO 4 du 01.01.2006 au 31.12.2010	EURO 6 à partir du 01.01.2014	EURO 5 du 01.10.2009 au 31.12.2013
3	EURO 2 du 01.07.2004 au 31.12.2006	EURO 4 du 01.01.2006 au 31.12.2010	EURO 2 et 3 du 01.01.1997 au 31.12.2005	EURO 4 du 01.01.2006 au 31.12.2010	EURO 2 et 3 du 01.10.1997 au 31.12.2005	EURO 5 du 01.10.2009 au 31.12.2013	EURO 3 et 4 du 01.10.2001 au 30.09.2009
4	Pas de norme tout type du 01.06.2000 au 30.06.2004	EURO 3 du 01.01.2001 au 31.12.2005	-	EURO 3 du 01.01.2001 au 31.12.2005	-	EURO 4 du 01.10.2006 au 30.09.2009	-
5	-	EURO 2 du 01.01.1997 au 31.12.2000	-	EURO 2 du 01.10.1997 au 31.12.2000	-	EURO 3 du 01.10.2001 au 30.09.2006	-
Pas de Crit'Air	Pas de norme tout type jusqu'au 31.05.2000	EURO 1 et avant jusqu'au 31.12.1996	EURO 1 et avant jusqu'au 31.12.1996	EURO 1 et avant jusqu'au 30.09.1997	EURO 1 et avant jusqu'au 30.09.1997	EURO 1, 2 et avant jusqu'au 30.09.2001	EURO 1, 2 et avant jusqu'au 30.09.2001

Source : https://www.crit-air.fr

Figure 172 : Les différents certificats qualité de l'air en fonction du type de véhicule

Ce certificat est entré en vigueur depuis le 1er juillet 2016. Non obligatoire, le certificat permet néanmoins - en fonction de la couleur de la pastille obtenue et des règles prises par les maires - aux automobilistes ayant effectué ces démarches de :

- circuler dans les zones de circulation restreinte (ZCR/ZFE ; ZPA) ;
- bénéficier de modalités de stationnement favorables ;
- obtenir des conditions de circulation privilégiées.

Il existe plusieurs types de zones :

- **ZFE/ZCR (Zones à Faibles Émissions / Zone à Circulation Restreinte)**

Les zones ZFE (Zone à Faibles Émissions), encore désignées par le sigle ZCR entre 2016 et 2019, sont des zones permanentes. Elles sont identifiées par des panneaux de circulation.
La création d'une ZFE/ZCR relève de la compétence de la commune concernée et repose sur les dispositions fixées par le Décret ZCR 2016-847 du 28.06.2016. Une ZCR est mise en place après une période de 6 mois de concertation avec les acteurs locaux et les communes avoisinantes. Pour pouvoir circuler dans l'une de ces zones à circulation restreinte françaises, il est nécessaire d'avoir l'un des 6 certificats qualité de l'air apposés sur son véhicule.
Chaque ville ou municipalité détermine les catégories de vignettes autorisées à circuler dans la ZFE/ZCR, dont l'entrée est signalée par un panneau. Les catégories de vignettes concernées, ainsi que les jours et horaires d'application des restrictions sont précisées sur un panonceau attenant.

À long terme, l'objectif est d'exclure de plus en plus de vignettes des zones à circulation restreinte, de sorte que, d'ici quelques années, seules les catégories E et 1 y soient autorisées.
Dans une ZFE/ZCR, les catégories de vignettes sont exclues de manière constante, indépendamment des conditions météorologiques. Néanmoins, il se peut qu'une ZFE/ZCR se trouve dans le périmètre d'une ZPA. Auquel cas, si des restrictions de circulation sont prononcées en cas de pic de pollution pour la ZPA, ces interdictions s'appliquent également à la ZFE/ZCR. Néanmoins, si une ZFE/ZCR ne se trouve pas dans une ZPA, le maire n'est pas en mesure d'appliquer des restrictions de circulation complémentaires en fonction des conditions météorologiques.

- **ZPA (Zone de Protection de l'Air)**

Les zones de protection de l'air (ZPA) ne s'appliquent pas de façon permanente. Elles sont uniquement activées en cas de mauvaises conditions climatiques et de forte pollution atmosphérique. Elles peuvent couvrir des métropoles ou concerner une aire géographique spécifique. De ce fait, les contours de chaque zone de protection de l'air sont définis au préalable.
Étant donné que les ZPA ne sont valables qu'en cas de pic de pollution atmosphérique, les restrictions de circulation fixées par l'arrêté préfectoral n'entrent en application que lorsque les taux de pollution de l'air définis sont dépassés. Certaines catégories de vignettes sont alors exclues du trafic pour réduire les émissions de polluants, conformément aux dispositions prévues pour chaque zone de protection de l'air. C'est au préfet compétent d'activer les mesures nécessaires en cas d'épisode de pollution.

En règle générale, les zones de protection de l'air ne sont pas signalées par des panneaux spécifiques. Dans les 95 départements de France métropolitaine, il est donc quasiment impossible pour les non-résidents de connaître l'étendue exacte d'une ZPA. Conformément à l'article R411-19 du Code de la route, la mise en place d'une zone de protection de l'air relève de la compétence du préfet du département concerné. Ce dernier précise par arrêté préfectoral les modalités de mise en place d'une ZPA ainsi que les règlementations qui y sont applicables.
Les restrictions de circulation activées dans une ZPA n'entrent pas en vigueur le jour même de leur annonce. Elles sont généralement annoncées la veille pour le lendemain. Les interdictions s'appliquent dans toute la zone de protection de l'air. Si la zone de restriction de circulation se situe dans le périmètre d'une ZPA, les mesures prises en cas d'alerte pollution sont également applicables dans la ZCR aussi longtemps que nécessaire. Les restrictions propres à la ZCR reprennent effet dès la fin du pic de pollution.

- **ZPAd (Zone de Protection de l'Air départementale)**

Les zones de protection de l'air départementales (ZPAd) sont des zones de protection de l'air qui ne s'appliquent pas seulement à l'échelle locale, mais peuvent aussi concerner l'ensemble d'un département. Il est difficile de prévoir les territoires des ZPAd dans lesquels des restrictions de circulations seront activées en cas de pic de pollution atmosphérique. La zone d'application des restrictions, ainsi que les mesures concrètes mises en place doivent être précisées au cas par cas par un arrêté complémentaire. Théoriquement, ces mesures peuvent être déployées à l'échelle du département. Mais cela reste néanmoins peu probable.
La responsabilité d'activer les mesures nécessaires (y compris les éventuelles restrictions de circulation appliquées à une ou plusieurs catégories de vignettes dans une ou plusieurs communes, sur certains axes, ou l'ensemble du département) incombe au préfet du département concerné, sur consultation de l'Institut régional de surveillance de la qualité de l'air.

*La commune de Sénas est incluse dans le périmètre de la **ZPAd Bouches-du-Rhône**.*

Loi Mobilité et nouveau cadre de déploiement des ZFE

En application de la Loi d'orientation des mobilités (LOM), un nouveau décret a été signé le 16 septembre 2020 et publié au Journal Officiel du 17 septembre 2020. Celui-ci précise les critères définissant les collectivités locales soumises à l'obligation d'instaurer une zone à faibles émissions mobilité (ZFE-m) d'ici le 31 décembre 2020 – autrement dit celles qui ne respectent pas de manière régulière les normes de qualité de l'air.

En application de ce décret, sept nouvelles ZFE-m devraient entrer en vigueur dans les collectivités suivantes : Métropole d'Aix-Marseille-Provence, Métropole Nice-Côte d'Azur, Métropole Toulon-Provence-Méditerranée, Toulouse Métropole, Montpellier-Méditerranée Métropole, Eurométropole de Strasbourg et Métropole Rouen-Normandie. Leur territoire est en effet inclus en tout ou partie dans une zone administrative de surveillance de la qualité de l'air où l'une des valeurs limites d'émissions de dioxyde d'azote (NO_2), de particules PM10 ou de particules PM2,5 n'a pas été respectée au moins trois années sur les cinq dernières.

Ces ZFE-m s'ajouteront aux quatre zones déjà en place en France – celles de la Métropole de Lyon, de Grenoble-Alpes-Métropole, de la Ville de Paris et de la Métropole du Grand Paris –, où la circulation des véhicules les plus polluants est limitée, notamment grâce au système de vignettes Crit'Air.

La loi LOM prévoit qu'à compter du 1er janvier 2021, l'instauration d'une ZFE-m sera obligatoire dans un délai de deux ans lorsque les normes de qualité de l'air ne sont pas respectées de manière régulière et que « les transports terrestres sont la première source des émissions polluantes » ou lorsque « les lieux concernés par le dépassement sont situés majoritairement à proximité des voies de circulation routière ». Dans le premier cas, les émissions à prendre en compte seront celles de NOx en cas de dépassement de la limite relative au NO_2.

Le code de l'environnement prévoit la mise en place de mesures en faveur de la qualité de l'air dans des agglomérations urbaines. L'article 119 de la loi Climat et résilience, publiée durant l'été 2021, est venue renforcer par, en particulier, l'instauration, avant fin 2024, de zones à faibles émissions mobilité (ZFE-m) dans les agglomérations métropolitaines de plus de 150 000 habitants. Un arrêté publié fin décembre 2021 établit la liste ces agglomérations et les communes qu'elles incluent.

Cet arrêté met aussi à jour la liste des agglomérations (et communes y afférant) sur lesquelles doivent être adoptés des plans de protections de l'atmosphère (PPA), à savoir les agglomérations de plus de 250 000 habitants. Il indique également la liste des agglomérations (et communes y afférant) qui doivent mettre en place une surveillance adaptée de la qualité de l'air et des plans de mobilité, à savoir les agglomérations de plus de 100 000 habitants.

Ainsi :

- 43 agglomérations de plus 150 000 habitants sont désormais dans l'obligation de mettre en place une zone à faibles émissions mobilité, soit 33 agglomérations de plus par rapport à celles instaurées par la Loi d'Orientation des Mobilités, les « nouvelles » sont soulignées ici : Amiens, Angers, Annecy, Annemasse, Avignon, Bayonne, Bordeaux, Béthune, Brest, Caen, Chambéry, Clermont-Ferrand, Dijon, Douai-Lens, Dunkerque, Grenoble, Le Havre, Le Mans, Lille, Limoges, Lyon, Marseille-Aix-en-Provence, Metz, Montpellier, Mulhouse, Nancy, Nantes, Nice, Nîmes, Orléans, Paris, Pau, Perpignan, Reims, Rennes, Rouen, Saint-Étienne, Saint-Nazaire, Strasbourg, Toulon, Toulouse, Tours, Valenciennes.
- L'agglomération de Bayonne rejoint la liste des agglomérations de plus de 250 000 habitants qui doivent mettre en place un PPA. La liste complète étant désormais : Avignon, Bayonne, Bordeaux, Béthune, Clermont-Ferrand, Douai-Lens, Grenoble, Lille, Lyon, Marseille-Aix-en-Provence, Metz, Montpellier, Nancy, Nantes, Nice, Orléans, Paris, Pointe-à-Pitre-Les Abymes, Rennes, Rouen, Saint-Étienne, Strasbourg, Toulon, Toulouse, Tours, Valenciennes.
- L'agglomération de Mamoudzou (Mayotte) rejoint la liste des 64 agglomérations de plus 100 000 habitants qui doivent mettre en place un dispositif de surveillance de la qualité de l'air et un plan de déplacement urbain.

Figure 173 : Avancement du déploiement des ZFE-m

La commune de Sénas n'a pas l'obligation d'instaurer une ZFE sur son territoire et ne fait pas partie du périmètre de la ZFE-m de Marseille.

Plan National Santé Environnement [PNSE]

Le **P**lan **N**ational **S**anté **E**nvironnement (PNSE) vise à développer une approche pluridisciplinaire du thème « Santé – Environnement » sur le court et moyen terme. L'élaboration d'un plan national santé environnement (PNSE), sa déclinaison en régions et sa mise à jour tous les cinq ans ont été inscrites dans le code de la Santé publique (article L. 1311-6 dudit Code).

En 2004, le gouvernement a lancé le premier PNSE. Puis, conformément aux engagements du Grenelle de l'environnement, et à la loi de santé publique du 09 août 2004, un second PNSE a été élaboré pour la période 2009-2013 et a fait l'objet d'une déclinaison en **P**lans **R**égionaux **S**anté **E**nvironnement (PRSE). Le troisième Plan National Santé Environnement (PNSE 3) a été élaboré par le ministère de l'Environnement et celui de la Santé, en concertation avec les autres ministères, les collectivités, les associations, les partenaires sociaux et les entreprises. Il a été présenté en Conseil des Ministres en novembre 2014, et portait sur la période 2015-2019.

Le quatrième Plan National Santé Environnement (PNSE 4), période 2021-2025, intitulé « Un environnement, une santé », a été lancé le 07 mai 2021 par les ministres de la Transition Écologique, et des Solidarités et de la Santé, dans un contexte spécifique. D'un côté, les attentes citoyennes sur les questions de santé environnement sont de plus en plus fortes. Au nom du principe de précaution, le citoyen souhaite que l'impact du progrès scientifique sur son environnement, et sur sa santé, soit évalué et anticipé. Par ailleurs, la crise sanitaire de la Covid-19 a fait émerger des interrogations sur notre rapport au vivant, et rappelle le lien étroit entre santé humaine, santé animale et santé de l'environnement.

Le PNS4 s'articule autour de quatre grands axes subdivisés en 20 actions :

- **AXE 1 : S'informer, se former et informer sur l'état de mon environnement et les bons gestes à adopter pour notre santé et celle des écosystèmes**
  - Action 1 : Connaître l'état de son environnement et des bonnes pratiques à adopter.
  - Action 2 : Identifier les substances dangereuses pour la santé et l'environnement dans les objets du quotidien.
  - Action 3 : Être mieux informé sur la bonne utilisation des produits ménagers et leur impact sur la santé et l'environnement.
  - Action 4 : Informer les propriétaires d'animaux sur l'utilisation des produits biocides.
  - Action 5 : Approfondir les connaissances des professionnels sur les liens entre l'environnement et la santé.
  - Action 6 : Se renseigner sur les conseils de prévention avant et après la grossesse.
  - Action 7 : Informer et sensibiliser les jeunes à la santé environnement.

- **AXE 2 : Réduire les expositions environnementales affectant la santé humaine et celle des écosystèmes sur l'ensemble du territoire**
  - Action 8 : Maitriser l'exposition aux ondes électromagnétiques et améliorer la connaissance des impacts sanitaires.
  - Action 9 : Réduire les nuisances liées à la lumière artificielle pour la santé et l'environnement.
  - Action 10 : Prévenir et agir dans les territoires concernés par la pollution des sols.
  - Action 11 : Prévenir les impacts sanitaires des espèces nuisibles par des méthodes compatibles avec la préservation de l'environnement.
  - Action 12 : Mieux comprendre et prévenir les cas de légionellose.
  - Action 13 : Mieux gérer les risques sanitaires et environnementaux des nanomatériaux.
  - Action 14 : Améliorer la qualité de l'air intérieur au-delà des actions à la source sur les produits ménagers et les biocides.
  - Action 15 : Réduire l'exposition au bruit.
- **AXE 3 : Démultiplier les actions concrètes menées par les collectivités dans les territoires**
  - Action 16 : Créer une plateforme collaborative pour les collectivités et renforcer l'expertise des territoires pour réduire les inégalités sociales et territoriales en santé environnement.
  - Action 17 : Renforcer la sensibilisation des urbanistes et aménageurs des territoires pour mieux prendre en compte la santé environnement.
- **AXE 4 : Mieux connaître les expositions et les effets de l'environnement sur la santé des populations et sur les écosystèmes**
  - Action 18 : Créer un espace commun de partage de données environnementales pour la santé, le Green Data for Health.
  - Action 19 : Structurer et renforcer la recherche sur l'exposome et mieux connaître les maladies liées aux atteintes à l'environnement.
  - Action 20 : Surveiller la santé de la faune terrestre et prévenir les zoonoses.

Le PNSE 4 prévoit un nombre limité d'actions pour gagner en lisibilité et en efficacité par rapport au PNSE 3. En parallèle, une trentaine de plans thématiques existe. Ils permettent de répondre de manière adaptée et approfondie à certains enjeux spécifiques, comme les perturbateurs endocriniens, les produits phytopharmaceutiques, l'air ambiant, la biodiversité, etc., ainsi qu'aux attentes de la société civile.
Ils réunissent les acteurs compétents de chaque domaine selon une gouvernance propre.
Afin d'assurer la cohérence des politiques en santé environnement et de prioriser les enjeux sanitaires, la gouvernance du PNSE 4 organise les interactions entre ce plan et les autres plans sectoriels dans le cadre du comité de pilotage interministériel et du groupe santé environnement.
En effet, le PNSE 4 n'a pas vocation à doublonner ou compléter les plans nationaux thématiques existants. Dès lors qu'un plan thématique existe, il n'est pas opportun de prévoir des actions isolées au sein du PNSE 4.
Néanmoins, afin de renforcer les synergies entre les différents plans et les politiques publiques menées en santé environnement, le PNSE 4 propose, dès à présent et dans la perspective du renouvellement ou de l'évolution de certains plans thématiques, des recommandations pour ceux-ci. Comme pour les autres actions du plan, ces recommandations sont le fruit d'une co-construction avec l'ensemble des parties prenantes. Elles sont prises en compte lors de la révision de ces plans.

Les recommandations du PNSE 4 dans les divers autres plans sont par exemple (pour les thématique Air/climat) les suivantes :

- PNACC 2 (Plan national d'adaptation au changement climatique)
  - Améliorer les connaissances sur les impacts sanitaires dus au changement climatique, par exemple les épisodes longs ou répétés de chaleur extrême, ainsi que ceux consécutifs à une exposition répétée à des températures nocturnes élevées.
  - Caractériser les changements climatiques concernant les territoires ultra-marins et apprécier leurs impacts sanitaires sur les populations.
  - Développer les applications dédiées pour identifier les zones de fraîcheur, les points d'eau, etc., par exemple EXTREMA, application qui pourrait être mise à disposition sur l'ensemble du territoire métropolitain sur un mode participatif (collectivités, particuliers, etc.).
  - Adapter le bâti, la ville et les transports aux épisodes de chaleurs extrêmes.
  - Prioriser les mesures d'adaptation prévues par le PNACC 2 (bâtiment/ transport/villes) aux établissements recevant des publics sensibles, en particulier les enfants.
- PREPA (Plan de réduction des émissions de polluants atmosphériques)
  - Renforcer les mesures relatives à la prise en compte des polluants non réglementés dans le cadre de la prochaine mise à jour du PRÉPA : finaliser les travaux métrologiques sur les PUF, le carbone suie et le 1,3-butadiène et relancer une action de réduction des émissions industrielles des substances toxiques dans l'air (REISTA).
- PNSQA (Plan national de surveillance de la qualité de l'air ambiant)
  - Permettre de consolider le réseau de surveillance des pollens, notamment dans les territoires d'outre-mer, et diffuser des messages de prévention associés (possibilité d'une expérimentation communauté professionnelle territoriale de santé - CPTS).

Plan Régional Santé Environnement [PRSE]

L'adoption, le 21 juin 2004, par le Gouvernement, du Plan National Santé Environnement 1, et la demande de déclinaison de ce plan au niveau régional, constituent le cadre du PRSE1 PACA (2006-2008) adopté par le préfet de région le 27 janvier 2006.

Le **P**lan **R**égional **S**anté **E**nvironnement (PRSE) a pour fonction de définir les objectifs régionaux en matière de santé environnementale et les actions à mettre en œuvre afin de mieux détecter, évaluer et gérer l'ensemble des risques sanitaires liés aux agents chimiques, biologiques et physiques présents dans les différents milieux de vie.

Intégré au Plan Régional de Santé Publique (PRSP), dont il constitue le volet environnement, le premier PRSE 2006-2008 formalise une première étape visant à garantir dans la région un environnement respectueux de la santé de ses habitants.

Le PRSE 1 PACA définissait 24 objectifs régionaux dont 10 prioritaires tels que :

- Réduire les émissions aériennes de substances toxiques d'origine industrielle ;
- Réduire les émissions de particules diesel par les sources mobiles ;
- Promouvoir les modes de déplacements alternatifs ;
- Réduire les émissions de NOx dans les installations industrielles ;
- Améliorer l'information sur la prévention de l'asthme et des allergies.

Le bilan du PRSE 1 constitue un outil d'orientation pour l'élaboration du PRSE 2 PACA (2009-2014) qui est la déclinaison du PNSE 2.

Le PRSE 2 PACA, validé le 29 juin 2010 par le Groupe Régional Santé Environnement (GRSE) et approuvé par arrêté préfectoral le 16 juillet 2010, était articulé autour de 3 enjeux prioritaires :

- EAU - Sécuriser et garantir l'accès de tous à une ressource de qualité afin de réduire les effets sanitaires liés aux différents usages de l'eau ;
- AIR - Réduire et contrôler les expositions à la pollution atmosphérique ayant un impact sur la santé ;
- CONNAISSANCE - Favoriser la connaissance, la recherche, l'information et L'éducation sur les risques sanitaires actuels et émergents liés à l'environnement.

Ces trois enjeux ont été déclinés en plan d'actions comprenant à terme du PRSE 2, 222 projets concrets et opérationnels (111 à vocation régionale, 111 à vocation départementale).

La répartition des projets départementaux est la suivante : Bouches-du-Rhône (55 projets) ; Vaucluse (18 projets) ; Alpes-Maritimes (16 projets) ; Hautes-Alpes (11 projets) ; Alpes-de-Haute-Provence (7 projets) et Var (4 projets).

Les actions (déclinées en sous actions et en mesures) concernant l'enjeu AIR étaient les suivantes :

- Action 6 : Réduire l'exposition à la pollution aux particules
- Action 7 : Réduire les autres expositions à fort impact sanitaire
- Action 8 : Informer et communiquer sur l'air et la santé
- Action 9 : Gouvernance

Faisant suite à l'adoption du troisième plan national santé environnement en novembre 2014, les travaux d'élaboration du Plan Régional Santé Environnement ont été lancés.

Le bilan du PRSE 2 constitue un outil d'orientation pour l'élaboration du PRSE 3 PACA (2015-2021) qui est la déclinaison du PNSE 3.

Le PRSE 3 PACA (2015-2021), adopté le 06 décembre 2017 de manière tripartite (ARS, DREAL, Région) comprend 9 orientations déclinées en actions : Air (18 actions) ; Eau (8 actions) ; Habitat (6 actions) ; Bruit (1 action) ; Risques émergents et changement climatique (4 actions) ; Système de santé (3 actions) ; Urbanisme (5 actions) ; Déchets (3 actions) ; Alimentation (3 actions).

Les actions notables en termes de qualité de l'air sont, par exemple :

- Réduire les émissions polluantes issues de l'industrie et des transports notamment sur la partie Ouest des Bouches-du-Rhône ;
- Mieux caractériser les émissions issues du secteur industriel et des transports notamment sur la partie Ouest des Bouches-du-Rhône ;
- Consolider les données sanitaires et environnementales disponibles notamment pour la partie Ouest des Bouches-du-Rhône ;
- Réduire les émissions liées aux secteurs résidentiel et agricole ;
- Réduire les émissions de particules du secteur résidentiel en rappelant l'interdiction de brûlage des déchets verts et les solutions mises à disposition par les collectivités ;
- Améliorer la prise en compte de la problématique santé environnement dans les documents de planification territoriale relatifs aux déplacements (voyageurs et marchandises) ainsi qu'à l'urbanisme et au logement (Feuille de route transports) ;
- Promouvoir les mobilités actives, évaluer et valoriser leurs effets sur la santé et l'environnement (Feuille de route transports) ;
- Réduire les émissions polluantes issues des transports, notamment par la promotion des transports en commun ;
- Renforcer la surveillance, les prévisions et l'information sur les concentrations de pollens et de moisissures allergisantes dans l'air extérieur et évaluer l'exposition de la population ;

- Former et informer les élus et les professionnels (santé, environnement, etc.) sur la qualité de l'air ;
- Informer, sensibiliser, éduquer les jeunes et le public à la qualité de l'air ;
- Former les professionnels de la périnatalité aux risques sanitaires liés à l'environnement ;
- Tester, sur la base du volontariat, la mise en place de quelques études d'impact sur la santé à l'échelle d'un quartier permettant d'intégrer au mieux les enjeux sanitaires et environnementaux ;
- Améliorer la gestion des déchets issus du BTP (poussière, plastique, amiante, plomb) et développer la mise en place des chantiers propres.

Le quatrième Plan National Santé Environnement (PNSE 4) « Un environnement, une santé » a été lancé par les ministères de la Transition écologique et des Solidarités et de la Santé en mai 2021. Ce PNSE 4 sera décliné en Sud Provence-Alpes-Côte d'Azur par l'Agence Régionale de Santé (ARS), la Direction de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement (DREAL) et la Région Sud dans le cadre du quatrième Plan Régional Santé Environnement (PRSE 4).
Conformément à l'instruction interministérielle N° DGS/SDEA/DGPR/2022/80 du 13 avril 2022 relative à la définition et la mise en œuvre des plans régionaux santé environnement, le PRSE 4 (2022-2028) sera élaboré en lien avec les partenaires de la région avant fin 2023.

Plan Climat National

Le Plan Climat a été lancé le 6 juillet 2017 afin d'accélérer la transition énergétique et climatique.

Alors que les impacts du dérèglement climatique se multiplient, il est urgent de retrouver au plus vite une trajectoire de réduction des émissions de gaz à effet de serre compatible avec l'objectif de maintenir le réchauffement de la planète en dessous de 1,5 °C/2 °C, cible de l'Accord de Paris.
L'objet du Plan climat est de contribuer au changement d'échelle dans la mobilisation des États, mais aussi de toute la société française, des entreprises, des associations, de la recherche, des collectivités territoriales, des partenaires sociaux, dans tous les secteurs : bâtiment, transports, énergies, agriculture et forêts, industrie et déchets. La solidarité avec les plus vulnérables constitue un fil rouge à l'ensemble des actions.
Le Plan climat fixe un nouveau cap, celui de la neutralité carbone à horizon 2050.
Il s'appuie sur l'intelligence collective de l'ensemble des acteurs, pour coconstruire des solutions à l'échelle dans les domaines de l'énergie et de l'économie circulaire. Une partie des actions passe par un renforcement du lien avec les collectivités territoriales et les filières industrielles, dans une logique de contractualisation.
Le Plan Climat comprend 23 axes d'action venant décliner 6 lignes directrices :

- **Rendre irréversible la mise en œuvre de l'Accord de Paris**

AXE 1. Rendre irréversible la lutte contre le changement climatique en l'inscrivant dans notre droit.
AXE 2. Rendre irréversible la lutte contre le changement climatique par la mobilisation de tous.

- **Améliorer le quotidien de tous les Français**

AXE 3. Faire de la rénovation thermique une priorité nationale et éradiquer la précarité énergétique en 10 ans.
AXE 4. Rendre la mobilité propre accessible à tous et développer l'innovation (norme EURO 7 ; mettre fin à la vente des véhicules émettant des GES en 2040).
AXE 5. Travailler au cœur des territoires.
AXE 6. Permettre à tous de consommer de manière responsable et solidaire.
AXE 7. Donner aux petites et moyennes entreprises les moyens d'agir contre le changement climatique

- **En finir avec les énergies fossiles et s'engager dans la neutralité carbone**

AXE 8. Décarboner la production d'énergie et assurer une transition maîtrisée.
AXE 9. Laisser les hydrocarbures dans le sous-sol.
AXE 10. Renforcer la fiscalité écologique et donner au carbone son véritable prix.
AXE 11. Se donner une nouvelle stratégie visant la neutralité carbone à l'horizon 2050

- **La France n°1 de l'économie verte**

AXE 12. Miser sur la recherche et l'innovation pour trouver les solutions d'avenir.
AXE 13. Faire de la place de Paris le pôle international de la finance verte.
AXE 14. Accélérer le déploiement des énergies renouvelables

- **Mobiliser le potentiel des écosystèmes et de l'agriculture pour lutter contre le changement climatique**

AXE 15. Mettre fin à l'importation en France de produits contribuant à la déforestation.
AXE 16. Engager la transformation de nos systèmes agricoles pour réduire les émissions et améliorer le captage du carbone dans les sols.
AXE 17. Promouvoir une gestion active et durable des forêts françaises pour préserver et amplifier leur rôle central dans le stockage du carbone.
AXE 18. Contribuer à la protection des écosystèmes terrestres et marins en France et à l'international.
AXE 19. S'adapter au changement climatique.

- **Renforcer la mobilisation internationale sur la diplomatie climatique**

AXE 20. Renforcer l'ambition climatique de l'Europe.
AXE 21. Accompagner les efforts des pays en développement dans la mise en œuvre des engagements.

AXE 22. Promouvoir et porter des initiatives internationales innovantes et ambitieuses permettant de consolider l'engagement international sur le climat.
AXE 23. Renforcer la prise en compte des enjeux environnementaux dans les nouveaux accords commerciaux.

Loi Orientation des Mobilités

La loi n°2019-1428 du 24 décembre 2019 d'orientation des mobilités est parue au journal officiel le 26 décembre 2019.
Les mesures-clés de cette loi sont résumées ci-dessous.

Apporter des solutions de mobilités à tous et dans tous les territoires

- Le droit aux transports sera transformé en droit à la mobilité pour couvrir l'ensemble des enjeux d'accès à la mobilité, qui ne se limitent ni à l'accès aux transports collectifs ni à une vision centrée sur l'infrastructure.
- L'ensemble du territoire sera couvert par des autorités organisatrices de la mobilité, afin que des solutions soient apportées à tous les citoyens et partout.
- L'exercice effectif de la compétence mobilité sera organisé à la bonne échelle selon le principe de subsidiarité. Concrètement, la loi laissera le choix aux communes, via leur intercommunalité pour qu'elles s'emparent de la compétence, et à défaut les régions seront compétentes :
  - Les métropoles, communautés urbaines, communautés d'agglomérations, et la métropole de Lyon, seront confortées dans leur rôle d'Autorité organisatrice de la mobilité (AOM).
  - Les communautés de communes pourront prendre la compétence mobilité, parce qu'elles représentent le plus souvent la bonne échelle pour les besoins de déplacement du quotidien. Les communes auront alors jusqu'au 31 décembre 2020 pour décider de transférer ou non leur compétence d'AOM à la communauté de communes.
  - Sur les territoires des communautés de communes qui n'auront pas choisi de prendre cette compétence au 1er janvier 2021, les régions deviendront AOM par subsidiarité, en complément de leur compétence mobilité à l'échelle régionale. Cette compétence pourra « revenir » à la communauté de communes si son périmètre était amené à évoluer.
- Les autorités organisatrices de la mobilité pourront plus facilement proposer les nouveaux services de mobilité dans leurs offres. La compétence d'AOM permettra ainsi d'intervenir dans 6 domaines principaux, pour développer une offre adaptée aux territoires : transport régulier, à la demande, scolaire, mobilités actives, partagées, ainsi que la mobilité solidaire.
- Les plans de mobilité sont créés, et remplaceront les actuels plan de déplacement urbain (PDU) : plus larges, ils prendront en particulier en compte l'ensemble des nouvelles formes de mobilité (mobilités actives, partagées…), la mobilité solidaire, ainsi que les enjeux de logistique. Ils s'inscriront dans des objectifs de lutte contre l'étalement urbain, contre la pollution de l'air et pour la préservation de la biodiversité.
- Un comité des partenaires sera créé par chaque autorité organisatrice structuré autour des trois grands financeurs des transports : les représentants des employeurs, des usagers, et bien sûr l'autorité organisatrice. Il sera un lieu important de concertation sur l'évolution des offres de mobilité, de la politique tarifaire, sur la qualité des services et de l'information.
- Le versement 'transport' devient versement 'mobilité'. Il sera conditionné à la mise en place de services de transport collectif régulier et donnera la possibilité de moduler son taux au sein d'un même syndicat mixte selon la densité des territoires. Il fera l'objet d'échanges au sein des comités des partenaires.
- Le rôle de la région comme chef de file de la mobilité est renforcé, pour coordonner les compétences mobilité de l'ensemble des autorités organisatrices sur leur territoire régional.
- Un contrat opérationnel de mobilité, liant les AOM et la région, permettra d'assurer la coordination de tous les acteurs à l'échelle de chaque bassin de mobilité, en associant en particulier les gestionnaires d'infrastructures telles les gares, ou les pôles d'échanges multimodaux.
- Les autorités organisatrices pourront agir dans le domaine de la mobilité solidaire en faveur des personnes vulnérables, sur le plan économique ou social : mise en place d'aides financières individuelles, de conseil ou d'accompagnement individualisé, services spécifiques, etc.
- Un accompagnement individualisé sera ainsi apporté à tout demandeur d'emploi, apprenti ou titulaire d'un contrat en alternance. Pour cela, la région, les départements, les autorités organisatrices et acteurs de la solidarité et de l'emploi élaboreront et mettront en œuvre un plan d'action commun en matière de mobilité solidaire à l'échelle du bassin de mobilité.
- La mobilité des personnes en situation de handicap sera facilitée, à travers une série de mesures concrètes : une politique tarifaire préférentielle pour les accompagnateurs sera généralisée dans les transports collectifs ; des places de stationnement comportant des bornes de recharge électrique devront être accessibles pour les personnes à mobilité réduite ; les données sur l'accessibilité aux personnes handicapées et à mobilité réduite des services et des parcours seront publiées afin de faciliter l'information sur les GPS et calculateurs d'itinéraires ; la réservation des missions d'assistance en gare sera facilitée grâce à une plateforme unique ; etc.

Accélérer la croissance des nouvelles solutions de mobilité

- L'accompagnement de l'ouverture des données de l'offre de mobilité de façon opérationnelle sur tout le territoire, à partir de décembre 2019 et au plus tard d'ici 2021, afin de permettre que 100% des informations sur les transports soient accessibles en un clic. Informations utiles pour les voyageurs, horaires des bus, véhicules en libre-service disponibles à proximité, tarifs, etc. : ces données

rassemblées en une même application permettront à la fois de faciliter son trajet, de mieux connaitre l'offre disponible et de combiner plusieurs solutions (vélo-train-bus par exemple) avec un seul titre de transports « porte-à-porte ».

- Un portail unique par région devra être proposé aux usagers, rassemblant l'ensemble de l'information multimodale sur les offres de mobilité.
- Le cadre permettant d'autoriser la circulation des véhicules autonomes en régime permanent d'ici 2020 à 2022, avec une priorité pour les navettes autonomes.
- Un cadre juridique adapté pour mener des expérimentations de solutions nouvelles de mobilité dans les territoires ruraux. Le projet de loi habilite le Gouvernement à légiférer par ordonnance pour instaurer des dérogations de niveau législatif. Cette disposition s'inscrit dans la démarche France Expérimentation.
- Le développement du covoiturage comme solution de transport au quotidien grâce à une série de mesures concrètes : la possibilité pour les collectivités locales de subventionner les solutions de covoiturage au quotidien, pour les conducteurs comme les passagers ; ou encore la création de voies réservées au covoiturage sur les grands axes routiers autour des métropoles, etc.
- Un nouveau cadre de régulation pour les offres en libre-service dites en « free floating », en fixant un régime d'autorisation préalable délivré par la commune et un cahier des charges défini localement à respecter.
- Des relations rééquilibrées entre chauffeurs VTC, livreurs et plateformes, en définissant un socle de nouveaux droits (droit à la déconnexion, droit de refuser des courses, droit de connaître le prix et la distance parcourue avant d'accepter une course). Par ailleurs, le projet de loi incitera les plateformes à mettre en place un cadre de travail de qualité pour les chauffeurs et les livreurs, à travers des chartes élaborées par les plateformes et sur lesquelles les travailleurs auront été consultés.
- La possibilité de relever la vitesse maximale de 80 à 90 km/h par les présidents de conseil départemental, maires ou présidents d'EPCI, sur leur réseau routier hors agglomération. Cela pourra être fait après avis de la commission départementale de la sécurité routière, et sur la base d'une étude d'accidentalité des sections concernées.

Réussir la transition écologique des mobilités

- L'inscription dans la loi de l'objectif d'une neutralité carbone des transports terrestres d'ici 2050, conformément aux engagements du Plan Climat traduisant l'Accord de Paris. Cet objectif s'accompagne d'une trajectoire claire : la réduction de 37,5% des émissions de gaz à effet de serre d'ici 2030 et l'interdiction de ventes de voitures à énergies fossiles carbonées d'ici 2040. La France devient le 1er pays européen à inscrire cette ambition dans la loi.
- La mise en œuvre d'un Plan vélo inédit a pour objectif de tripler la part modale du vélo d'ici 2024 (de 3 à 9%) : la lutte contre le vol avec la généralisation progressive du marquage des vélos et de stationnements sécurisés, la généralisation du savoir-rouler à l'école pour que tous les enfants entrant en 6ème maîtrisent cette pratique, l'obligation de réaliser des itinéraires cyclables en cas de travaux sur des voies urbaines ou interurbaines, la réalisation d'un schéma national des véloroutes et voies vertes, l'interdiction de stationnement cinq mètres en amont des passages piétons pour une meilleure visibilité, l'équipement des trains et des autocars.
- L'objectif de multiplier par 5 d'ici 2022 des points de recharge publics pour les véhicules électriques, et une série de mesures pour déployer la mobilité électrique : l'équipement obligatoire dans les parkings de plus de 10 places des bâtiments neufs ou rénovés, la création d'un véritable droit à la prise en habitat collectif et la simplification des règles de votes pour les travaux sur l'installation électrique dans les copropriétés, la possibilité de recharger gratuitement sur son lieu de travail, la division par plus de 2 du coût de raccordement des équipements de recharge,…
- Le développement des véhicules au gaz, en priorité pour les poids lourds, avec notamment la possibilité de raccorder des stations d'avitaillement au réseau de transport de gaz et la mise en place d'un dispositif de soutien au biogaz non injecté dans les réseaux pour un usage local pour la mobilité.
- Le soutien à l'acquisition des véhicules propres, avec le bonus pour les voitures électriques et hydrogène neuves et le suramortissement pour les poids-lourds aux gaz, hydrogène ou électrique.
- Des objectifs de transition du parc automobile professionnel, qui portent sur les flottes publiques, les flottes d'entreprises, et les flottes de taxi et de VTC.
- Des mesures concrètes pour encourager les changements de comportement : l'obligation d'accompagner toute publicité pour des véhicules terrestres à moteur par un message promotionnel encourageant l'usage des mobilités actives ou partagées, l'affichage obligatoire de la catégorie Crit'Air du véhicule dans les concessions automobiles afin de renforcer l'information de l'acheteur.
- Des déplacements domicile-travail plus propres et au cœur du dialogue social. La question des déplacements des travailleurs sera désormais inscrite comme un des thèmes des négociations obligatoires à mener dans les entreprises de plus de 50 salariés. Des accords devront être trouvés sur la manière dont les employeurs s'engagent pour faciliter les trajets de leurs salariés : aménagements d'horaire ou d'équipe, télétravail, facilitation de l'usage du vélo ou du covoiturage, prise en charge d'une partie des frais… Cet accompagnement pourra prendre la forme d'un titre-mobilité, sur le modèle du ticket restaurant.
- La création du forfait 'mobilité durable' : jusqu'à 400€/an pour aller au travail en covoiturage ou en vélo. Tous les employeurs privés et publics pourront contribuer aux frais de déplacement domicile-travail en covoiturage ou en vélo de leurs salariés, ainsi qu'avec d'autres services de mobilité partagés. Ce forfait pourra s'élever jusqu'à 400 €/an en franchise d'impôt et de cotisations sociales. Il remplacera l'indemnité kilométrique vélo mise en place jusqu'à ce jour, mais dont la mise en œuvre est restée limitée car trop complexe. Ce forfait répond à une demande des employeurs de disposer d'un outil souple pour soutenir ces modes vertueux. L'État généralisera la mise en place du forfait mobilité durable pour le vélo et le covoiturage pour tous ses agents d'ici 2020, à hauteur de 200 €/an. Ce

forfait sera cumulable avec la participation de l'employeur à l'abonnement de transport en commun, dans une limite de 400€/an (la prise en charge de l'abonnement de transport en commun reste déplafonnée).

- Des zones à faibles émissions mobilité (ZFE) pour un air plus respirable. Cet outil permettra aux collectivités de limiter la circulation aux véhicules les moins polluants, selon des critères de leur choix (périmètre, horaires, types de véhicules). Alors qu'il en existe 231 en Europe, seulement 3 agglomérations en France s'étaient engagées dans une telle démarche en France. Le projet de loi mobilités facilitera leur déploiement en donnant aux collectivités les outils nécessaires. Après l'appel lancé par le Gouvernement, 15 collectivités françaises ont annoncé s'engager dans la création ou le renforcement d'une ZFE d'ici 2020, et 23 au total sont engagées dans la démarche représentant plus de 17 millions d'habitants concernés. Par ailleurs, les restrictions de circulation lors des pics de pollution pourront être prises de façon automatique par les préfets.

Investir au service des transports du quotidien

- Une programmation des investissements 13,4 Md€ sur la période 2018-2022, soit une augmentation de 40% par rapport à la période 2013-2017. La programmation s'inscrit également dans la perspective d'une enveloppe quinquennale en progression à 14,3 Md€ sur la période 2023-2027.

- Les 3/4 des investissements pour les transports dans le quinquennat, dédiés au ferroviaire (en ajoutant les 13,4Md€ d'investissements du projet de loi mobilités et les 3,6 Md€ investis chaque année par SNCF Réseau).

- Une réorientation claire des investissements en faveur des transports du quotidien plutôt que des nouveaux grands projets. Pour cela, 5 programmes d'investissements prioritaires sont retenus pour cette programmation :

- L'entretien des réseaux existants constitue la première des priorités pour la décennie à venir. Des moyens sans précédents seront mobilisés sur 10 ans : ils augmenteront de 31 % sur 2018-2027 par rapport à la décennie précédente et seront en hausse de 70 % sur les gros travaux de rénovation. La même logique est menée sur le réseau ferroviaire existant, dont l'état s'était aussi lentement dégradé : la réforme du système ferroviaire a confirmé une hausse de 50 % des investissements, soit 3,6 Md€ par an, consacrés en priorité à la remise à niveau du réseau existant.

- La désaturation des grands nœuds ferroviaires doit aussi permettre de donner toute sa place au train dans les déplacements du quotidien autour des métropoles, et dans les liaisons avec les villes moyennes. 2,6 Md€ seront investis sur 10 ans dans cet objectif.

- L'accélération du désenclavement routier des villes moyennes et des territoires ruraux est également nécessaire, et sera portée à travers une vingtaine d'opérations pour un montant de 1 Md€ sur 10 ans.

- Le développement de l'usage des mobilités propres, partagées et actives au quotidien mobilisera par ailleurs l'État, à travers plusieurs appels à projets à hauteur de 1,2 Md€ sur 10 ans, pour accompagner les autorités organisatrices. Cela intègre la création d'un fonds vélo doté de 350 M€.

- Enfin, le renforcement de l'efficacité et du report modal dans le transport de marchandises sera soutenu, avec 2,3 Md€ investis par l'État sur 10 ans.

- Une approche nouvelle pour les grands projets passant par une réalisation phasée de ces infrastructures, en commençant en priorité par les opérations concourant d'abord à l'amélioration des déplacements du quotidien.

- La possibilité de créer des sociétés de projet afin d'accélérer la réalisation de certaines infrastructures, en réponse à l'attente forte exprimée par certains territoires. Une habilitation à légiférer par ordonnance est prévue en ce sens.

- La sécurisation de l'affectation d'une part de la TICPE au financement des infrastructures. Comme toute loi de programmation, son financement global sera défini dans le cadre de la loi de finances : 2,5Md€ sont consacrés aux investissements, en hausse de 10 % par rapport à 2018.

- Pour la 1ère fois, la contribution du transport aérien au financement des modes propres. Le surplus de taxe de solidarité acquitté par le transport aérien, servant aujourd'hui au désendettement du budget annexe de l'aviation civile, sera dorénavant affecté pour le financement de modes de transport propres, *via* l'agence de financement des infrastructures de France. Un rapport sera présenté par le Gouvernement avant le mois d'octobre sur la comparaison du niveau des taxes aériennes en Europe afin de préparer les travaux au niveau européen sur une taxation du transport aérien.

- Le Gouvernement présentera au Parlement d'ici le 30 juin 2020 un rapport sur les perspectives d'une relance des trains de nuit. Sans attendre, le Gouvernement s'est déjà engagé à pérenniser les deux lignes existantes et à en moderniser les trains pour redonner à ces lignes toute leur attractivité.

- Cette programmation tient compte des enjeux spécifiques en matière d'accessibilité des territoires de montagne, insulaires, ultra-marins et frontaliers, en leur accordant une attention particulière tant en matière d'entretien que de développement des infrastructures.

Assurer le bon fonctionnement des transports

- Un permis de conduire plus rapide et moins cher. L'obtention du permis de conduire est une condition essentielle d'insertion professionnelle mais il est aujourd'hui très cher (1 800 € en moyenne) et les délais d'obtention sont trop longs. Le Gouvernement a donc annoncé plusieurs mesures pour rendre le permis plus accessible (baisse du coût jusqu'à 30 %) et le délai d'obtention plus court, dont certaines sont traduites dans la LOI MOBILITÉS : utilisation accrue de modes d'apprentissage moins chers (simulateurs), mise en place d'un contrat-type et d'un comparateur en ligne informant des aides disponibles, pour mieux comparer les offres des auto-écoles et pouvoir faire jouer la concurrence ; réduction des délais du passage de l'examen grâce à l'expérimentation d'une inscription directe en ligne ; dispositif de suramortissement pour accompagner les auto-écoles dans l'acquisition de simulateurs etc.

- Des pièces détachées de voiture moins chères pour les automobilistes. Aujourd'hui, les constructeurs automobiles ont l'exclusivité sur les pièces détachées visibles (rétroviseurs, ailes, capots, optiques, vitrage), et ce contrairement à d'autres pays (Royaume-Uni, Espagne, Italie). Cette situation ne favorise pas la concurrence et le niveau des prix pour l'automobiliste. Le marché sera donc progressivement ouvert, en réduisant la période durant laquelle les constructeurs ont l'exclusivité sur ces pièces, pour permettre à d'autres acteurs de les proposer.

- Des mesures concrètes pour renforcer la sécurité routière, mettant notamment en œuvre les décisions du comité interministériel pour la sécurité routière du 9 janvier 2018 : interdiction de faire prendre leur repos à des salariés dans un véhicule utilitaire léger ; possibilité pour les forces de l'ordre d'effacer tout message de signalement sur les services électroniques de navigation, uniquement pour des contrôles d'alcool/drogues, les opérations de lutte contre le terrorisme, dans le cadre d'enlèvements de personnes ou d'enquêtes sur des vols ou trafics ; dispositions permettant la rétention et la suspension du permis de conduire, l'immobilisation et la mise en fourrière de véhicules, en cas de conduites sans permis ou à risques liés à des comportements addictifs (alcool, stupéfiant, téléphone…) ; obligation de vente d'éthylotests à proximité des rayons de boissons alcooliques pour tous les débits de boissons à emporter ; etc.

- La généralisation des arrêts à la demande pour les bus nocturnes, afin de pouvoir descendre plus près de sa destination. C'est une réponse concrète au sentiment d'insécurité que vivent les femmes dans les transports publics, en particulier le soir et la nuit. Le projet de loi prévoit également la remise par le Gouvernement sur les atteintes sexistes dans les transports.

- Les personnes vulnérables ne pourront être conduites hors du réseau de métro qu'à la condition de se voir préalablement proposer un hébergement d'urgence avant de quitter les lieux.

- Des mesures pour soutenir la compétitivité et la sécurité de nos ports et des activités maritimes : l'intégration des grands ports maritimes du Havre et de Rouen et du port autonome de Paris par la création d'un nouvel établissement public qui constituera le 1er port français pour le commerce extérieur ; de nouvelles dispositions permettant de sécuriser le régime juridique des conventions de terminal dans les grands ports maritimes ; et diverses mesures de simplification.

- Le monde maritime engagé dans la transition écologique et énergétique, avec des mesures concrètes : allocation dans les ports de plaisance d'ici le 1er janvier 2022 d'une partie de leurs capacités de stationnement aux navires électriques ; mise en œuvre de la convention internationale sur la responsabilité et l'indemnisation pour les dommages liés au transport par mer de substances nocives et potentiellement dangereuse (SNPD) de 2010 ; ratification de l'ordonnance soufre ; clarification juridique permettant de sécuriser les investissements d'adaptation des réseaux électriques et des quais dans les ports de commerce.

- La transformation de l'établissement public de la Société du canal Seine-Nord Europe (SCSNE) en établissement public local, afin de concrétiser la régionalisation de cette société.

- Un cadre social pour l'ouverture à la concurrence des bus de la RATP avec la mise en place d'un transfert automatique des contrats de travail de salariés qui seraient amenés à rejoindre d'autres opérateurs mais qui conserveraient le bénéfice de garanties sociales de haut niveau : garantie de l'emploi, régime spécial de retraite, garantie de rémunération, accès aux centres de santé, bénéfice de l'action sociale pendant un an. La mise en place d'un cadre social territorialisé est également prévue qui permet d'assurer des conditions d'exploitation des bus adaptées aux circulations en Île-de-France.

- Des conditions de transfert des salariés améliorées dans les transports routiers inter urbain (notamment dans la zone OPTILE) et urbain de voyageurs : pour garantir la continuité de l'exploitation en cas de changement d'opérateur et éviter toute difficulté liée à l'application des conventions collectives, la mise en place d'un mécanisme de transfert automatique des contrats de travail est prévue une fois que les partenaires sociaux des deux branches de l'inter urbain et de l'urbain auront négocié le contenu des garanties sociales accompagnant ce transfert.

- Les sociétés concessionnaires d'autoroute devront proposer une tarification réduite pour les véhicules à carburants alternatifs et des stations d'avitaillement. Le projet de loi autorise et encadre par ailleurs le dispositif de péages en flux libre que pourront proposer les sociétés concessionnaires, afin de réduire la congestion et améliorer le trajet des automobilistes.

- La gestion du réseau ferré de certaines lignes à vocation régionale pourra être confiée aux régions qui en font la demande, afin de simplifier et accélérer la gestion et la modernisation de ces infrastructures.

- Le Gouvernement élaborera dans un délai d'un an une stratégie pour le développement du fret ferroviaire, dans l'objectif de renforcer la compétitivité du fret ferroviaire face aux autres modes de transport.

Mis en consultation au printemps 2020, le décret d'application de l'article 86 de la loi d'orientation des mobilités (LOM) a été publié au Journal officiel le 17 septembre 2020. Cet article de la LOM rend obligatoire à compter de fin 2020 l'instauration d'une zone à faibles émissions mobilité (ZFE-m) dans les territoires concernés par le non-respect de manière régulière des normes de la qualité de l'air mentionnées à l'article R. 221-1 du code de l'environnement.
Le décret qui entre en application le 18 septembre 2020 insère deux nouveaux articles dans le Code général des collectivités territoriales (CGCT) pour préciser quelles communes et quels EPCI sont concernés. Le nouvel article D. 2213-1-0-2 précise que sont considérées comme ne respectant pas de manière régulière les normes de qualité de l'air "les zones administratives de surveillance de la qualité de l'air, définies en application de l'article R. 221-3 du code de l'environnement, dans lesquelles l'une des valeurs limites relatives au dioxyde d'azote (NO_2), aux particules PM10 ou aux particules PM2,5 mentionnées à l'article R. 221-1 du code de l'environnement n'est pas respectée au moins trois années sur les cinq dernières". Il prévoit en outre que les communes ou les EPCI à fiscalité propre dont

le président dispose du pouvoir de police de la circulation sont considérés comme ne respectant pas de manière régulière les valeurs limites de qualité de l'air lorsque leur territoire est inclus en tout ou partie dans une zone administrative de surveillance de la qualité de l'air mentionnée plus haut.

En revanche, ces communes et EPCI qui démontrent, "par de la modélisation ou par des mesures réalisées conformément à l'article R. 221-3 du code de l'environnement", que les valeurs limites mentionnées plus haut sont respectées pour au moins 95% de la population de chaque commune concernée "ne sont pas regardés comme dépassant de façon régulière les normes de qualité de l'air", indique le décret. Le nouvel article contient également une disposition qui ne figurait pas dans le projet de décret soumis à consultation publique. Ainsi, "sans préjudice" de la mesure précédente, "ne sont pas regardés comme dépassant de façon régulière les normes de qualité de l'air les communes ou les EPCI à fiscalité propre dont le président dispose du pouvoir de police de la circulation qui démontrent que les actions mises en place, notamment celles prévues dans le cadre d'un plan de protection de l'atmosphère élaboré en application de l'article L. 222-4 du code de l'environnement , permettent d'atteindre les valeurs limites [mentionnées plus haut] pour l'ensemble de la population de chaque commune concernée, dans des délais plus courts que ceux procédant de la mise en place d'une zone à faibles émissions mobilité". Ces deux dernières dispositions (III et IV de l'article 1er du décret) ne sont pas applicables aux métropoles, à la métropole d'**Aix-Marseille-Provence**, à la métropole du Grand Paris, à la métropole de Lyon ainsi qu'aux communes situées sur leur territoire.

Quant au deuxième article inséré par le décret dans le CGCT (D. 2213-1-0-3), il caractérise la notion de prépondérance des transports terrestres dans le dépassement des valeurs limites : ils sont considérés comme source prépondérante lorsqu'ils "sont la première source des émissions polluantes", ou quand "les lieux concernés par le dépassement sont situés majoritairement à proximité des voies de circulation routière".

Quatre collectivités ont déjà mis en place des ZFE-m, a rappelé le ministère de la Transition écologique dans un communiqué : la métropole de Lyon, Grenoble-Alpes-Métropole, la ville de Paris et la métropole du Grand Paris. En application du décret publié ce 17 septembre, a-t-il souligné, "sept nouvelles ZFE-m devront obligatoirement être mises en place par des métropoles françaises : métropole d'**Aix-Marseille-Provence**, métropole Nice-Côte d'Azur, métropole Toulon-Provence-Méditerranée, Toulouse Métropole, Montpellier-Méditerranée Métropole, Eurométropole de Strasbourg et métropole Rouen-Normandie."

Certains territoires n'ayant pas obligation de mettre en place une ZFE sont néanmoins engagés dans une réflexion[65] : CA de la Rochelle ; CA du Grand Annecy ; CA Valence Romans Agglo ; CC Cluses-Arve et Montagnes ; CC de la Vallée de Chamonix-Mont-Blanc ; CC Faucigny-Glières ; CC Pays du Mont-Blanc ; Clermont Auvergne Métropole ; CU d'Arras ; CU du Grand Reims ; Métropole du Grand Nancy ; Métropole Européenne de Lille ; Saint-Etienne Métropole.

[65] https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/le-parc-de-vehicules-selon-leur-categorie-critair-dans-les-zones-faibles-emissions-zfe

ANNEXE N°5 : DONNEES DE LA STATION ATMOSUD

Tableau 80: Concentrations en NO_2 relevées par AtmoSud à la station la plus proche du projet

NOx et NO_2 µg/m³		NOx	NO_2				
		Moyenne annuelle	Moyenne annuelle	Maximum horaire	Nb Dép. 200 µg/m³ en moyenne horaire	Maximum journalier	Nb Dép. 25 µg/m³ en moyenne journalière
Station	Année	Niveau critique 30 µg/m³	Valeur limite : 40 µg/m³ OMS : 10 µg/m³	-	Valeur limite : 18 dép. max. OMS : seuil à ne pas dépasser	-	OMS : 3 à 4 dép. max
Salon	2018	n.d.	15	88	0	41	35
	2019	n.d.	15	115	0	49	53
	2020	19	13	95	0	38	20
	2021	18	12	82	0	41	15
	2022	17	12	82	0	40	17

Tableau 81 : Concentrations en PM10 relevées par AtmoSud à la station la plus proche du projet

PM10 µg/m³		Moyenne annuelle	Maximum journalier	Nb Dép. 50 µg/m³ en moyenne journalière	Nb Dép. 45 µg/m³ en moyenne journalière
Station	Année	Valeur limite : 40 µg/m³ OMS : 15 µg/m³	-	Valeur limite : 35 dép. max.	OMS : 3 à 4 dép. max
Salon	2018	21	53	1	5
	2019	20	60	1	4
	2020	16	44	0	0
	2021	16	82	9	10
	2022	18	64	4	6

Tableau 82 : Concentrations en PM2,5 relevées par AtmoSud à la station la plus proche du projet

PM2,5 µg/m³		Moyenne annuelle	Maximum journalier	Nb Dép. 15 µg/m³ en moyenne journalière
Station	Année	Valeur limite : 25 µg/m³ OMS : 5 µg/m³	-	OMS : 3 à 4 dép. max
Salon	2020	8	28	26
	2021	10	44	55
	2022	10	59	62

Tableau 83: Concentrations en O_3 relevées par AtmoSud à la station la plus proche du projet

Ozone µg/m³		Maximum horaire	Nb Dép. 180 µg/m³ en moyenne horaire	Nb Dép. 240 µg/m³ en moyenne horaire
Station	Année	-	Seuil d'information recommandation	Seuil d'alerte
Salon	2018	193	6	0
	2019	213	14	0
	2020	205	4	0
	2021	198	6	0
	2022	202	7	0

ANNEXE N°6 : HISTORIQUE DES DONNEES SANITAIRES

Le bilan suivant est partiellement issu du site des Aasqa.

EUROPE : Les études épidémiologiques et toxicologiques de référence

❖ **Programme APHEIS**

Le programme APHEIS (Air Pollution and Health : A European Information System) copiloté par l'Institut National de Veille Sanitaire a été mis en place en 1999. Son but est de fournir aux décideurs européens, aux professionnels de la santé et de l'environnement et au grand public, des informations actualisées et faciles d'utilisation afin de les aider à prendre des décisions éclairées sur les questions auxquelles ils doivent faire face quotidiennement dans le domaine de la pollution de l'air et de ses effets sur la santé publique.

❖ **Programme CAFE**

Par exemple, dans le programme CAFE (**C**lean **A**ir **f**or **E**urope, 'un Air propre pour l'Europe'), la Commission européenne estimait à près de 300 000 le nombre de décès anticipés liés à l'exposition aux niveaux de particules observés en 2000 à travers les États membres (soit une perte d'espérance de vie de 9 mois en moyenne en Europe) et à 21 000 pour l'ozone. Le coût sanitaire pour ces deux polluants était évalué à un montant compris entre 189 et 609 milliards d'euros par an en 2020.

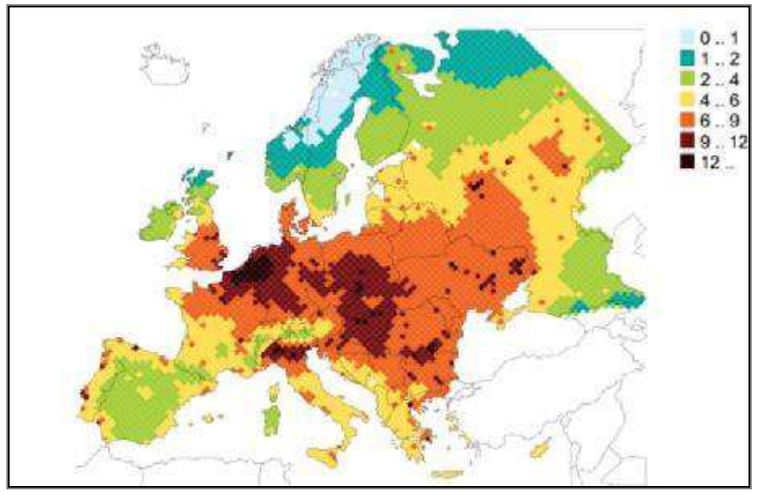


Figure 174 : Nombre de mois de perte d'espérance de vie - moyenne dans l'UE due aux particules fines (PM2,5) [Source : International Institute for Applied Systems Analysis**]**

Une évaluation de l'impact sanitaire à l'échelle de 25 pays de l'Union européenne, réalisée dans le cadre du programme CAFE (Clean Air for Europe) de la Commission européenne, s'est appuyée sur des outils de modélisation de la qualité de l'air et estimait qu'en France, en 2005, 42 000 décès étaient en relation avec l'exposition chronique aux particules fines PM2,5 d'origine humaine, ce qui correspondait à une perte moyenne d'espérance de vie de 8,2 mois.

❖ **Programme APHEKOM**

Le programme APHEKOM est un programme européen coordonné par l'Institut National de Veille Sanitaire. Neuf villes françaises ont participé au projet qui a évalué l'impact sanitaire et économique de la pollution atmosphérique urbaine dans 25 villes européennes. En complément des conclusions du projet, rendues publiques en 2011, l'Institut de veille sanitaire (InVS) a publié en 2012 un rapport spécifique aux neuf villes françaises.

FRANCE : Les études épidémiologiques et toxicologiques de référence

❖ **Les EIS (Évaluations d'Impact Sanitaire)**

Une évaluation d'impact sanitaire vise à quantifier l'impact de la pollution atmosphérique sur la santé. Interlocuteurs privilégiés des Agences régionales de santé (ARS), les Cellules interrégionales d'épidémiologie (Cire) assurent sur le terrain les évaluations d'impact sanitaire appliquées à la pollution atmosphérique (EIS-PA) commanditées pour optimiser les politiques locales de gestion de la qualité de l'air.

En date de mars 2015 : Depuis 2004, 37 zones urbaines françaises regroupant 813 communes et près de 19 millions d'habitants ont ainsi bénéficié d'EIS. Par exemple, pour la période 2008-2009, une évaluation de l'impact à long-terme de scénarios de diminution des niveaux moyens de PM2,5 sur la mortalité dans sept villes françaises (Bordeaux, Le Havre, Lyon, Paris, Rouen, Strasbourg et Toulouse) a été menée. Les concentrations moyennes de PM2,5 mesurées variaient de 15,6 µg/m^3 à Toulouse à 24,7 µg/m^3 à Lyon. Si l'ancienne valeur-guide de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) (10 µg/m^3 de PM2,5 en moyenne annuelle) avait été respectée dans ces agglomérations, 2 864 décès par an auraient pu être retardés, et le gain d'espérance de vie à 30 ans aurait pu être en moyenne entre 4,7 et 13,1 mois selon les villes.

❖ **Le PNSE (Plan National Santé Environnement)**

Le Plan National Santé Environnement vise à répondre aux interrogations des Français sur les conséquences sanitaires à court et moyen terme de l'exposition à certaines pollutions de leur environnement.
Le PNSE (rappel : plan national santé environnement) est un plan qui, conformément à l'article L. 1311 du code de la santé publique, doit être renouvelé tous les cinq ans.

Le quatrième PNSE, (2021-2025), intitulé « Un environnement, une santé », a été lancé le 07 mai 2021 par les ministres de la Transition Écologique, et des Solidarités et de la Santé, dans un contexte spécifique. D'un côté, les attentes citoyennes sur les questions de santé environnement sont de plus en plus fortes. Au nom du principe de précaution, le citoyen souhaite que l'impact du progrès scientifique sur son environnement, et sur sa santé, soit évalué et anticipé. Par ailleurs, la crise sanitaire de la Covid-19 a fait émerger des interrogations sur notre rapport au vivant, et rappelle le lien étroit entre santé humaine, santé animale et santé de l'environnement.
Le PNSE 4 s'articule autour de quatre grands axes :

- AXE 1 : S'informer, se former et informer sur l'état de mon environnement et les bons gestes à adopter pour notre santé et celle des écosystèmes
- AXE 2 : Réduire les expositions environnementales affectant la santé humaine et celle des écosystèmes sur l'ensemble du territoire
- AXE 3 : Démultiplier les actions concrètes menées par les collectivités dans les territoires
- AXE 4 : Mieux connaître les expositions et les effets de l'environnement sur la santé des populations et sur les écosystèmes

❖ **Le PSAS (Programme de Surveillance Air et Santé)**

Le PSAS est un programme conduit par l'INVS. Il a été implanté en 2007 dans 9 grandes villes françaises (Bordeaux, Le Havre, Lille, Lyon, Marseille, Paris, Rouen, Strasbourg et Toulouse). Il s'agit d'un outil de surveillance épidémiologique opérationnel et évolutif dont les objectifs sont de quantifier la relation à court terme entre la pollution atmosphérique urbaine et ses impacts sur la santé.
Les données de morbidité ont été obtenues par extraction à partir de la base du Programme de médicalisation des systèmes d'information (PMSI) des établissements hospitaliers publics, participant au service public ou de statut privé. Les indicateurs journaliers d'exposition à la pollution atmosphérique - NO_2, O_3, PM10 et PM2,5 - ont été construits à partir des concentrations mesurées sur chaque zone d'étude par les stations urbaines et périurbaines des Associations agréées de surveillance de la qualité de l'air. Pour chaque motif d'admission à l'hôpital étudié, les risques ont été estimés en prenant en compte l'exposition du jour de l'événement et de la veille (exposition 0-1 jours). Pour chaque relation exposition/risque, une analyse combinée des résultats obtenus localement a permis d'estimer un risque relatif combiné. Nous avons pu observer des relations significatives entre les niveaux de pollution particulaire (PM10, PM2,5) et de NO_2 et le nombre journalier d'hospitalisations pour causes cardiovasculaires. Ces relations sont plus importantes pour les 65 ans et plus. Elles sont également plus élevées pour les causes cardiaques, en particulier les cardiopathies ischémiques, alors qu'elles ne sont pas significatives pour les maladies cérébrovasculaires.
Concernant les admissions hospitalières pour causes respiratoires, les excès de risque relatif associés à une augmentation des niveaux de NO_2, PM10 et PM2,5 sont hétérogènes entre les zones d'études. Pour ces trois indicateurs de pollution, les excès de risque combiné sur les 8 villes sont positifs mais non significatifs. Les niveaux d'ozone sont significativement associés au risque relatif d'admission à l'hôpital pour causes respiratoires chez les personnes âgées de 65 ans et plus uniquement.

❖ **Étude ISAAC (International study of asthma and allergies in childhood)**

L'Étude ISAAC menée par l'INSERM en 2007 a pour objectif général de mieux connaître la fréquence et les facteurs de risque des maladies allergiques de l'enfant. Ce programme est toujours en fonctionnement.

Les coûts sanitaires liés à la pollution

Il est extrêmement épineux de calculer le coût social, économique et sanitaire de la pollution car, selon les polluants étudiés, les types de coûts et les valeurs retenus, des écarts sont observés dans les résultats. Ces études sont réalisées par des économistes, des épidémiologistes, et des spécialistes de l'air.

Plusieurs études ont été conduites, voici quelques résultats :

- En avril 2005, le rapport Cafe CBA, "Baseline analysis 2000 to 2020", publié en 2005 dans le cadre du programme "Clean air for Europe" par la Commission européenne estime entre 68 à 97 milliards d'euros le coût monétarisé moyen de la mortalité et de la Morbidité, soit entre 1 154 et 1 630 euros par habitant.
- En avril 2013, le commissariat Général au Développement Durable (CGDD) expertise les valeurs monétaires de référence disponibles en France et dans l'Union Européenne pour chiffrer le coût des impacts sanitaires associés à la pollution de l'air. En France ils sont estimés entre 20 et 30 milliards d'euros, ce qui représente 400 euros par habitant. Ces frais prennent en considération les consultations, les hospitalisations, les médicaments, les soins et les indemnités journalières.

- En avril 2015, le Commissariat Général au Développement Durable (CGDD) publiait un rapport sur les coûts des impacts sanitaires de la pollution atmosphérique en France. Bilan : une facture de 1 à 2 milliards d'euros par an pour les soins de santé en France.
- En mai 2015, une étude de l'Organisation mondiale de la santé (OMS) et de l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE) publie un rapport "Economic cost of the health impact of air pollution in Europe" [Le coût économique de l'impact sanitaire de la pollution de l'air en Europe]. Pour la France seule, le coût des décès imputables à la pollution de l'air s'élève à 48 milliards d'euros par an.
- En juillet 2015, un rapport du Sénat "pollution de l'air, le coût de l'inaction" estime le coût sanitaire annuel de la pollution de l'air extérieur pour la France, entre 68 et 97 milliards d'euros.

ANNEXE N°7 : METROLOGIE DES POLLUANTS

❖ Méthodologie du prélèvement passif et de l'analyse des composés mesurés

Les campagnes de mesures du NO_2 ont été menées à l'aide d'échantillonneurs passifs. L'échantillonneur passif est un tube poreux horizontal rempli d'une cartouche imprégnée d'une solution adaptée à la mesure du polluant désiré. Les tubes, à l'abri de la pluie, restent exposés pour une durée suffisamment longue. Le matériau d'absorption capte le polluant par diffusion moléculaire. Après la période d'exposition, le tube est conditionné puis envoyé au laboratoire d'analyses.

➢ *Mesure du dioxyde d'azote (NO_2)*

L'échantillonneur passif pour la mesure du dioxyde d'azote est basé sur le principe de la diffusion passive de molécules de dioxyde d'azote (NO_2) sur un absorbant, le triéthanolamine. Les échantillonneurs utilisés consistent en un tube de polypropylène de 7,4 cm de long et de 9,5 mm de diamètre. Pour protéger l'échantillonneur contre les intempéries, de même que pour diminuer l'influence du vent, un dispositif spécifique de protection est utilisé. Ce mode de prélèvement fournit une moyenne sur l'ensemble de la période d'exposition. Il permet une première appréciation de la typologie des sites de mesure et la mesure est seulement représentative pour l'endroit de mesure immédiat.

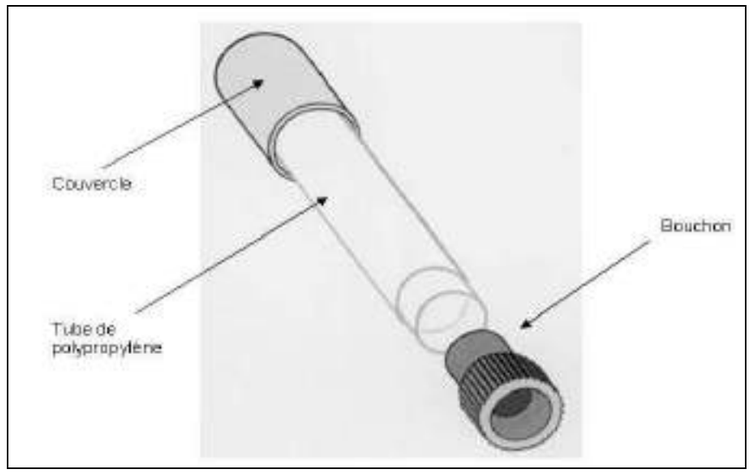


Figure 175 : Échantillonneur passif pour le dioxyde d'azote (Passam)

La quantité de dioxyde d'azote absorbée par l'absorbant est proportionnelle à sa concentration dans l'environnement. Après une exposition donnée, la quantité totale de dioxyde d'azote est extraite et déterminée par colorimétrie à 540 nm selon la réaction de Saltzmann.

L'incertitude étendue relative donnée par le laboratoire est de 20,9 % pour une concentration de 40 µg/m^3. La limite de détection est de 0,3 µg/m^3 lors d'une exposition de 4 semaines.

Théorie : La loi de Fick

La diffusion ordinaire est définie comme un transfert de matière dû à un gradient de concentration, d'une région à une autre. Pendant l'échantillonnage, ce dernier s'établit dans le tube entre le milieu absorbant et l'extrémité ouverte de l'échantillonneur. Dans des conditions de température et de pression constantes, pour un régime fluidique laminaire, le flux unidirectionnel (un seul axe) d'un gaz 1 à travers un gaz 2 est régi par la première loi de Fick :

$$F_{12} = -D_{12}\frac{dC_{12}}{dl} \qquad \textbf{Équation 1}$$

Où : F_{12} : flux unidirectionnel du gaz 1 (le polluant) dans le gaz 2 (l'air) (mol.cm^{-2}.s^{-1})
D_{12} : coefficient de diffusion moléculaire du gaz 1 dans le gaz 2 (cm².s^{-1})
dC_{12}/dl : gradient linéaire de concentration le long du trajet de diffusion
C_{12} : concentration du gaz 1 dans le gaz 2 (mol.cm^{-3})

Pour un échantillonneur cylindrique, de longueur de diffusion L (cm) et de section interne S (πr², avec r le rayon de la surface réactive) (cm²), présentant un gradient de concentration {C-C0} le long du capteur, la quantité Q de gaz 1 transférée (mol) est connue par intégration de l'équation (1) :

$$Q = F_{12}.S.t = -D_{12}\frac{(C_0 - C).S.t}{L} \qquad \textbf{Équation 2}$$

Où : C : concentration ambiante du gaz 1
C_0 : concentration du gaz 1 à la surface du réactif
$(C_0 - C)/L$: gradient de concentration le long de l'échantillonneur cylindrique de longueur L

En supposant que l'efficacité de captage du polluant par le milieu absorbant est de 100 %, les conditions limites des concentrations sont telles que $C_0 = 0$ au voisinage du piège d'où $C - C_0 = C$. L'équation (2) devient alors :

$$Q = D_{12}\frac{S}{L}C.t \qquad \textbf{Équation 3}$$

À partir de l'équation (3), la concentration s'écrit :

$$C = \frac{Q.L}{D_{12}.S.t} \qquad \textbf{Équation 4}$$

Le coefficient de diffusion de NO_2 utilisé pour le calcul des concentrations est celui donné par Palmes et al. (1976) dans l'air, à 20°C et 1 atm : $D(NO_2) = 0{,}154\ cm^2.s^{-1}$. Les dimensions du tube de Palmes considérées sont les suivantes (sources Gradko Ltd 1999) :
Longueur L = 7,116 (± 0,020) cm, Diamètre 2r = 1,091 (± 0,015) cm.
Brown et al. (1984) définissent le débit d'échantillonnage (en $cm^3.s^{-1}$) par les équations suivantes :

$$D_{éch} = \frac{D_{12}.S}{L} = \frac{Q}{C.t}$$

$D_{éch}$ ne dépend que des dimensions de l'échantillonneur (S et L) et du coefficient de diffusion moléculaire D_{12}.

Méthode de préparation des tubes

Bien que la chimie d'absorption du NO_2 soit encore mal connue, une stœchiométrie mole à mole existe entre NO_2 capté et NO_2^- présent dans la solution d'extraction. D'après Volhardt (1990), NO_2 mis en présence de TEA (triéthanolamine) donne du N-nitrosodiéthanolamine :

$$\underset{\text{triéthanolamine}}{N(CH_2CH_2OH)_3} \xrightarrow{NO_2} \underset{\text{N-nitrosodiéthanolamine}}{ON\text{-}N(CH_2CH_2OH)_2} + \text{autres produits}$$

Après extraction et analyse des ions NO_2^- formés, la concentration en NO_2 (en $\mu g.m^{-3}$) est déterminée par la première loi de Fick précédemment présentée.

Lors de la préparation des tubes avant l'exposition, l'ensemble du matériel le constituant est soigneusement nettoyé pour éviter toute contamination. Les modes de nettoyage varient. À titre d'exemple, le protocole de ERLAP (Atkins, 1978 ; Gerbolès et al. 1996) préconise un nettoyage des grilles par un traitement au détergent dans un bain aux ultrasons, puis un lavage à l'eau déminéralisée et un séchage à 100°C. Un autre exemple est donné par le protocole de l'EMD (Plaisance, 1998), pour lequel tous les composants du tube sont plongés dans un bécher rempli d'eau déminéralisée, placé sous agitation pendant 3 heures. L'eau est renouvelée 3 fois. Chaque partie est ensuite saisie à l'aide d'une pince brucelles, passée sous un jet d'eau déminéralisée avant d'être séchée à l'air comprimé.

Cette opération de lavage et séchage est répétée 3 fois. Le tube est assemblé au fur et à mesure du nettoyage de ses composants.

La solution d'imprégnation est préparée juste avant son utilisation. Elle se compose d'une solution aqueuse de TEA, du réactif de Brij 35 (éther laurique de polyoxyéthylène), et d'un composé hygroscopique ou mouillant qui a pour rôle de favoriser l'imprégnation de la solution sur les grilles. La solution préparée par les utilisateurs de tubes NO_2 a généralement la composition suivante (Plaisance, 1998 ; Atkins, 1978 ; Gerbolès et al., 1996) :

- 11,2 g de TEA dans une fiole jaugée de 100 ml (TEA à 10 % v/v) ;
- 0,309 g de Brij 35 (Brij 35 à 0,3 % v/v) ;
- complément à 100 ml avec de l'eau déminéralisée ;
- fermeture hermétique de la fiole jaugée et agitation, puis placement dans un bain à ultrasons jusqu'à dissolution totale du Brij 35.

Un volume de 30 µl de solution réactive est déposé au centre des grilles à l'aide d'une micropipette. Cette quantité est suffisante pour imprégner toute la surface des grilles. Certains déposent jusqu'à 40 à 50 µl de solution. Pour une imprégnation efficace, le tube, une fois fermé hermétiquement, est placé verticalement bouchon rouge vers le bas pendant quelques minutes (45 min préconisées par Plaisance, 1998). D'après Hangartner et al. (1989), si leur exposition n'est pas immédiate, les tubes peuvent être conservés à 4°C au réfrigérateur jusqu'à leur utilisation.

Analyse des tubes

Deux méthodes d'analyse des tubes sont proposées, l'une par colorimétrie et l'autre par chromatographie ionique. Elles ont toutes deux été utilisées directement ou indirectement par les réseaux.

- Méthode spectrométrique :

L'analyse colorimétrique utilise une variante de la méthode de Griess-Saltzman (Atkins, 1978) retenue par ERLAP. Une fois la capsule translucide retirée, l'on ajoute à l'aide d'une micropipette 3,15 ml d'une solution de sulfanilamide à 2 % (m/v) (masse/volume) et de NEDA (naphtyléthylènediamine) à 0,007 % (m/v) dans de l'acide orthophosphorique à 5 % (v/v). Cette solution est préparée au moment de son usage. Le tube est refermé hermétiquement puis agité. Le NO_2^- formé à partir du NO_2 réagit avec l'acide et le sulfanilamide pour donner un sel de diazonium qui s'associe avec le dérivé de naphtalène pour former un colorant azoïque (complexe coloré). Après un temps de développement de

la couleur de 30 min, la solution colorée est mesurée par spectrophotométrie à 542 nm. La quantité de NO_2^- (donc celle de NO_2) est mesurée à partir d'une courbe d'étalonnage, établie avec des solutions standards de $NaNO_2$, de la forme A = f([NO_2^-]) avec A l'absorbance de la solution et [NO_2^-] la concentration en ions nitrite extraits. Compte tenu du fait qu'il se forme des ions nitrite dans les tubes témoins (tubes fermés), malgré les précautions prises, la quantité formée est prise en compte en la soustrayant systématiquement aux valeurs des tubes exposés.

- Méthode chromatographique :

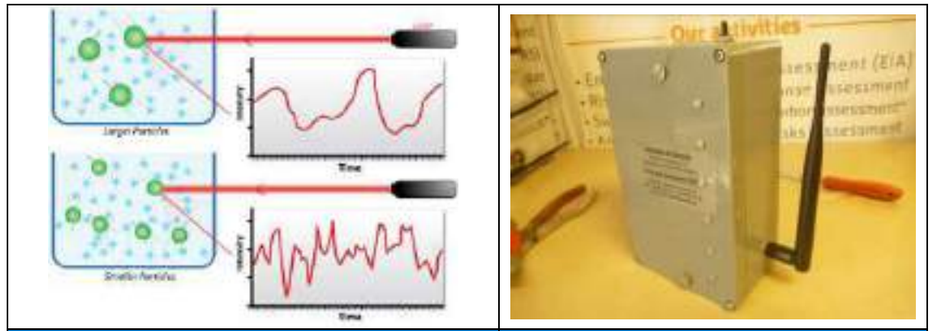
La chromatographie ionique est une méthode spécifique des ions en présence, contrairement à la méthode colorimétrique qui détermine l'absorbance d'une solution colorée. La capsule translucide du tube est enlevée puis 2,5 ml d'eau déminéralisée sont ajoutés dans le tube, ce qui permet de solubiliser entièrement les produits d'absorption du NO_2. Le tube est refermé hermétiquement puis agité manuellement pendant 2 min. La quantité d'ions NO_2^- formée est ensuite déterminée par chromatographie ionique.

❖ **Principe des micro-capteurs laser**

➢ *Mesure des particules*

L'analyse de la concentration des particules atmosphériques est réalisée par diffusion optique selon le précepte du Dynamic Light Scattering (DLS) : la longueur d'onde de la lumière diffusée est proportionnelle à la taille des particules.
Cette technique permet d'obtenir en temps réel et en simultané la concentration massique des particules PM10 et des particules fines PM2,5. La plage de mesure du capteur est de 0 à 500 µg/m^3, avec une erreur en moyenne ne dépassant pas les 10 %.

La figure ci-après représente le micro-capteur.



Principe du Dynamic Light Scattering	Photographie du micro-capteur

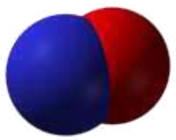
Figure 176 : Micro-capteur laser utilisé pour les mesures en continu

Le principe de fonctionnement du capteur est le suivant : un flux d'air est créé dans le capteur par ventilation. Les particules sont ainsi transportées vers une cellule illuminée par laser. La lumière diffusée par les particules est captée par une diode et convertie en un signal électrique. Ce signal est proportionnel à la concentration de particules et permet, en utilisant le théorème de Mie, de remonter à la concentration massique des deux classes de particules considérées (PM10 et PM2,5).

ANNEXE N°8 : PRESENTATION DES SUBSTANCES MESUREES

❖ Oxydes d'azote [NOx]

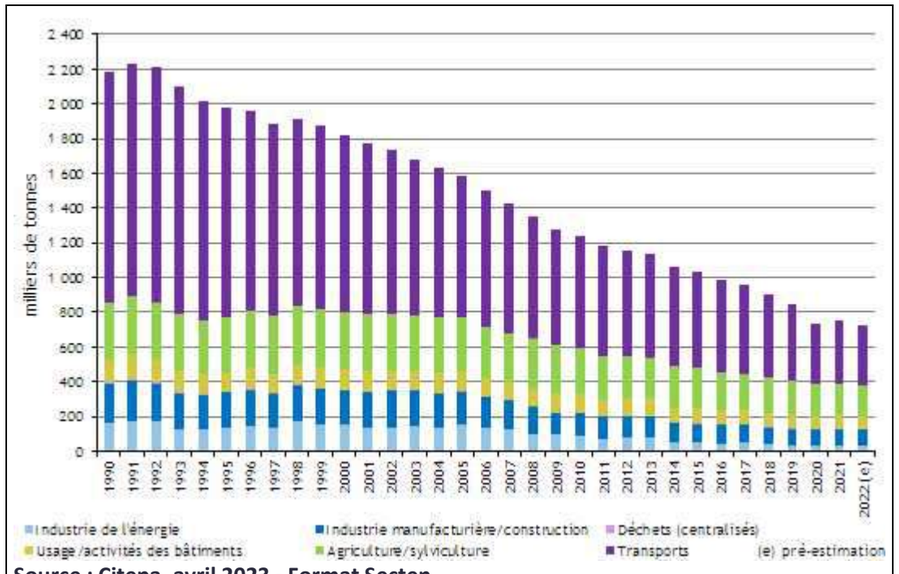
Les oxydes d'azotes [NOx] comprennent le monoxyde d'azote [NO], le dioxyde d'azote [NO_2]. La proportion de ces molécules varie avec la température. La principale source d'exposition est anthropique (lors d'émissions de véhicules diesel, combustibles fossiles, mais les NOx se forment aussi naturellement lors des orages ou des éruptions volcaniques.
À température ambiante, le monoxyde d'azote est instable, et réagit avec l'oxygène pour former du dioxyde d'azote (INRS, 1996). Le dioxyde d'azote est présent en phase gazeuse dans l'atmosphère. Il réagit avec les radicaux hydroxyles, et subit des réactions photochimiques conduisant à la formation d'ozone.



Molécule de monoxyde d'azote

Molécule de dioxyde d'azote

❖ Principales sources d'émission



Source : Citepa, avril 2023 - Format Secten

Les transports sont le 1er secteur émetteur de NOx (367.5 kt soit 49% des émissions de la France métropolitaine en 2021) et majoritairement par le transport routier (90,7 % des émissions de NOx des transports, en 2021).
Depuis 1990, la baisse observée dans ce secteur s'explique par le renouvellement du parc de véhicules et l'équipement progressif des véhicules en pots catalytiques. La tendance à la baisse plus marquée en 2020 qu'auparavant est l'effet des mesures de confinement liées à la crise sanitaire du Covid 19. De fait une légère augmentation des émissions est observées entre 2020 et 2021.

❖ Effets sur la santé

Chez l'homme, la principale voie d'exposition au monoxyde d'azote et au dioxyde d'azote est l'inhalation. Le monoxyde d'azote est naturellement présent dans l'organisme : c'est un important médiateur physiologique, notamment pour la vasodilatation des vaisseaux sanguins. Néanmoins il a une action toxique au niveau des plaquettes. Il a également des effets respiratoires.

Les enfants exposés au NO_2 dans l'air intérieur ont des symptômes respiratoires plus marqués et des prédispositions à des maladies respiratoires chroniques d'apparitions plus tardives, sans pour autant qu'il y ait une augmentation de leur fréquence. Les études chez les adultes n'ont pas montré d'augmentation de la fréquence des symptômes respiratoires. Les enfants exposés au NO_2 dans l'air extérieur montrent un allongement de la durée des symptômes respiratoires. Pour les adultes, la corrélation entre exposition et pathologies respiratoires chroniques n'est pas claire.

❖ Effets sur l'environnement

Les oxydes d'azote participent aux phénomènes des pluies acides, à la formation de l'ozone troposphérique, dont ils sont l'un des précurseurs, et à l'atteinte de la couche d'ozone stratosphérique comme à l'effet de serre.

Particules en suspension PM10 et PM2,5

Les particules sont des entités liquides ou solides en suspension dans l'air (gaz) ; elles forment avec ce dernier un aérosol (gaz + particules en suspension).

Les particules en suspension sont considérées aujourd'hui comme l'un des principaux indicateurs de la qualité de l'air. Elles peuvent être d'origine naturelle (embruns océaniques, éruptions volcaniques, feux de forêts, érosion éolienne des sols) ou anthropique (combustion incomplète de matières fossiles, transport, agriculture, activités industrielles : sidérurgie, incinération…). Une partie d'entre elles, les particules secondaires, se forme dans l'air par réaction chimique à partir de polluants précurseurs comme les oxydes de soufre, les oxydes d'azote, l'ammoniac et les composés organiques volatils.

On distingue les particules de diamètre inférieur à 10 microns (PM10), 2,5 microns (PM2,5) et 1 micron (PM1).

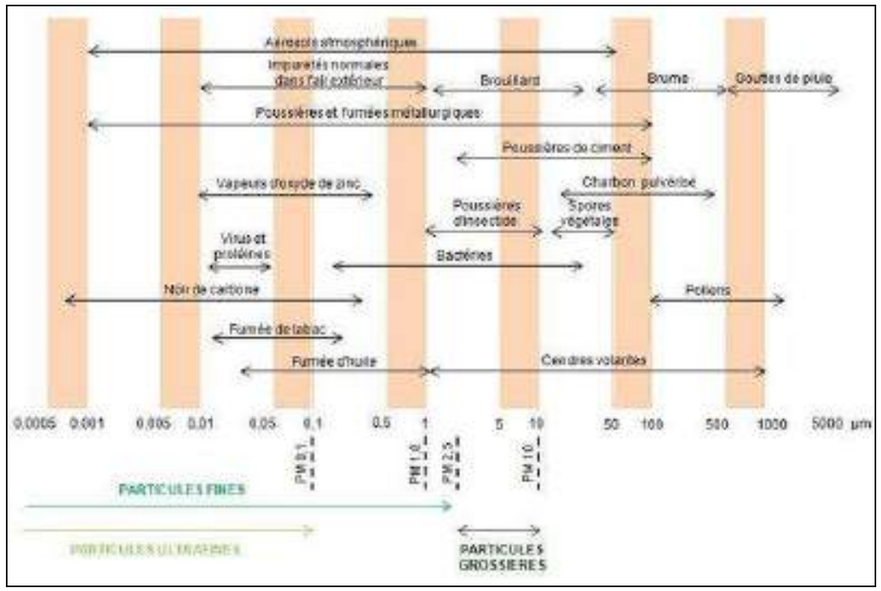
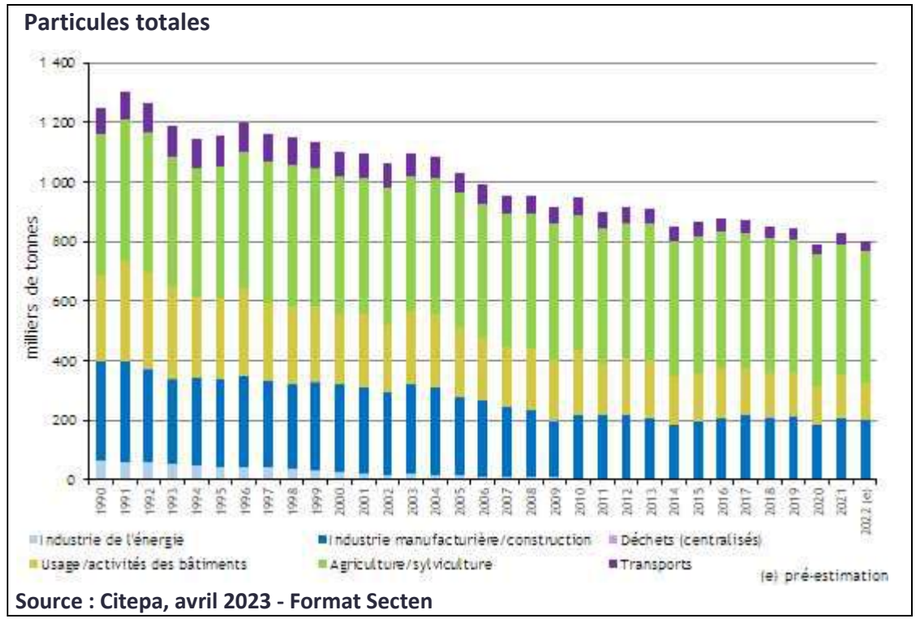


Figure 177 : taille des particules – échelle et ordre de grandeur (source : CITEPA**)**

❖ **Principales sources d'émission**

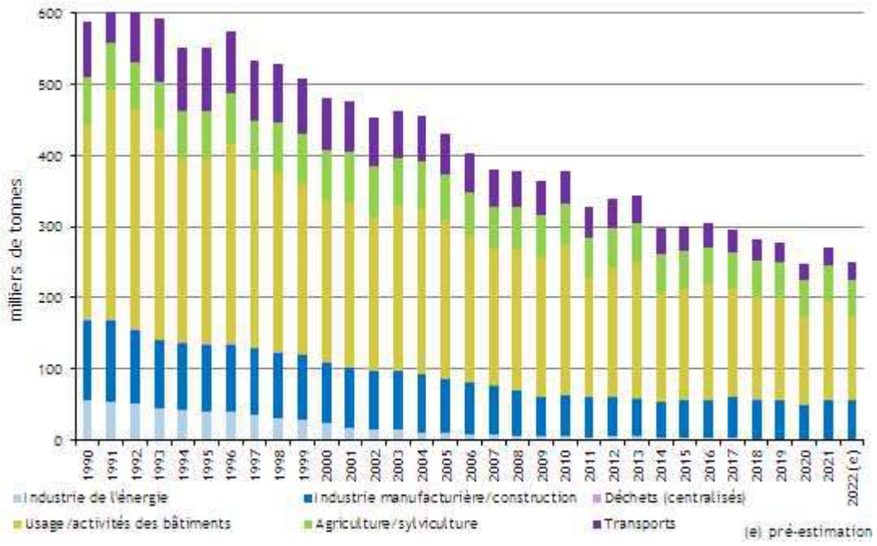


Source : Citepa, avril 2023 - Format Secten

Parmi les secteurs émetteurs, les contributions aux émissions nationales sont variables en 2021. Il s'agit par ordre d'importance de :

- l'agriculture/sylviculture avec 53 % des émissions de la France métropolitaine, notamment du fait des labours des cultures ;
- l'industrie manufacturière avec 25 %, notamment du fait des activités du BTP et de la construction (chantiers), ainsi que l'extraction de roches dans les carrières ;
- l'usage / l'activité des bâtiments résidentiels et tertiaires (18 %) ;
- les transports (4 %).

Particules PM10

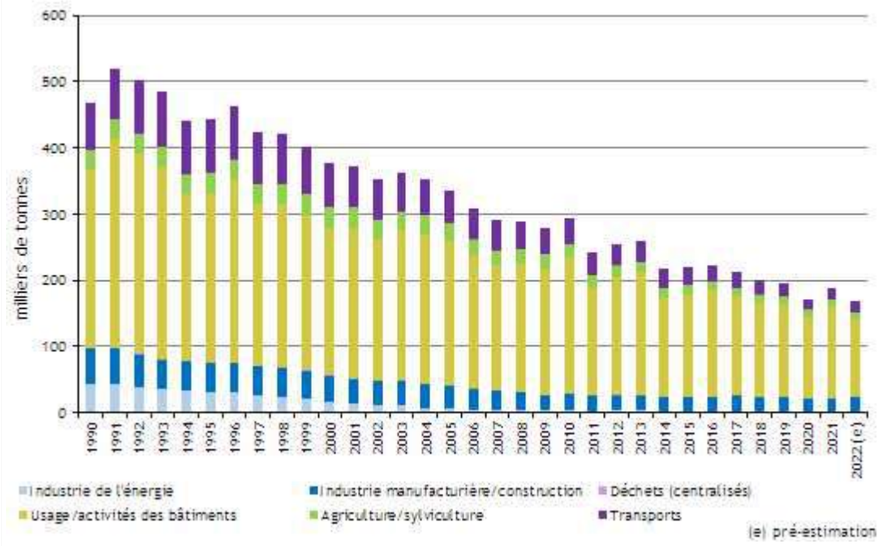


Source : Citepa, avril 2023 - Format Secten

Les secteurs contribuant aux émissions de ce polluant, par ordre de prédominance en 2021 sont :

- L'usage / l'activité des bâtiments résidentiels et tertiaires (52 %) ;
- L'industrie manufacturière/construction (20 %), en particulier le sous-secteur des minéraux non métalliques et des matériaux de construction ;
- L'agriculture / sylviculture (18 %), en particulier les élevages et lu labour des cultures ;
- Les transports (9 %) ;
- La transformation d'énergie (1 %).

Particules PM2,5



Source : Citepa, avril 2023 - Format Secten

Les émissions par ordre d'importance en 2021 sont induites par :

- L'usage / l'activité des bâtiments résidentiels et tertiaires (73 %) ;;
- L'industrie manufacturière/construction (11 %) ;
- Les transports (9 %) ;
- Le secteur de l'agriculture/sylviculture (6 %) ;
- La transformation d'énergie (1 %).

❖ **Effets sur la santé**

Leurs effets sur la santé dépendent de leur granulométrie et de leur composition chimique. Plus elles sont fines, plus elles pénètrent profondément dans l'appareil respiratoire et plus leur temps de séjour y est important. Elles peuvent contenir des produits toxiques tels que des métaux ou des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) dont certains sont cancérigènes. Une corrélation a été établie entre les niveaux élevés de PM10 et l'augmentation des admissions dans les hôpitaux et des décès, liés à des pathologies respiratoires et cardio-vasculaires.
Les préoccupations portent aujourd'hui sur des particules plus fines (PM2,5).

ANNEXE N°9 : REGLEMENTATION DES POLLUANTS ATMOSPHERIQUES

Tableau 84 : Critères nationaux de la qualité de l'air

Polluants	Valeurs limites	Objectifs de qualité	Seuil de recommandation et d'information	Seuils d'alerte	Niveau critique
Dioxyde d'azote (NO_2)	**En moyenne annuelle :** depuis le 01/01/10 : 40 µg/m³. **En moyenne horaire :** depuis le 01/01/10 : 200 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 18 heures par an.	**En moyenne annuelle :** 40 µg/m³.	**En moyenne horaire :** 200 µg/m³.	**En moyenne horaire :** 400 µg/m³ dépassé sur 3 heures consécutives. 200 µg/m³ si dépassement de ce seuil la veille, et risque de dépassement de ce seuil le lendemain.	
Oxydes d'azote (NOx)					**En moyenne annuelle** (équivalent NO_2) : 30 µg/m³ (protection de la végétation).
Dioxyde de soufre (SO_2)	**En moyenne journalière :** 125 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 3 jours par an. **En moyenne horaire :** depuis le 01/01/05 : 350 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 24 heures par an.	**En moyenne annuelle :** 50 µg/m³.	**En moyenne horaire :** 300 µg/m³.	**En moyenne horaire** sur 3 heures consécutives : 500 µg/m³.	**En moyenne annuelle et hivernale** (pour la protection de la végétation) : 20 µg/m³.
Plomb (Pb)	**En moyenne annuelle :** depuis le 01/01/02 : 0,5 µg/m³.	**En moyenne annuelle :** 0,25 µg/m³.			
Monoxyde de carbone (CO)	**Maximum journalier de la moyenne sur 8 heures :** 10 000 µg/m³.				
Particules fines de diamètre inférieur ou égal à 10 micromètres (PM10)	**En moyenne annuelle :** depuis le 01/01/05 : 40 µg/m³. **En moyenne journalière :** depuis le 01/01/2005 : 50 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 35 jours par an.	**En moyenne annuelle :** 30 µg/m³.	**En moyenne journalière :** 50 µg/m³.	**En moyenne journalière :** 80 µg/m³.	
Benzène (C_6H_6)	**En moyenne annuelle :** depuis le 01/01/10 : 5 µg/m³.	**En moyenne annuelle :** 2 µg/m³.			

Polluant	Valeurs limites	Objectifs de qualité	Seuil de recommandation et d'information	Seuils d'alerte	Valeurs cibles
Ozone (O_3)		**Seuil de protection de la santé**, pour le maximum journalier de la moyenne sur 8 heures : 120 µg/m³ pendant une année civile. **Seuil de protection de la végétation**, AOT 40* de mai à juillet de 8h à 20h : 6 000 µg/m³.h	**En moyenne horaire :** 180 µg/m³.	**Seuil d'alerte pour une protection sanitaire pour toute la population**, en moyenne horaire : 240 µg/m³ sur 1 heure **Seuils d'alerte pour la mise en œuvre progressive de mesures d'urgence**, en moyenne horaire : 1er seuil : 240 µg/m³ dépassé pendant trois heures consécutives. 2e seuil : 300 µg/m³ dépassé pendant trois heures consécutives. 3e seuil : 360 µg/m³.	**Seuil de protection de la santé :** 120 µg/m³ pour le max journalier de la moyenne sur 8h à ne pas dépasser plus de 25 jours par année civile en moyenne calculée sur 3 ans. Cette valeur cible est appliquée depuis 2010. **Seuil de protection de la végétation :** AOT 40* de mai à juillet de 8h à 20h : 18 000 µg/m³.h en moyenne calculée sur 5 ans. Cette valeur cible est appliquée depuis 2010.

* AOT 40 (exprimé en µg/m³.heure) signifie la somme des différences entre les concentrations horaires supérieures à 80 µg/m³ et le seuil de 80 µg/m³ durant une période donnée en utilisant uniquement les valeurs sur 1 heure mesurées quotidiennement entre 8 heures et 20 heures. (40 ppb ou partie par milliard=80 µg/m³)

Polluant	Valeurs limites	Objectif de qualité	Valeur cible	Objectif de réduction de l'exposition par rapport à l'IEM 2011* , qui devrait être atteint en 2020		Obligation en matière de concentration relative à l'exposition qui doit être respectée en 2015
Particules fines de diamètre inférieur ou égal à 2,5 micromètres (PM2,5)	**En moyenne annuelle :** 25 µg/m³ depuis le 01/01/15.	**En moyenne annuelle :** 10 µg/m³.	**En moyenne annuelle :** 20 µg/m³.	**Concentration initiale**	**Objectif de réduction**	20 µg/m³ pour l'IEM 2015**.
				<= à 8,5 µg/m³	0%	
				>8,5 et <13 µg/m³	10%	
				>=13 et <18 µg/m³	15%	
				>=18 et <22 µg/m³	20%	
				>= à 22 µg/m³	Toute mesure appropriée pour atteindre 18 µg/m³	

* IEM 2011 : Indicateur d'exposition moyenne de référence, correspondant à la concentration moyenne annuelle en µg/m³ sur les années 2009, 2010 et 2011.
** IEM 2015 : Indicateur d'exposition moyenne de référence, correspondant à la concentration moyenne annuelle en µg/m³ sur les années 2013, 2014 et 2015.

Polluants	Valeurs cibles* qui devraient être respectées le 31 décembre 2012
Arsenic	6 ng/m³
Cadmium	5 ng/m³
Nickel	20 ng/m³
Benzo(a)pyrène (utilisé comme traceur du risque cancérogène lié aux Hydrocarbures aromatiques polycycliques - HAP)	1 ng/m³

* Moyenne calculée sur l'année civile du contenu total de la fraction PM10.

Les critères nationaux de qualité de l'air sont définis dans le Code de l'environnement (articles R221-1 à R221-3).

Les normes à respecter en matière de qualité de l'air sont définies dans le décret n°2010-1250 du 21 octobre 2010 qui transpose la directive 2008/50/CE du Parlement européen et du Conseil du 21 mai 2008 :

- **Objectif de qualité :** niveau de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère à atteindre à long terme, sauf lorsque cela n'est pas réalisable par des mesures proportionnées, afin d'assurer une protection efficace de la santé humaine et de l'environnement dans son ensemble ;
- **Seuil d'information et de recommandations :** niveau de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé humaine des groupes particulièrement sensibles de la population rendant nécessaires des informations immédiates et adéquates ;
- **Seuil d'alerte :** niveau de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé humaine ou de dégradation de l'environnement justifiant l'intervention de mesures d'urgence ;
- **Valeur cible :** niveau de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère fixé dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets sur la santé humaine ou sur l'environnement dans son ensemble, à atteindre, dans la mesure du possible dans un délai donné ;
- **Valeur limite :** seuil maximal de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère, fixé sur la base des connaissances scientifiques, dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs de ces substances pour la santé humaine ou pour l'environnement ;
- **Niveau critique :** niveau fixé sur la base des connaissances scientifiques, au-delà duquel des effets nocifs directs peuvent se produire sur certains récepteurs, tels que les arbres, les autres plantes ou écosystèmes naturels, à l'exclusion des êtres humains.

Remarque : le 26 octobre 2022, la Commission Européenne[66] a publié une proposition de révision des directives de la qualité de l'air.

[66] https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=COM:2022:542:FIN

ANNEXE N°10 : LIGNES DIRECTRICES DE L'OMS

Polluant	Durée retenue	Niveau recommandé
$PM_{2,5}$, µg/m³	Annuel	5
	24 heures[a]	15
PM_{10}, µg/m³	Annuel	15
	24 heures[a]	45
O_3, µg/m³	Saison de pointe[b]	60
	8 heures[a]	100
NO_2, µg/m³	Annuel	10
	24 heures[a]	25
SO_2, µg/m³	24 heures[a]	40
CO, mg/m³	24 heures[a]	4

[a] 99e percentile (c.-à-d. 3 à 4 jours d'excédent par an)
[b] Moyenne de la concentration moyenne en O_3 maximale sur 8 heures et six mois consécutifs, avec la plus forte concentration en O_3 des moyennes glissantes sur six mois.

Polluant	Durée retenue	Recommandations sur la qualité de l'air restant valides
NO_2, µg/m³	1 heure	200
SO_2, µg/m³	10 minutes	500
CO, mg/m³	8 heures	10
	1 heure	35
	15 minutes	100

ANNEXE N°11 : DONNEES TRAFIC CONSIDEREES DANS L'ETUDE

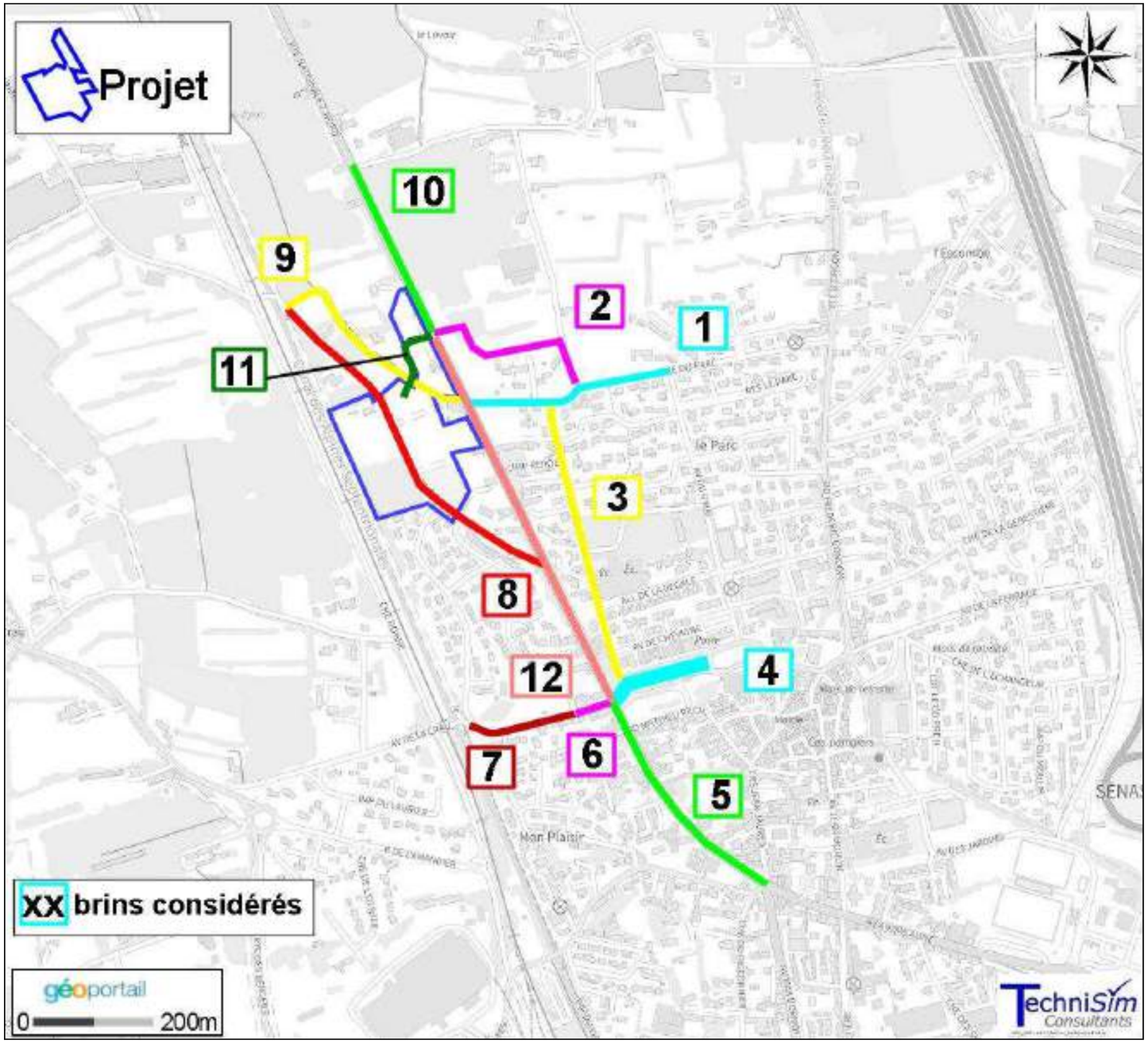


Figure 178 : Brins considérés

Tableau 85 : Données trafics considérées pour chaque situation

Brin	Nom de la voie	Longueur (m)	2023 Actuel TMJA				2028 Fil de l'eau TMJA				2028 Avec Projet TMJA			
			Poids Lourds	Vitesse PL [km/h]	Véhicules Légers	Vitesse VL [km/h]	Poids Lourds	Vitesse PL [km/h]	Véhicules Légers	Vitesse VL [km/h]	Poids Lourds	Vitesse PL [km/h]	Véhicules Légers	Vitesse VL [km/h]
1	Chemin du Parc - centre-ville	353	2	30	363	30	2	30	363	30	2	30	423	30
2	Chemin du Parc - DN7	325	0	30	0	30	0	30	0	30	3	30	632	30
3	Chemin de la Roubine	486	5	30	935	30	5	30	935	30	5	30	995	30
4	Place Auguste Joubert	182	75	30	4925	30	75	30	4925	30	77	30	5024	30
5	DN7 Av Gabriel Péri (au sud de la place Joubert)	409	394	50	9451	50	419	50	10056	50	440	50	10555	50
6	Avenue de la Crau Est	65	7	30	2168	30	7	30	2168	30	7	30	2218	30
7	Avenue de la Crau Ouest	179	6	30	1944	30	6	30	1944	30	6	30	2159	30
8	Chemin du Pont de l'Auture	624	0	30	125	30	0	30	125	30	0	30	0	30
9	Chemin des Launes	378	0	30	15	30	0	30	15	30	0	30	0	30
10	DN7 Cavaillon	308	330	50	7910	50	351	50	8414	50	358	50	8582	50
11	Voie de desserte du projet Bouygues Immobilier	145	0	30	0	30	0	30	0	30	4	30	746	30
12	DN7 (Chemin du Parc - Place Auguste Jaubert)	682	362	50	8681	50	385	50	9235	50	398	50	9550	50

Brin	Nom de la voie	Longueur (m)	2048 Fil de l'eau TMJA				2048 Avec Projet TMJA			
			Poids Lourds	Vitesse PL [km/h]	Véhicules Légers	Vitesse VL [km/h]	Poids Lourds	Vitesse PL [km/h]	Véhicules Légers	Vitesse VL [km/h]
1	Chemin du Parc - centre-ville	353	2	30	368	30	2	30	428	30
2	Chemin du Parc - DN7	325	0	30	0	30	3	30	632	30
3	Chemin de la Roubine	486	5	30	945	30	5	30	1005	30
4	Place Auguste Joubert	182	76	30	4974	30	77	30	5073	30
5	DN7 Av Gabriel Péri (au sud de la place Joubert)	409	511	50	12269	50	532	50	12768	50
6	Avenue de la Crau Est	65	7	30	2168	30	7	30	2218	30
7	Avenue de la Crau Ouest	179	6	30	1964	30	7	30	2178	30
8	Chemin du Pont de l'Auture	624	0	30	125	30	0	30	0	30
9	Chemin des Launes	378	0	30	15	30	0	30	0	30
10	DN7 Cavaillon	308	428	50	10267	50	435	50	10435	50
11	Voie de desserte du projet Bouygues Immobilier	145	0	30	0	30	4	30	746	30
12	DN7 (Chemin du Parc - Place Auguste Jaubert)	682	470	50	11268	50	483	50	11602	50

Contact

Techni*Sim* Consultants
316 rue Paul Bert
69003 LYON

Fixe : 04 37 69 92 80
Mél : technisim@wanadoo.fr

Le contenu de ce rapport est uniquement valable pour le projet faisant l'objet de cette étude.
Toute utilisation à d'autres fins que celles du présent projet doit faire l'objet d'une autorisation d'exploitation.

> ***ADDENDA** : L'absence de remarques sous un mois à compter de la date de réalisation de l'étude vaut acceptation.*
>
> *Toute reprise mineure ou majeure ultérieure sera susceptible de faire l'objet d'un avenant financier spécifique.*
>
> *Nonobstant, le suivi administratif des services instructeurs régaliens est compris dans la prestation.*

→ FIN de DOCUMENT ←

Annexe 5: Etude circulation – HORIZON CONSEIL

PROJET RÉSIDENTIEL BOUYGUES IMMOBILIER

COMMUNE DE SENAS

ETUDE DE TRAFIC ET D'IMPACT CIRCULATOIRE

Horizon Conseil
Imaginons les transports, déplaçons les horizons
23 rue Fauchier
13002 Marseille
Tél : 04 91 47 56 63
Fax : 04 91 62 59 80
contact@horizonconseil.com
www.horizonconseil.com

Janvier 2024 - ind E

Sommaire

1 - Contexte, objectifs et méthodologie p 3

2 - Phase 1 : Diagnostic des mobilités p 4

2.1. Conditions de circulation automobile p 5

2.2. Desserte en transports en commun - Accessibilité en modes actifs p 14

3 - Phase 2 : Evaluation des déplacements futurs p 19

4 - Phase 3 : Schéma de desserte et analyse des impacts circulatoires p 30

Annexe : Relevés détaillés des comptages automatiques de trafic p 39

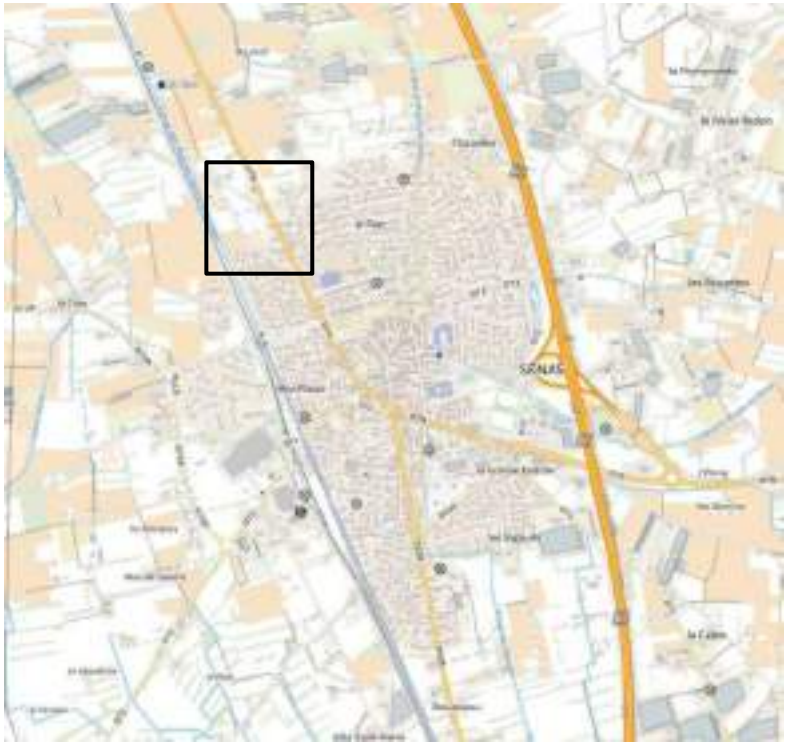
Indice	Date	Etabli par	Libellé des modifications
A	17/02/2023	D. DELAHAIE	Création du document
B	17/03/2023	D. DELAHAIE	Modifications suite à la réunion du 28/02/2023
C	21/03/2023	D. DELAHAIE	Intégration du nouveau plan masse
D	30/08/2023	D. DELAHAIE	Intégration des nouvelles données de programmation et du nouveau plan masse
E	26/01/2024	D. DELAHAIE	Intégration des nouvelles données de programmation et du nouveau plan masse

1 - Contexte, objectifs de l'étude et méthodologie

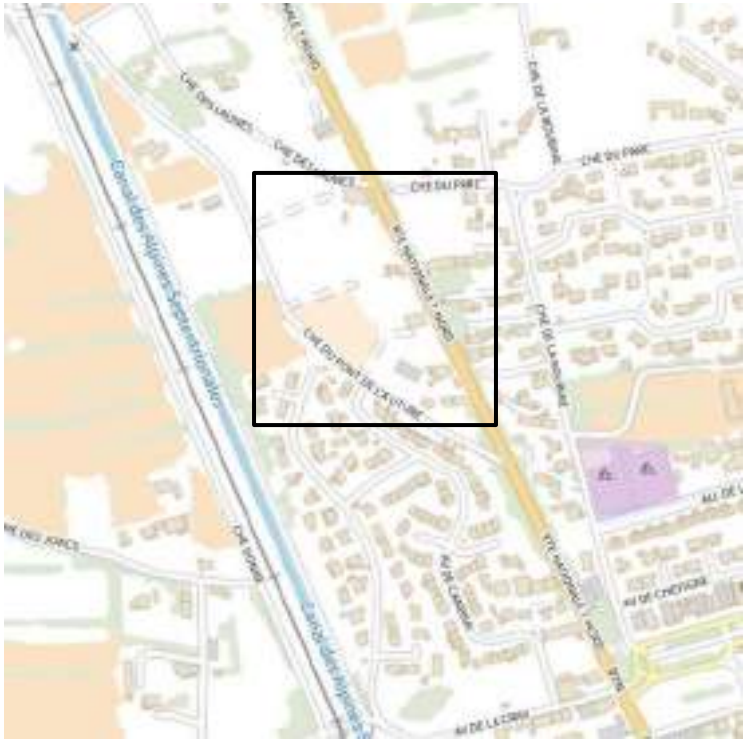
La société Bouygues Immobilier projette la réalisation d'un ensemble résidentiel de 159 logements au nord du centre-ville de Sénas, en bordure de la DN7.

Ce projet sera desservi par un carrefour à feux à réaliser sur cet axe départemental, connectant également le chemin du Parc prolongé à l'est de la voie départementale (dans le cadre d'un projet d'habitat porté par Hectare).
La voie principale de l'opération s'adossera au chemin du Pont de l'Auture, sur lequel se raccorde l'avenue de Cambrai, laquelle dessert des lotissements existants à l'ouest de la D7N.

Dans le cadre du dossier d'Etude d'Impact Environnemental, Bouygues Immobilier a confié à Horizon Conseil l'étude de trafic et d'impact circulatoire du projet, permettant d'alimenter les volets Air – Santé - Acoustique.



Un secteur d'étude en entrée Nord de Sénas, au contact de la zone urbanisée.



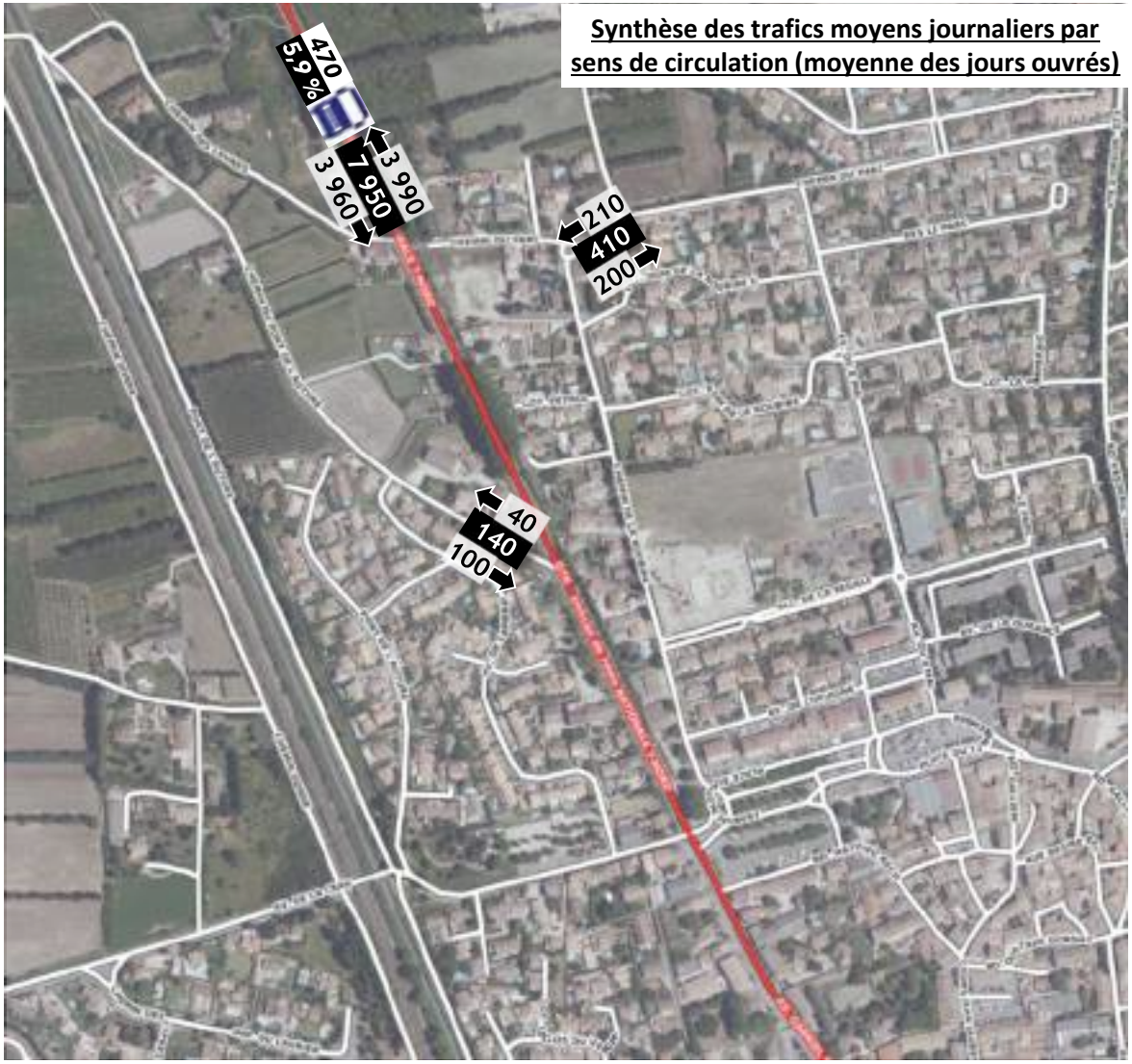
2 - Phase 1

-

Diagnostic des mobilités

2.1. Conditions de circulation automobiles

Synthèse des trafics moyens journaliers par sens de circulation (moyenne des jours ouvrés)



Route Départementale DN7 au nord du chemin du Parc :

- ✓ Un flux de 7 950 véhicules/jour ouvré, quasi équilibré par sens,
- ✓ Un niveau de trafic limité sur cet axe à la géométrie confortable.

Chemin du Parc (avant le raccordement sur le chemin de la Roubine) :

- ✓ Un trafic de près de 400 véhicules/jour ouvré deux sens,
- ✓ Un volume de trafic très faible, équilibré par sens et en lien avec la desserte locale résidentielle.

Chemin du Pont de l'Auture :

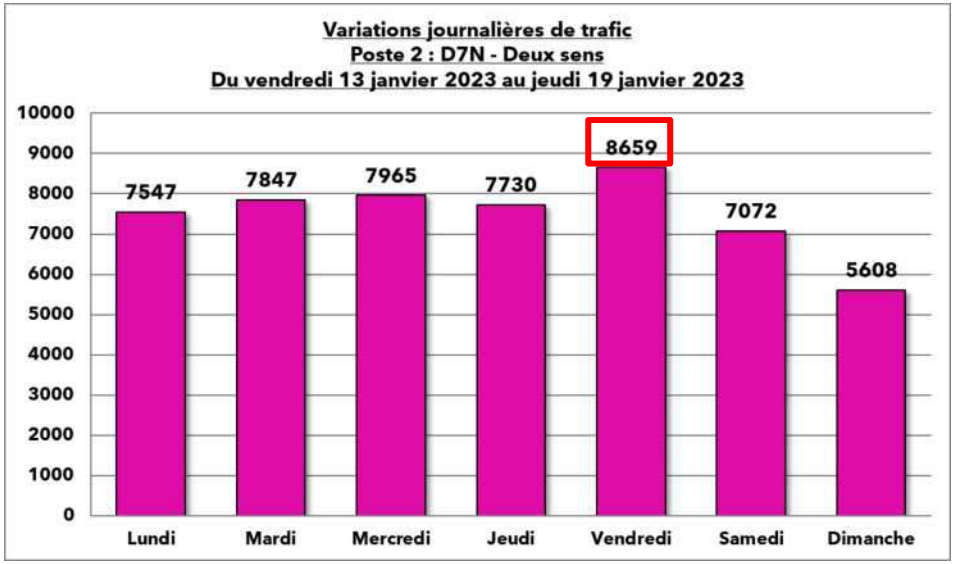
- ✓ Un trafic résiduel, de 140 véhicules/jour ouvré deux sens,
- ✓ Une circulation majoritairement orientée vers la DN7 (71 % des flux), en relation avec la desserte riveraine.

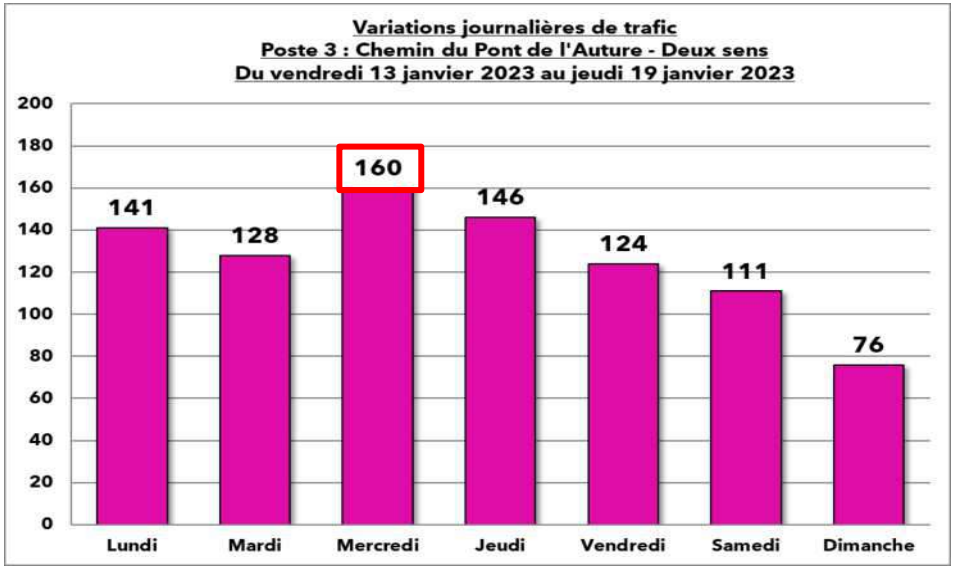
Quelques seuils à retenir pour un axe à deux voies de largeur convenable (volumes à dire d'expert)

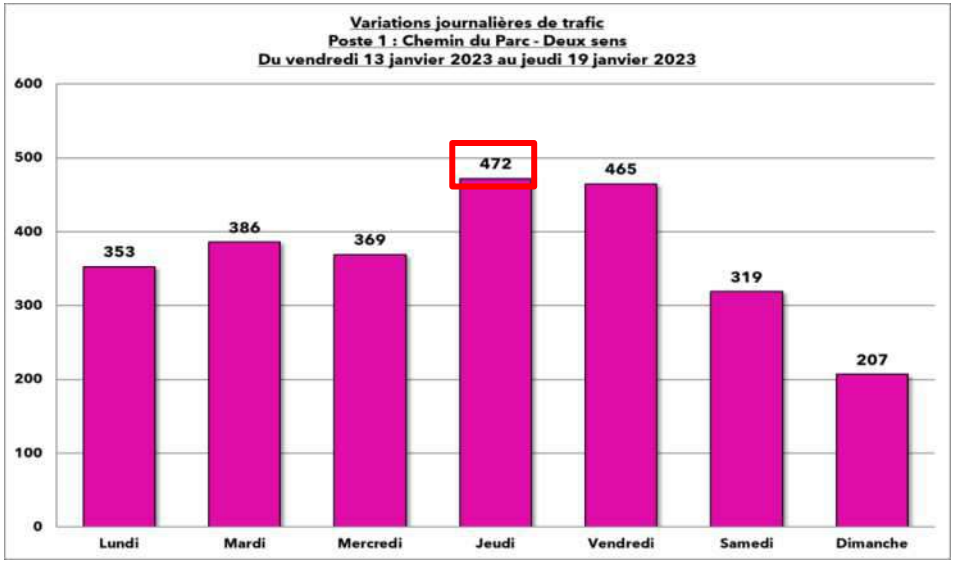
- ➢ *Trafic faible : moins de 2 500 véhicules/jour*
- ➢ *Trafic limité : entre 2 500 et 5 000 véhicules/jour*
- ➢ *Trafic modéré : entre 5 000 et 10 000 véhicules/jour*
- ➢ *Trafic significatif : entre 10 000 et 15 000 véhicules*
- ➢ *Trafic élevé : au-delà de 15 000 véhicules*

Source : Comptages automatiques de trafic du 13 au 19 janvier 2023 inclus

Variations JOURNALIÈRES de trafic sur les réseaux départementaux et communaux



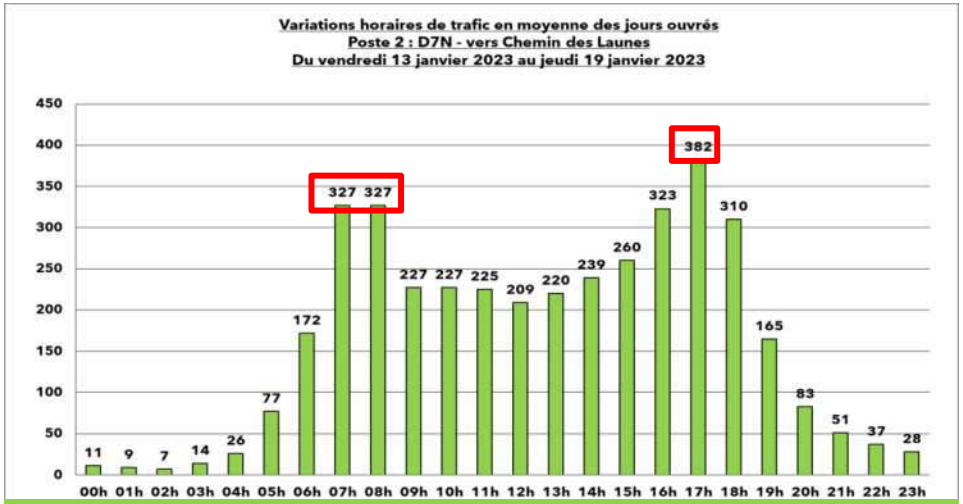


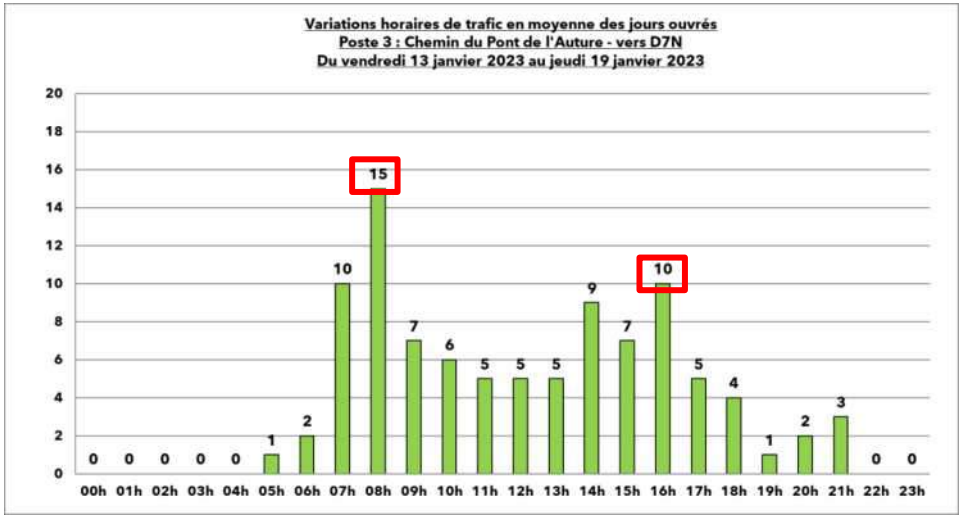


- Un « pic » de trafic le vendredi sur la DN7 (+ 9 % par rapport à la moyenne des jours ouvrés), les mercredi et jeudi sur le réseau local
- Des baisses de trafic relativement limitées le samedi, logiquement accentuées le dimanche.

Source : Comptages automatiques de trafic du 13 au 19 janvier 2023 inclus

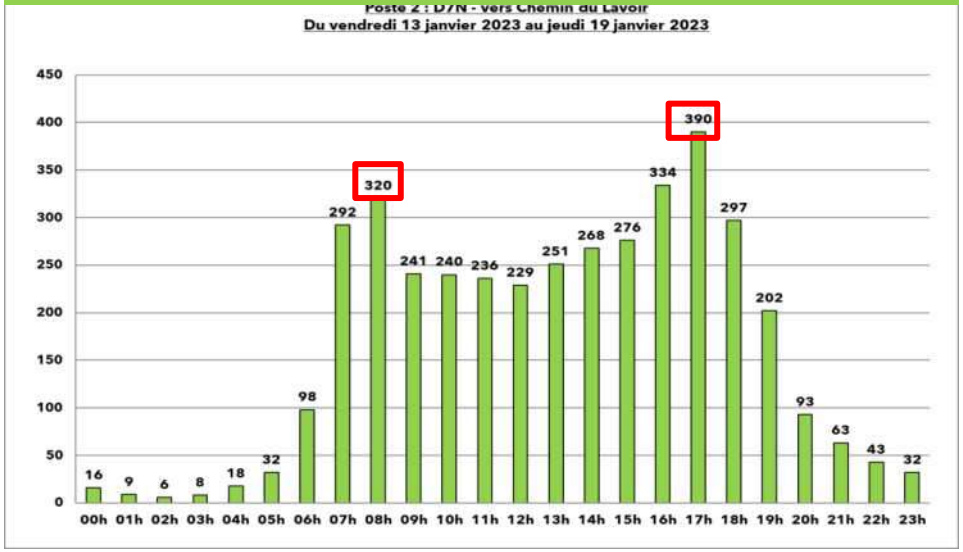
Variations HORAIRES de trafic sur la DN7 et le chemin du Pont de l'Auture

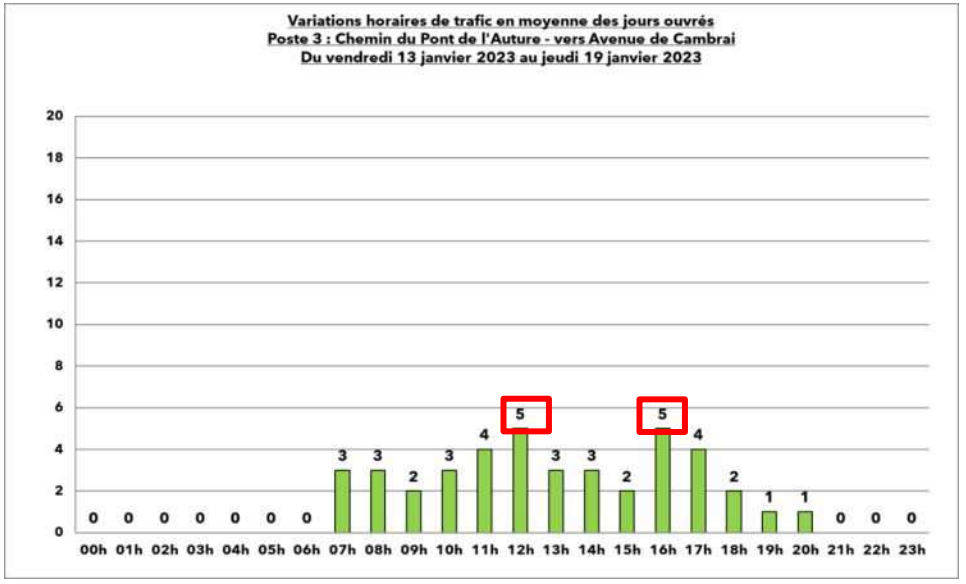




Deux logiques périodes de pointe : de 7h à 9h le matin et entre 17h et 18h en fin d'après midi
- en entrée de Sénas : des flux proches en H.P.M. et en H.P.S.
- en sortie de Sénas : un trafic plus élevé en H.P.S. par rapport à celui relevé en H.P.M.

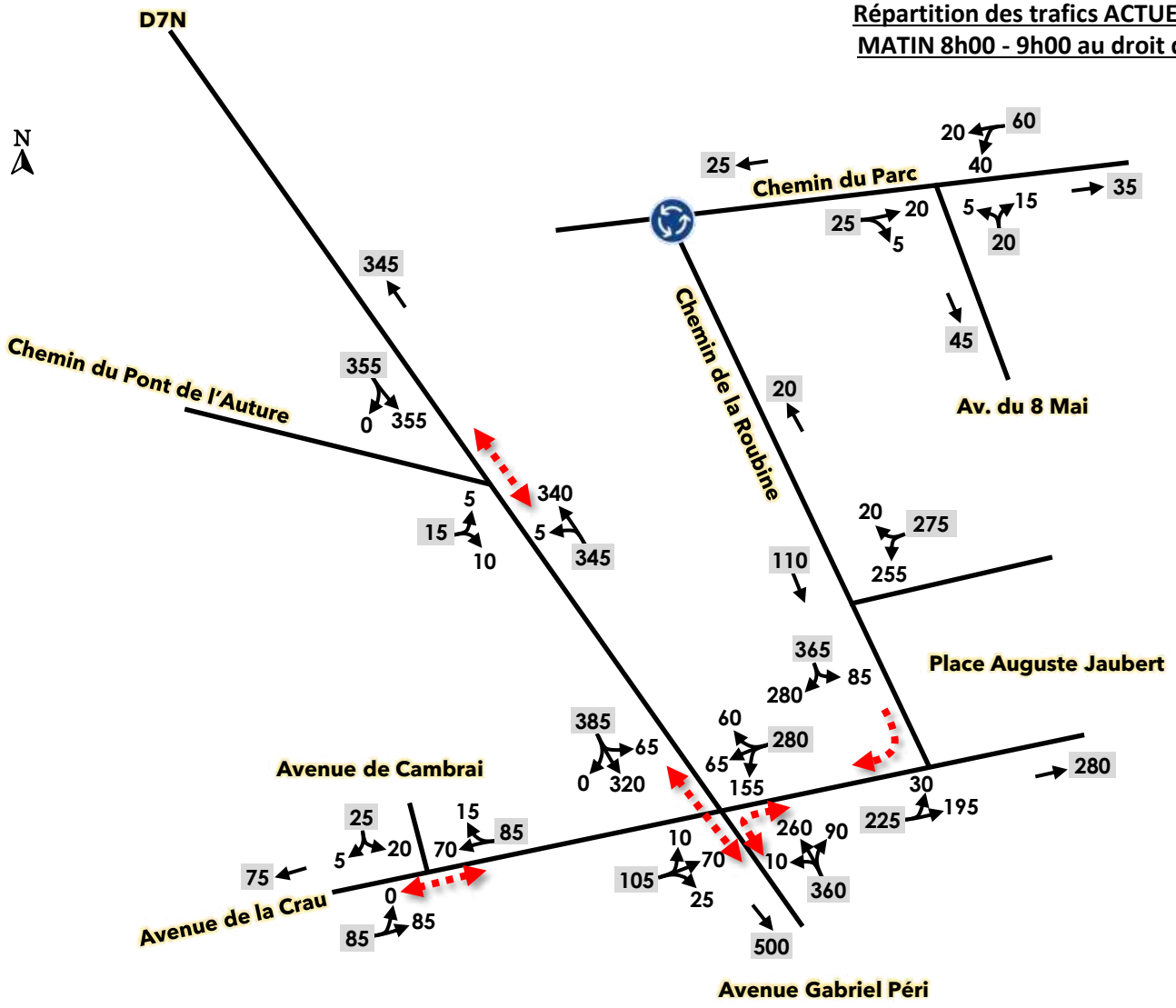
Des trafics horaires très faibles, de quelques unités par heure





Source : Comptages automatiques de trafic du 13 au 19 janvier 2023 inclus

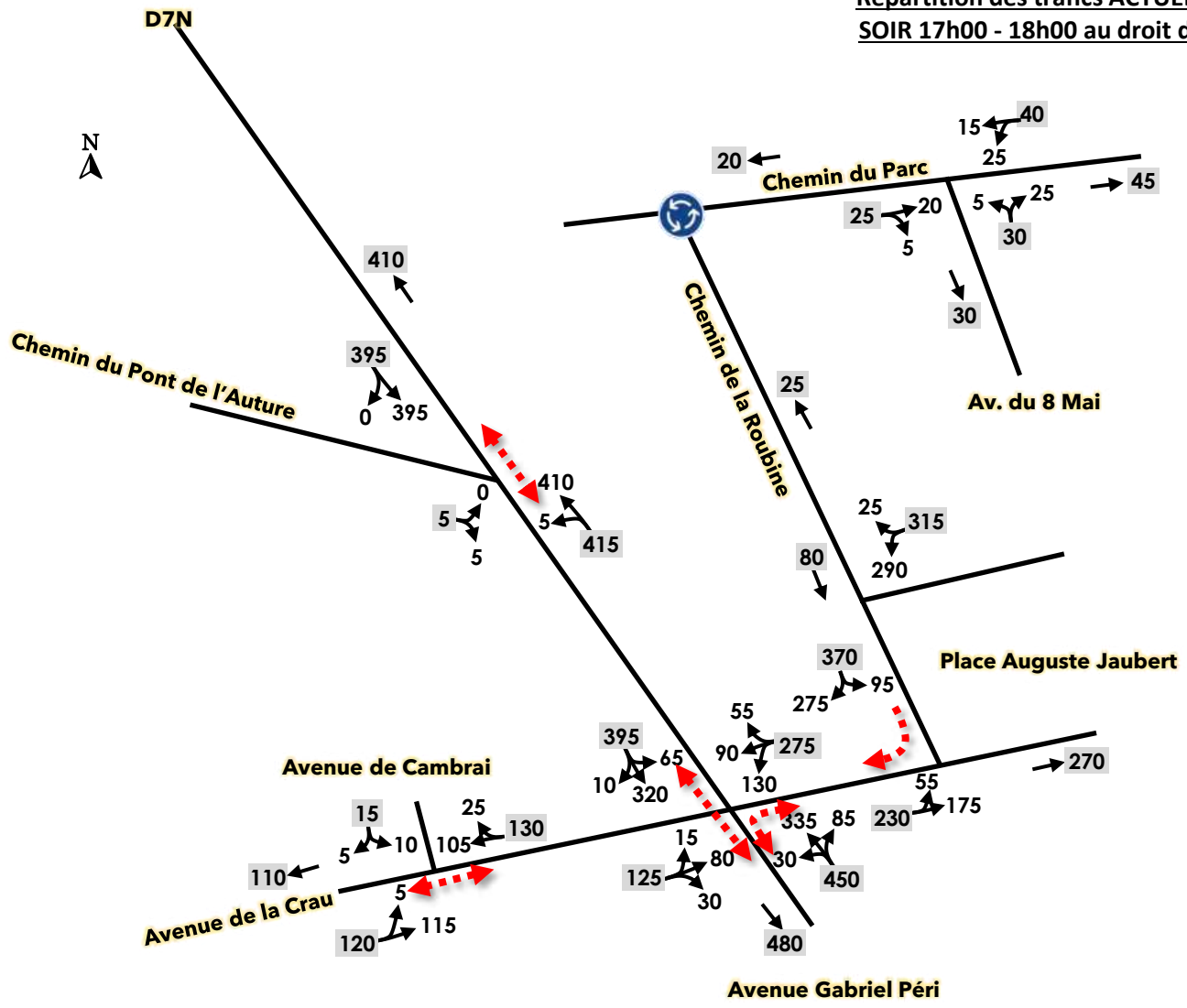
Répartition des trafics ACTUELS en Heure de Pointe du MATIN 8h00 - 9h00 au droit des principaux carrefours



Volumes de trafic exprimés en U.V.P., arrondis à 0/5

Principaux mouvements conflictuels

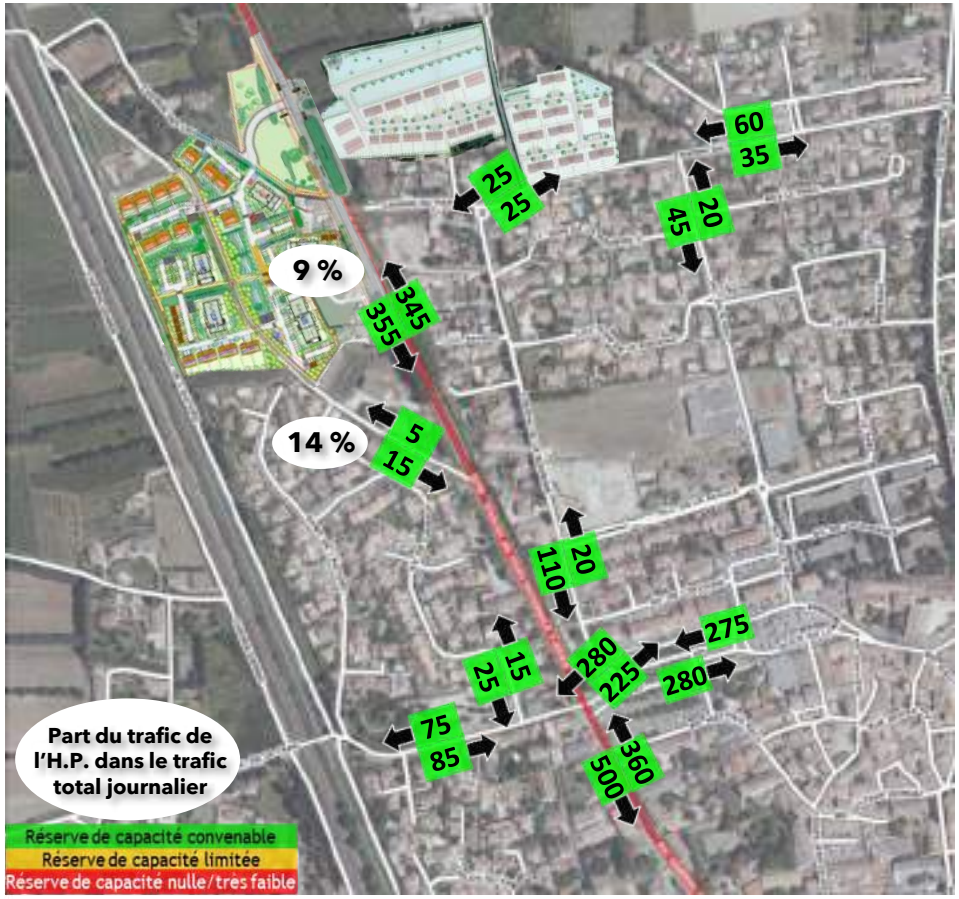
Répartition des trafics ACTUELS en Heure de Pointe du SOIR 17h00 - 18h00 au droit des principaux carrefours



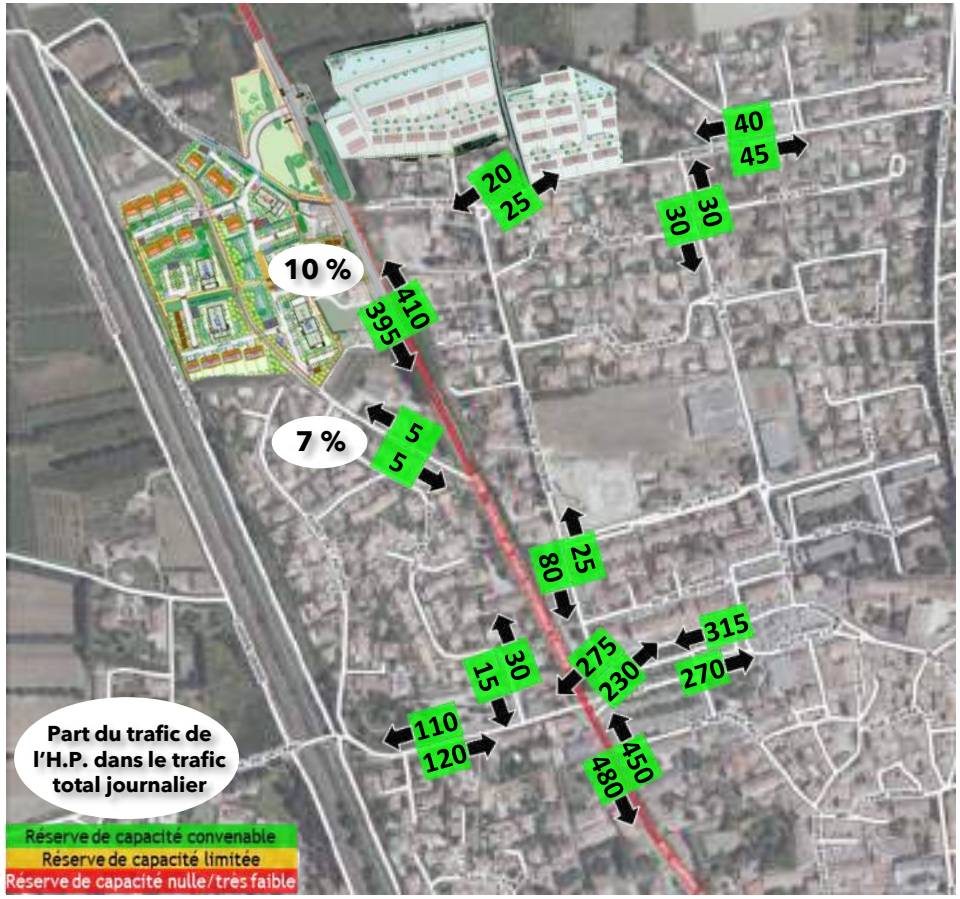
Volumes de trafic exprimés en U.V.P., arrondis à 0/5

Principaux mouvements conflictuels

Trafics en Heure de Pointe du MATIN 8h - 9h (j.o.)



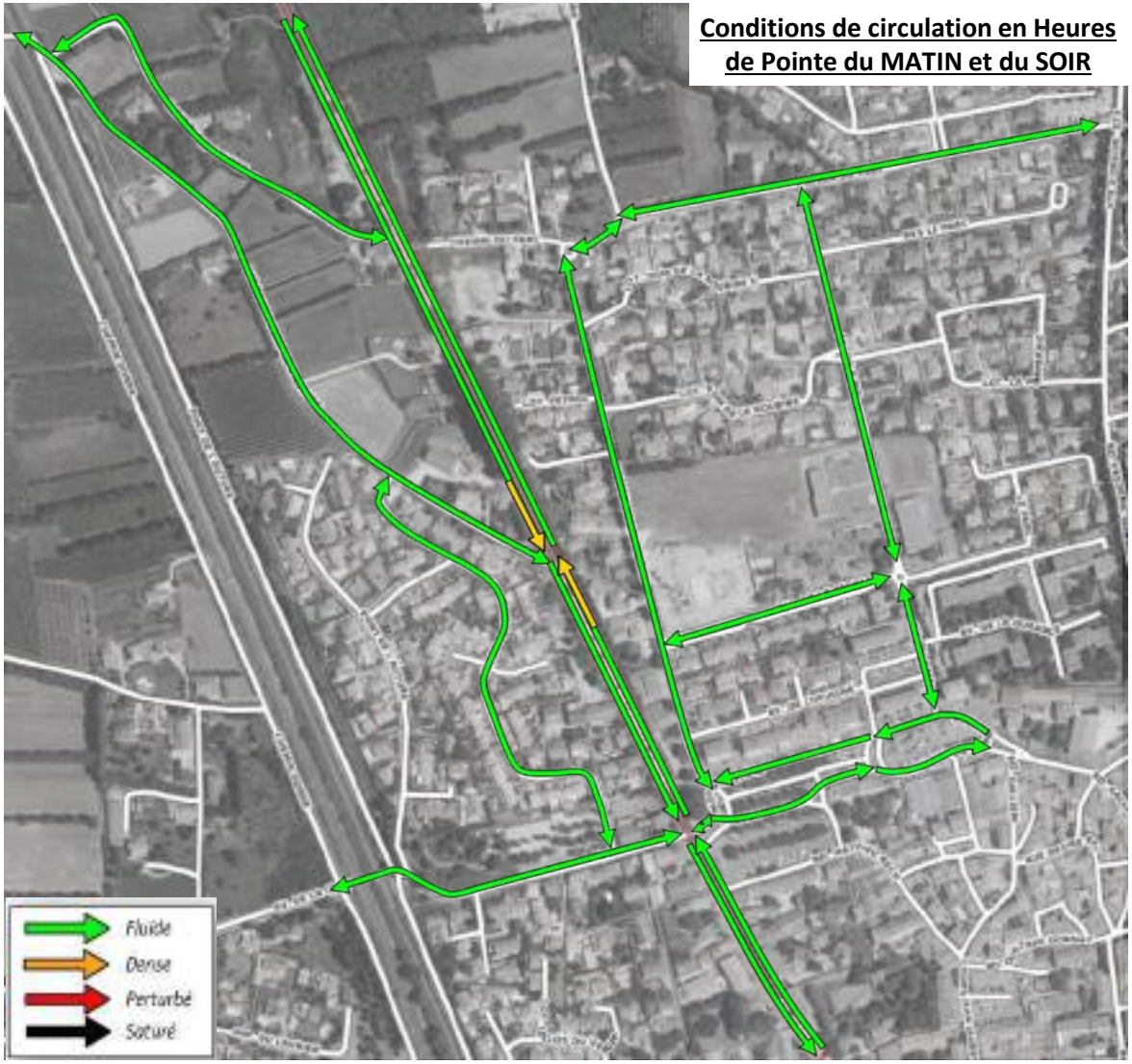
Trafics en Heure de Pointe du SOIR 17h - 18h (j.o.)



Des trafics horaires faibles à limités, en adéquation avec les caractéristiques géométriques des infrastructures.

Volumes de trafic exprimés en U.V.P., arrondis à 0/5

Conditions de circulation en Heures de Pointe du MATIN et du SOIR

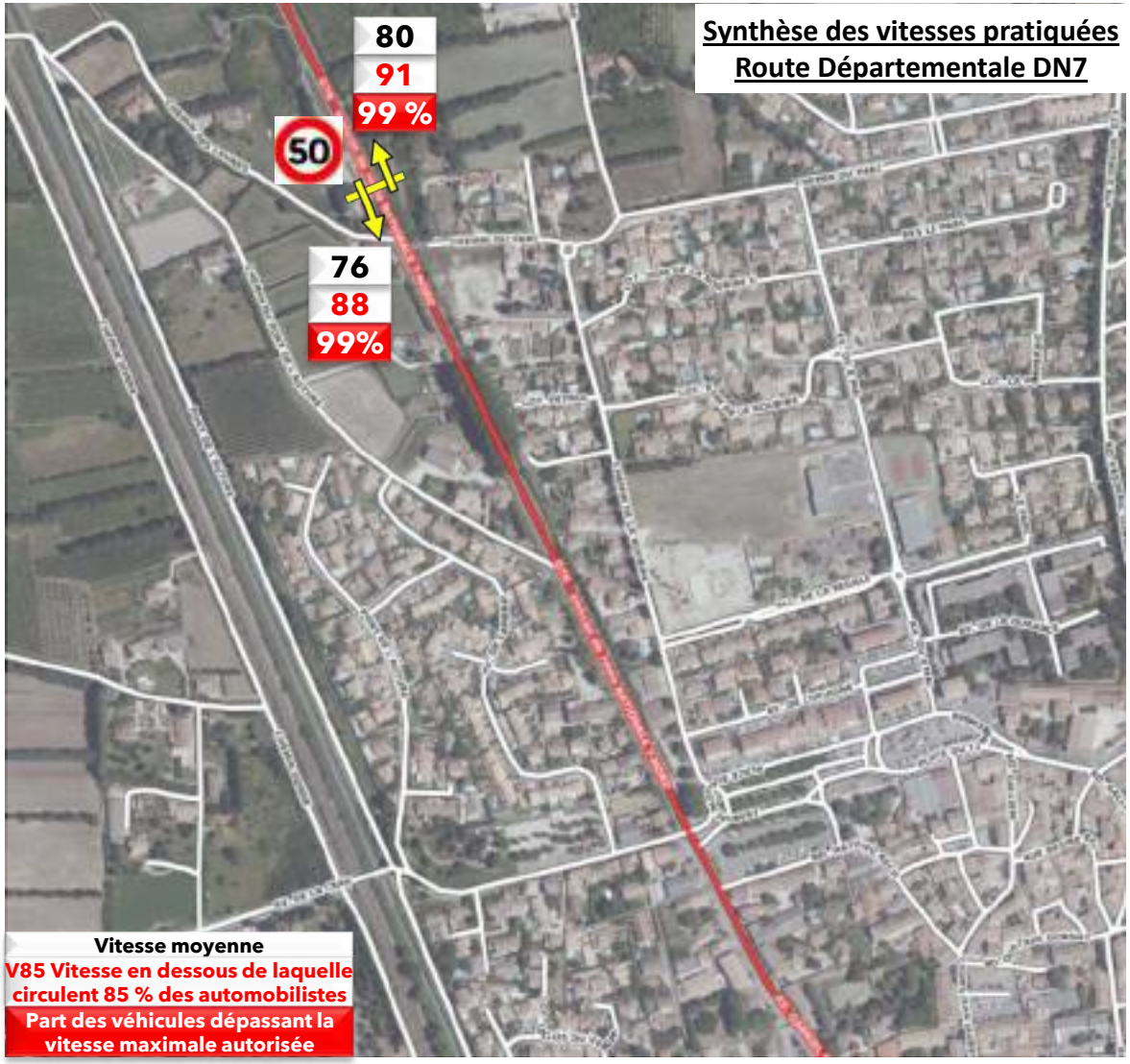


Les conditions de circulation en périodes de pointe du MATIN et du SOIR sont caractérisées par :

- Une circulation logiquement fluide sur l'ensemble des voiries du secteur d'étude au regard des flux relevés et des observations réalisées in situ.
- Un fonctionnement fluide des carrefours,
- Carrefour DN7 – avenue de La Crau : un écoulement des trafics logiquement plus dense mais sans dysfonctionnement significatif : les rétentions lors des phases de rouge se résorbent généralement en une seule phase de vert, ne générant ainsi qu'un temps d'attente limité.

- *Fluide = Ecoulement satisfaisant*
- *Dense = Circulation dense et continue, à vitesse plus « réduite » mais sans phénomène de rétention ou de circulation « en accordéon »*
- *Perturbé = Ecoulement ralenti mais sans blocage des flux, infrastructure en limite de capacité.*
- *Saturé = Circulation « au pas » / bloquée, liée aux entrecroisements, à des manœuvres de rabattement / franchissement de carrefour. Voie ne répondant plus à la demande de trafic.*

Cette classification a été bâtie en intégrant d'une part les volumes de trafic recensés en heures de pointe, d'autre part les observations réalisées in situ à ces périodes.



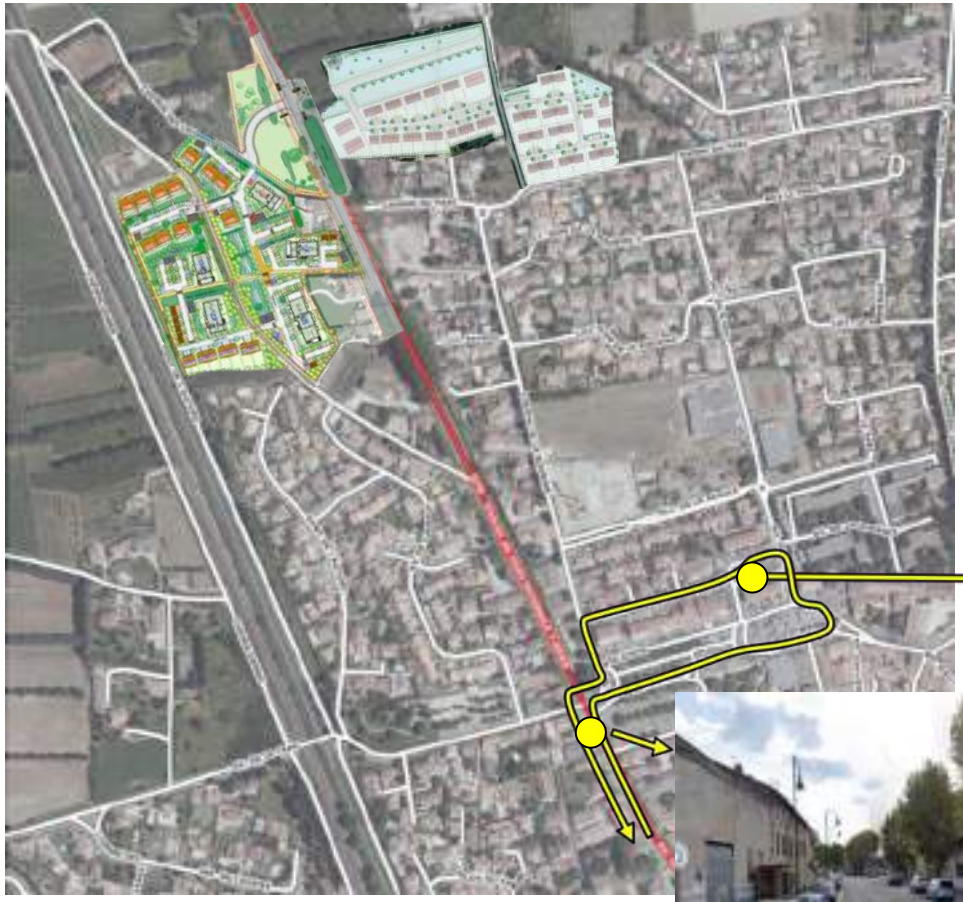
Sur une section en entrée de ville « Nord », en agglomération et limitée à 50 km/h :

- Des vitesses moyennes très élevées, comprises entre 76 et 80 km/h,
- Des V85 proches de 90 km/h, dépassant très largement la Vitesse Maximale Autorisée,
- Des taux d'excès de vitesse logiquement maximaux, aucun automobiliste ne respecte les 50 km/h, un constat justifié par un gabarit de voie et un confort de roulement confortables, une visibilité en ligne droite et une absence d'aménagement d'entrée de ville.

Source : Relevés de vitesse du 13 au 19 janvier 2023 inclus

2.2. Desserte en transports en commun - Accessibilité en modes actifs

Desserte en Transports en Commun



La commune de Sénas est desservie par :

- La ligne 11 Sénas - Salon de Provence,
- La ligne 510 de Transport à la demande (TAD) Charleval-Eyguières (zone 2),
- La Ligne Express Régionale 17 Carpentras – Aix en Provence du réseau ZOU.

Réseau	Ligne	Origine - Destination	Arrêt(s) le(s) plus proche(s)	Nombre de courses / jour /	Fréquence moyenne / H.P. / sens
				du lundi au vendredi	
Libébus - Le Car Métropole	11	Sénas Chévigné - Salon de Provence	Gabriel Péri et Chévigné	16 à 17	1 à 2
Libébus Métropole	510	Sénas Chévigné - Salon de Provence	Gabriel Péri et Chévigné		
LER Zou	17	Carpentras - Cavaillon - Sénas - Lambesc - St Cannat - Aix en	Gabriel Péri	4	

Le niveau d'offre reste pour l'heure modeste en terme de fréquence et ne constitue pas à ce titre une alternative suffisamment attractive face à la Voiture Particulière.

Arrêt « Gabriel Péri » en bordure de la DN7, inter distant de 600 à 700 m et à 8 / 9 mn à pied du projet porté par Bouygues Immobilier via l'avenue de Cambrai, un trajet disposant de trottoirs.

Arrêt « Chévigné » au nord de la place A. Joubert, inter distant de 800 / 850 m et à 10 / 11 mn à pied du projet porté par Bouygues Immobilier via le futur giratoire, le chemin du Parc prolongé et le chemin de la Roubine, un trajet très partiellement équipé de cheminements piétons.

Accessibilité PIETONNE au projet résidentiel Bouygues Immobilier

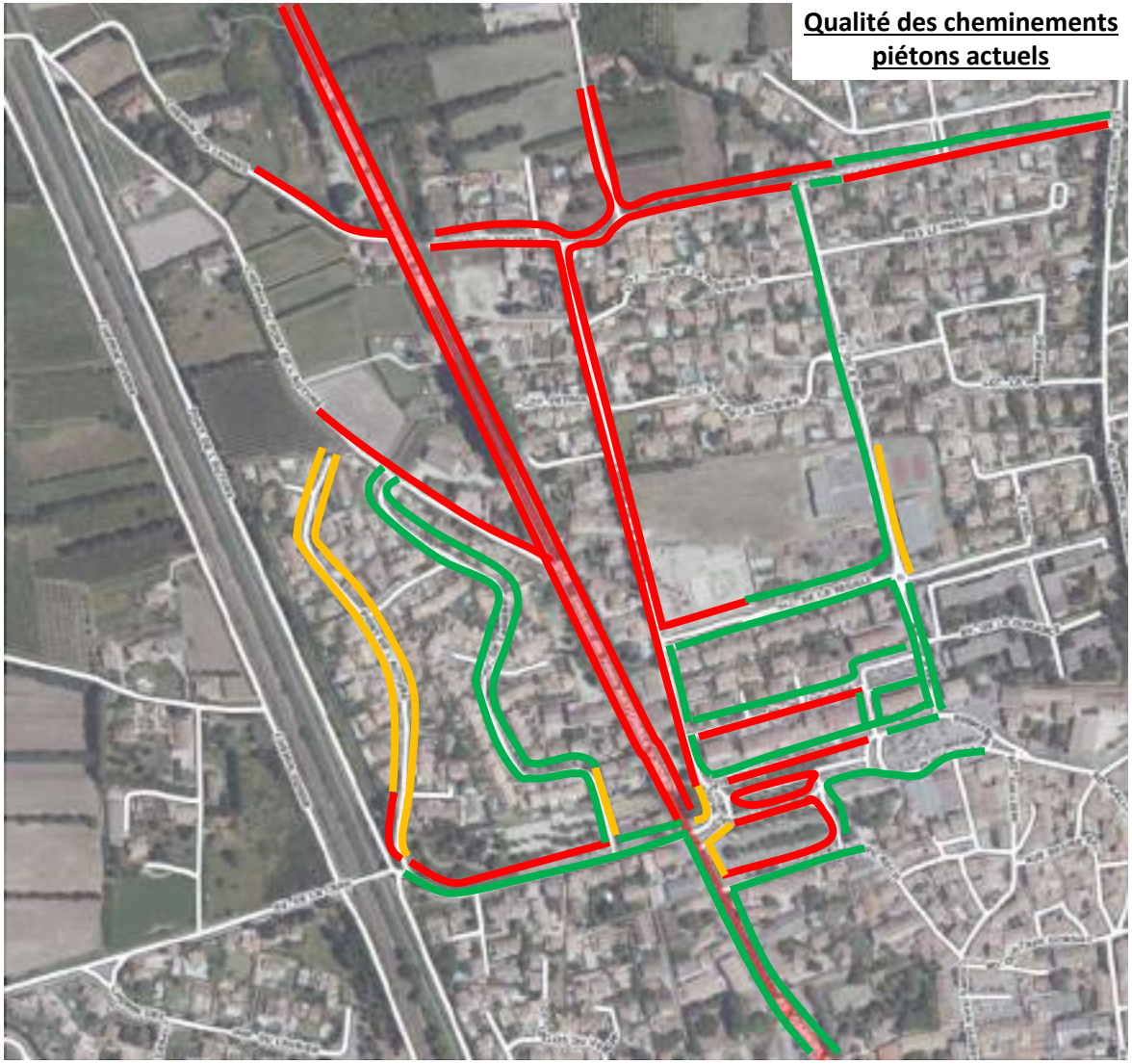
Isochrone 5 mn

Isochrone 10 mn

Isochrone 15 mn

- Un positionnement du projet en limite Nord de la zone urbanisée de Sénas,
- Des équipements, pôles d'attraction communaux situés à 15 mn à minima du projet.

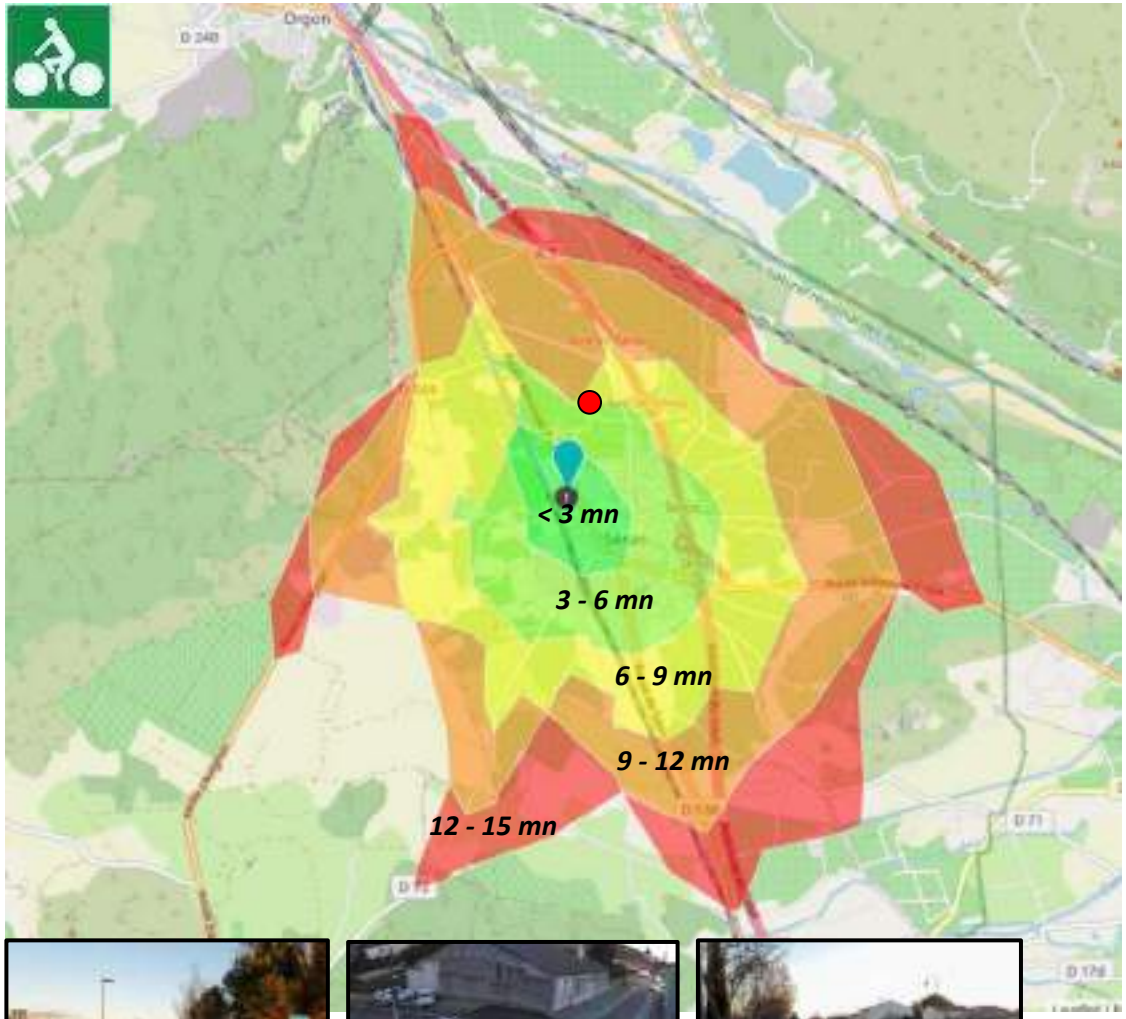
Qualité des cheminements piétons actuels



Des cheminements piétons de qualité variable suivant les axes :

- Des trottoirs relativement confortables avenue de Cambrai en traversée du lotissement, avenue de La Crau, avenue du 8 mai et le long de l'avenue G. Péri au sud du carrefour à feux,

- Une absence de trottoirs sur le chemin de la Roubine et sur une bonne partie du chemin du Parc cet de la place A. Joubert.



Accessibilité CYCLABLE au projet résidentiel Bouygues Immobilier

Atouts :

- Quelques aménagements en faveur des déplacements cyclables à proximité de la zone de projet : voie verte le long de la voie ferrée, avenue de la Crau (voie verte et Chaussée Centrale à Voie Banalisée)
- Un mode « Vélo » pertinent pour les déplacements internes à Sénas : des trajets inférieurs à 5/6 mn pour accéder aux principaux équipements et pôles d'attraction communaux,
- Une topographie sans grande contrainte,

Contraintes :

- Des aménagements cyclables à mailler, à développer, dans le cadre de zones de circulation apaisées (zone 30 / zone de rencontre).

3. Phase 2

-

Evaluation des déplacements futurs

Plan masse - Projet urbain Bouygues Immobilier

ILOT	MODELES	NBRE LGTS	TYPO	QTE LGTS
Zone Humide				
1	SMD	4	T3	2
			T4	2
	SMD	4	T3	2
			T4	2
	SMD	4	T3	2
			T4	2
2	SMM	4	T4	2
			T4	2
5			T2	10
			T3	11
4			T2	10
			T3	11
			T4	6
5			T2	11
			T3	12
			T4	8
6				
S/TOTAL		89		89

ILOT	MODELES	NBRE LGTS	TYPO	QTE LGTS
7	PD	2	T4	2
	MDD	2	T4	2
	MDD	2	T4	2
	MDD	2	T4	2
8			T2	4
			T3	8
			T4	6
9			T2	2
			T3	9
			T4	5
10	SMD	4	T3	2
			T4	2
	SMM	4	T3	2
				2
	SMM	4	T3	2
				2
11	SME	4	T3	2
			T4	2
	SME	4	T3	2
			T4	2
	SME	4	T3	2
			T4	2
	SME	4	T3	2
			T4	2
S/TOTAL		70		70

TOTAL LGT	159

Plan masse - Projet urbain Bouygues Immobilier

Principes de desserte :

- Entrée et sortie par un carrefour à feux à aménager sur la DN7 en entrée/sortie Nord de Sénas (mode de gestion défini par le porteur de projet)
- Voie de desserte principale reliée à l'avenue de Cambrai (voie N/S 1)
- Voies secondaires en impasse
- Maintien du chemin du Pont de l'Auture, avec traversée de l'opération d'aménagement
- Chemin des Launes raccordé à l'opération d'aménagement

Plan masse - Projet HECTARE LE PARC DE L'APICULTEUR

Programmation :

- *29 logements collectifs (sur deux macro lots)*
- *41 logements individuels*

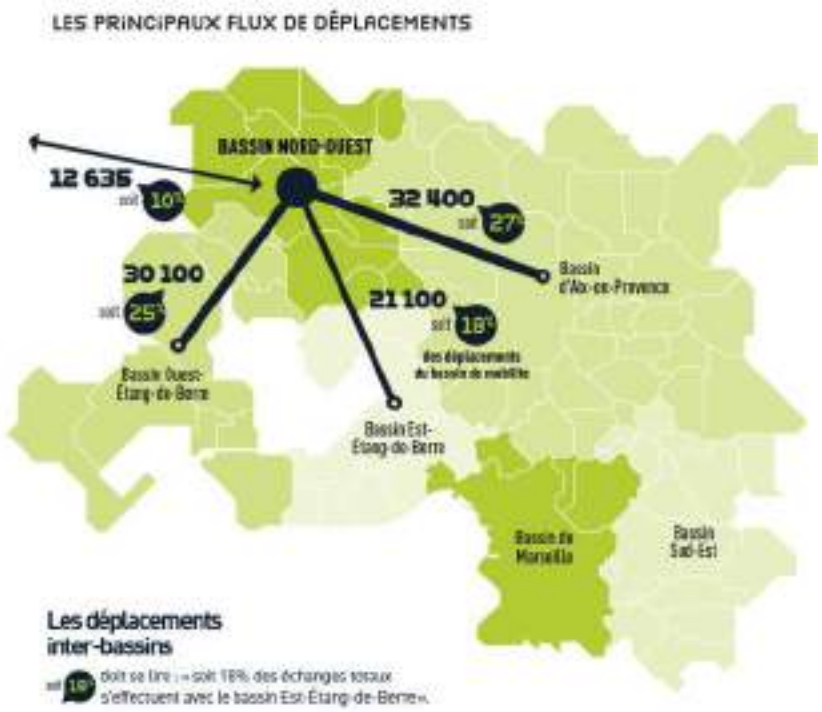
Principes de desserte :

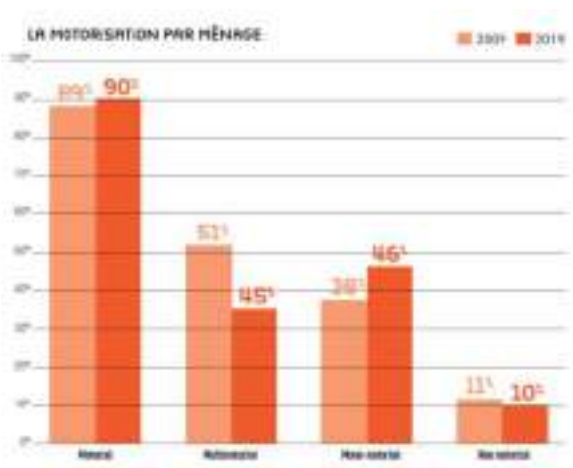
- *Raccordement sur le chemin du Parc*
- *Raccordement sur le giratoire projeté sur la DN7*

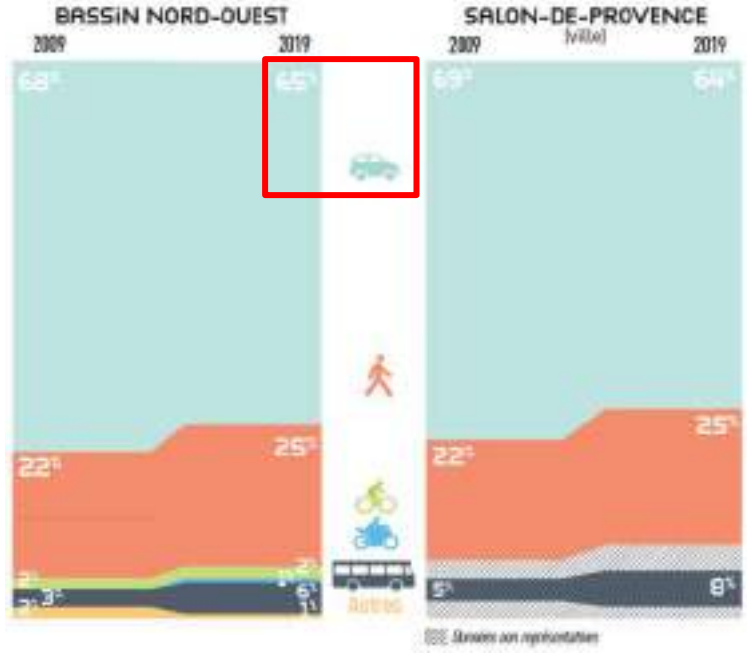
Indicateurs de mobilité sur le bassin NORD OUEST de la Métropole Aix Marseille Provence

Méthode : Ont été extraits de l'Enquête Mobilité (EMC²) 2019-2020 sur le territoire métropolitain les indicateurs de mobilité et de déplacements sur le bassin Nord Ouest, à défaut de disposer de résultats spécifiques sur la seule commune de Sénas à l'exception des flux Domicile - Travail.

Indicateurs de mobilité sur le bassin NORD OUEST

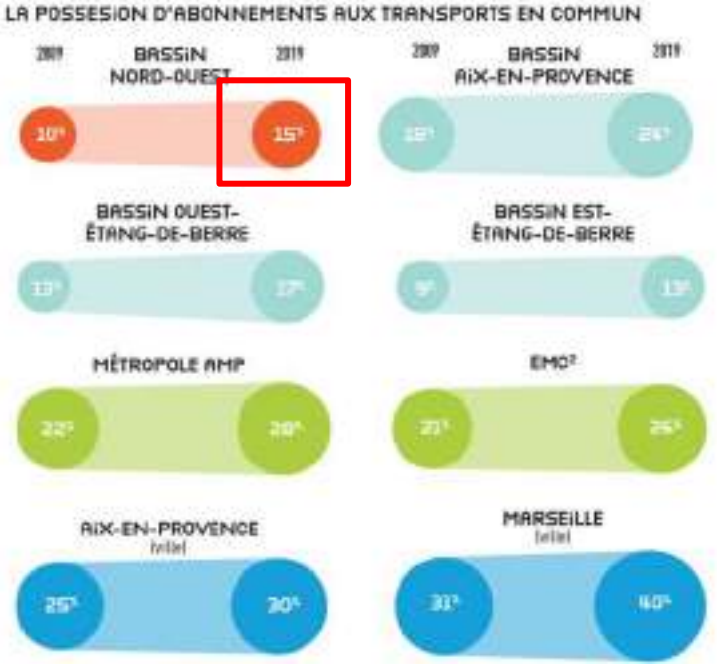


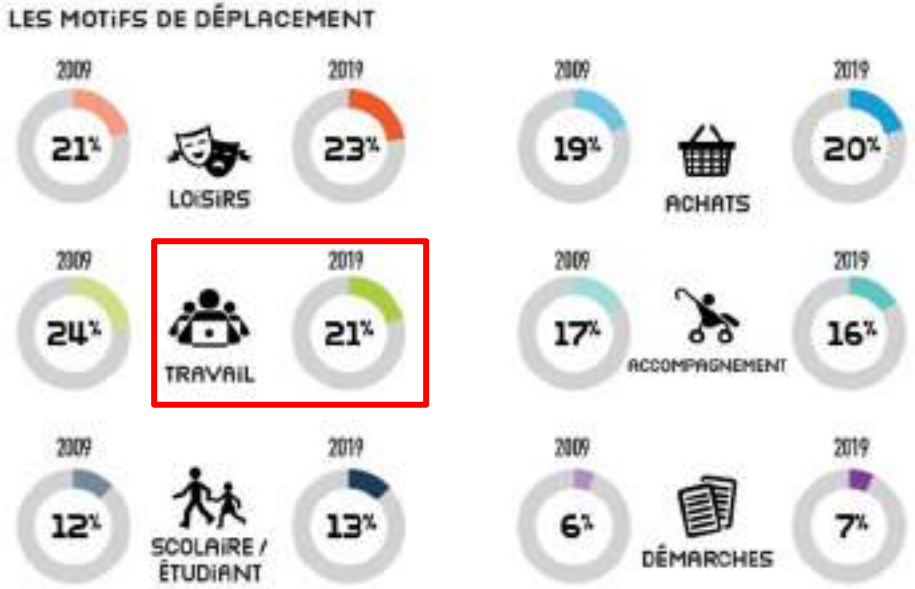


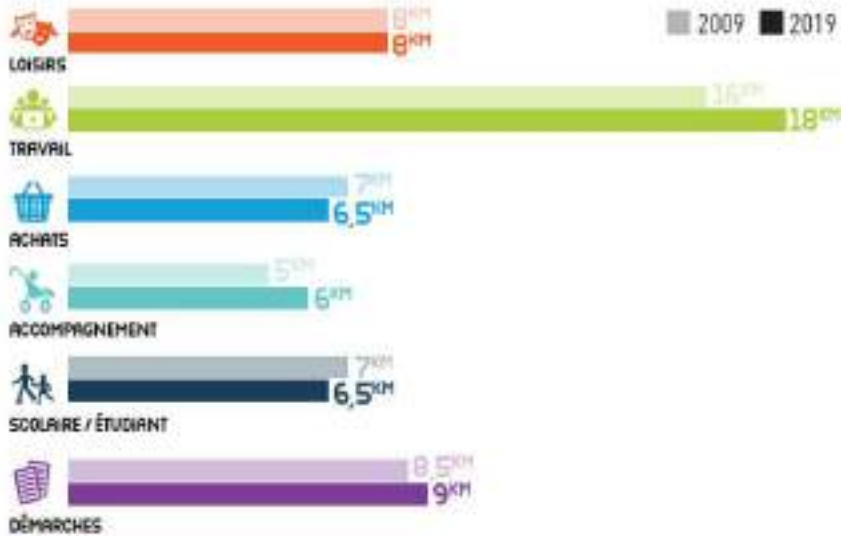


Source : Chiffres Clés de l'Enquête Mobilité 2019 – 2020, Bassin de mobilité Nord Ouest

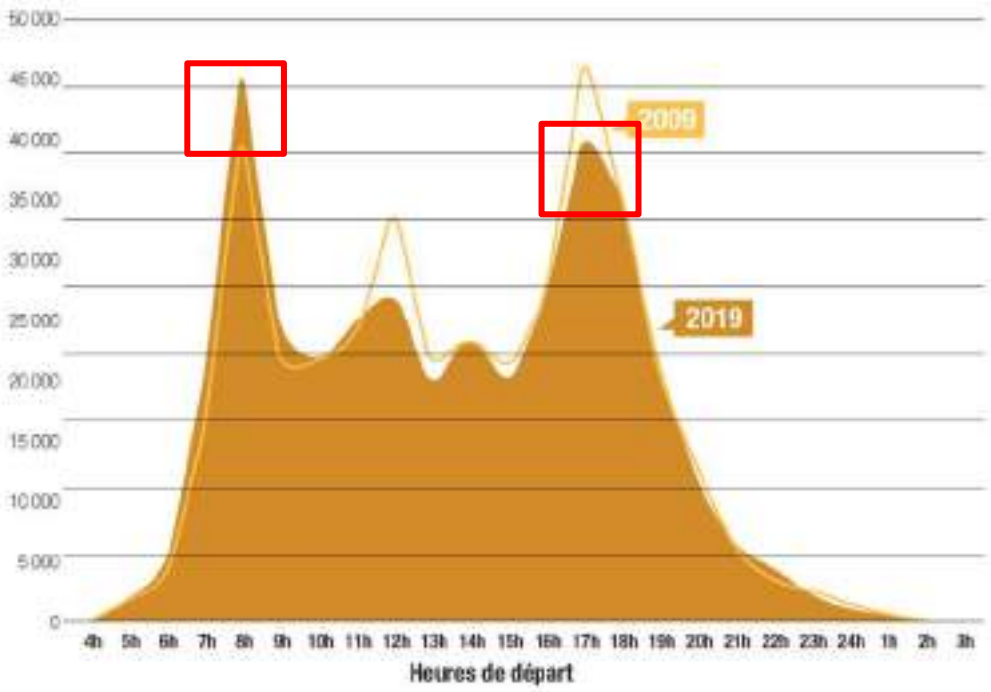
Indicateurs de mobilité sur le bassin NORD OUEST







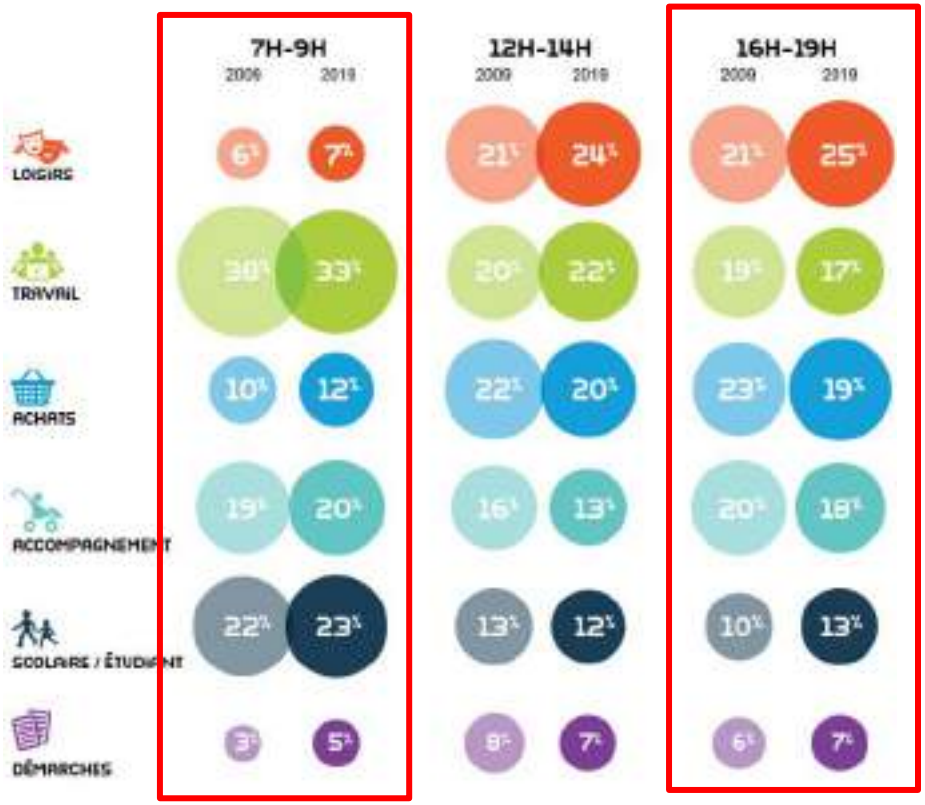
Source : Chiffres Clés de l'Enquête Mobilité 2019 – 2020, Bassin de mobilité Nord Ouest



A retenir sur le bassin Nord Ouest :

- 3,4 déplacements/personne par jour tout mode et tout motif,
- Près de 1,5 véhicule par ménage (taux d'équipement pour la commune de Sénas),
- Parts modales : 65 % en Voiture Particulière, 28 % en modes Actifs, 6 % en Transports en Commun,
- Des déplacements Domicile – Travail en léger recul par rapport aux autres motifs de déplacements (achats, loisirs,….), mais sur des distances significatives, proches de 20 km,
- Des heures de pointe caractéristiques : 8h - 9h le matin, plus étalée le soir entre 17h et 19h, intégrant une légère baisse de la part des flux liés au motif Travail.

Indicateurs de mobilité sur le bassin NORD OUEST



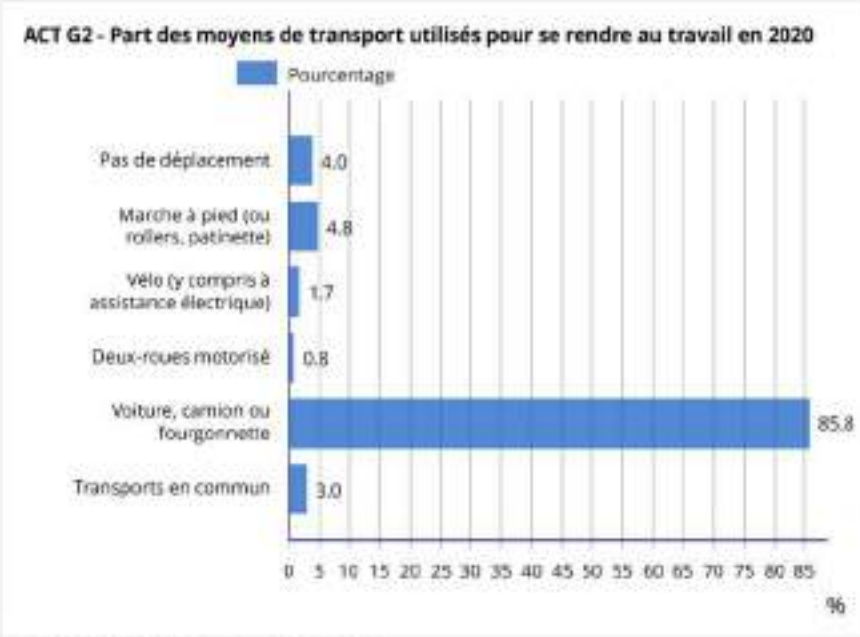
Source : Chiffres Clés de l'Enquête Mobilité 2019 - 2020, Bassin de mobilité Nord Ouest

ACT T4 - Lieu de travail des actifs de 15 ans ou plus ayant un emploi qui résident dans la zone

	2009	%	2014	%	2020	%
Ensemble	**2 620**	**100**	**2 924**	**100**	**2 791**	**100**
Travaillent :						
dans la commune de résidence	853	32,6	862	29,5	792	28,4
dans une commune autre que la commune de résidence	1 767	67,4	2 062	70,5	1 999	71,6

Sources : Insee, RP2009, RP2014 et RP2020, exploitations principales, géographie au 01/01/2023.

ACT G2 - Part des moyens de transport utilisés pour se rendre au travail en 2020



Champ : actifs de 15 ans ou plus ayant un emploi.
Source : Insee, RP2020 exploitation principale, géographie au 01/01/2023.

Indicateurs de mobilité Domicile - Travail

Commune de SENAS

- Une majorité de déplacements externes (c'est-à-dire sortant de Sénas), totalisant près de 72 % des flux Domicile – Travail,
- Des flux internes logiquement plus « secondaires » compte tenu du caractère résidentiel de la commune,
- Un usage logiquement généralisé de la voiture particulière, assurant 86 % des déplacements Domicile - Travail,
- Une part « Modes Actifs » très faible, de 6,5 %, et un usage marginal des Transports en Commun, assurant 3 % des déplacements.

Les flux générés par le projet d'habitat de Bouygues Immobilier ont été évalués à partir des paramètres suivants :

- Synthèse des indicateurs de déplacements sur le bassin de mobilités Nord Ouest du département des Bouches du Rhône et sur la commune de Sénas pour les flux Domicile - Travail,
- d'une analyse de la localisation du site par rapport aux infrastructures de transport (cf. TC et modes doux).

- Nombre de personnes / logement = 2,3 (indicateur INSEE 2020 de 2,29) → population résidente supplémentaire de près de **370 individus**
- Nombre de déplacements tous modes par personne et par jour = 3,4 → mobilité évaluée à **1 240 déplacements quotidiens tous modes et tous motifs**

- Répartition des déplacements : **35 % internes à Sénas et 65 % en échange** avec les territoires extérieurs,

- Part modale **Voiture Particulière = 50 % pour les déplacements internes** à Sénas et **74 % pour les déplacements d'échanges**,
- Part **Transports en Commun + modes Actifs : 50 % pour les déplacements internes à Sénas et 26 % pour les déplacements d'échanges.**

- Taux d'occupation par véhicule = **1,3**
- Part du trafic en **Heures de Pointe du Matin / Soir : 12 % / 11 % (soit 23 % des flux journaliers sur une période de DEUX heures)**

- Répartition du trafic entrant/sortant en Heure de Pointe du Matin : 10 % / 90 %
- Répartition du trafic entrant/sortant en Heure de Pointe du Soir : 75 % / 25 %

Répartition des flux entrant / sortant du projet résidentiel Bouygues Immobilier - Sénas

	Entrée	Sortie	Total
Heure de Pointe du Matin 8h00 - 9h00	8	68	75
Heure de Pointe du Soir 17h00 - 18h00	52	17	69

En résumé A LA REALISATION DU PROJET DE BOUYGUES IMMOBILIER :

- **Un trafic généré de 630 véhicules/jour deux sens dont 69 à 75 véhicules/heure dans les deux sens de circulation en heures de pointe du matin et du soir,**
- **Un volume (très) limité, à analyser en termes d'impact circulatoire au droit du carrefour de raccordement projeté sur la DN7.**

Synthèse des flux générés par les projets BOUYGUES IMMOBILIER ET HECTARE

Répartition des flux entrant / sortant du projet résidentiel Bouygues Immobilier - Sénas			
	Entrée	Sortie	Total
Heure de Pointe du Matin 8h00 - 9h00	8	68	75
Heure de Pointe du Soir 17h00 - 18h00	52	17	69

Un trafic généré deux sens de 630 véhicules/jour dont 69 à 75 véhicules/heure en heures de pointe du matin et du soir

Répartition des flux entrant / sortant du projet résidentiel HECTARE - Sénas			
	Entrée	Sortie	Total
Heure de Pointe du Matin 8h00 - 9h00	3	31	35
Heure de Pointe du Soir 17h00 - 18h00	24	8	32

Un trafic généré deux sens de 290 véhicules/jour dont 30 à 35 véhicules/heure en heures de pointe du matin et du soir (projet intégrant 29 maisons individuelles et 41 logements collectifs).

4. Phase 3

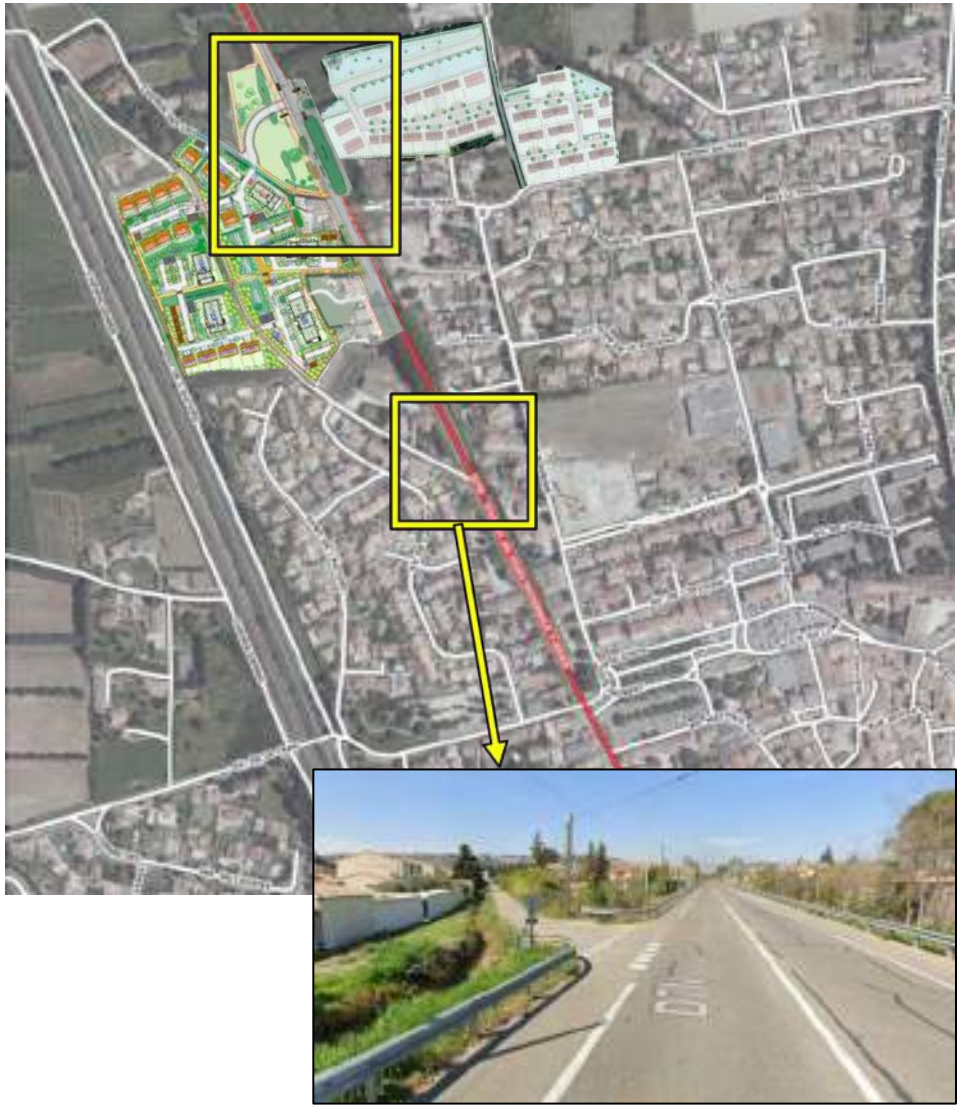
-

Schéma de desserte et analyse des impacts circulatoires

Principes de distribution des flux automobiles générés par le projet BOUYGUES IMMOBILIER

Principes de distribution des flux automobiles générés par le projet HECTARE

Les flux automobiles générés par les futurs résidents ont été affectés sur le réseau viaire à partir de l'identification des destinations des résidents de Sénas et d'une analyse des itinéraires de desserte → Des flux majoritairement orientés vers DN7 et le centre ville de Sénas.



Gestion des accès existants sur la DN7

Les projections de trafic ont été réalisées en prenant en compte la fermeture du chemin des Launes sur la DN7, les très faibles trafics actuels étant reportés sur la voie de desserte du projet et le carrefour à feux d'entrée Nord de Sénas.

Suivant cette même logique, HORIZON Conseil propose de supprimer le débouché du chemin du Pont de l'Auture directement sur la DN7 afin :

- de mieux sécuriser la desserte locale, via le nouveau giratoire,
- d'optimiser l'usage de ce giratoire Nord,
- d'éviter une augmentation des trafics, notamment sortants, générée par les logements situés en partie Sud du projet, sur le chemin du Pont de l'Auture sur la section de largeur (très) réduite comprise entre l'avenue de Cambrai et la DN7.

Le maintien des flux sur le chemin du Pont de l'Auture sur la section « Est » se raccordant à la DN7 peut toutefois être envisagée suivant la volonté de la commune de Sénas, les flux étant estimés à 25 véhicules/heure en période de pointe.

Evolution des trafics en Heure de Pointe du MATIN sur le réseau viaire de desserte (intégrant les deux projets Bouygues Immobilier et Hectare)

Heure de Pointe du MATIN	Trafic ACTUEL	Trafic supplémentaire	Trafic FUTUR	Evolution	Numéro de section
Chemin du Parc - centre ville	50	10	60	20%	1
Chemin du Parc - DN7	0	80	80		2
Chemin de la Roubine	130	10	140	8%	3
Place Auguste Joubert	505	10	515	2%	4
DN7 Av Gabriel Péri (au sud de la place Joubert)	860	50	910	6%	5
Avenue de la Crau Est	180	5	185	3%	6
Avenue de la Crau Ouest	160	20	180	13%	7
Chemin du Pont de l'Auture	20	-20	0		8
Chemin des Launes	5	-20	0		9
DN7 Cavaillon	700	15	715	2%	10
Voie de desserte du projet Bouygues Immobilier	0	95	95		11

Les projections de trafic en Heure de pointe du Matin mettent en évidence les évolutions de trafic suivantes :

- DN7 : + 2 à + 6 %, des volumes de trafic largement compatibles avec le dimensionnement de l'axe et sa capacité d'écoulement des flux (débit de saturation estimé à 1 600 / 1 700 véhicules/heure deux sens),
- Chemin du Parc (section existante) et chemin de la Roubine : + 8 à + 20 %, une évolution à relativiser au regard du volume brut très faible, lié à la desserte locale,
- Avenue de la Crau : + 3 à + 13 %, une croissance variable justifiée par l'usage de l'avenue de Cambrai des futurs résidents du projet B.I. en lien avec « l'entrée Ouest » de Sénas,

- Voie de desserte du projet Bouygues Immobilier : 95 véhicules/heure, un flux largement compatible avec un axe à une voie par sens.

Ces projections de trafic sont cohérentes avec le dimensionnement des infrastructures en section courante, existantes ou à réaliser.

Evolution des trafics en Heure de Pointe du SOIR sur le réseau viaire de desserte (intégrant les deux projets Bouygues Immobilier et Hectare)

Heure de Pointe du SOIR	Trafic ACTUEL	Trafic supplémentaire	Trafic FUTUR	Evolution	Numéro de section
Chemin du Parc - centre ville	45	5	50	11%	1
Chemin du Parc - DN7	0	75	75		2
Chemin de la Roubine	105	5	110	5%	3
Place Auguste Joubert	505	10	515	2%	4
DN7 Av Gabriel Péri (au sud de la place Joubert)	930	45	975	5%	5
Avenue de la Crau Est	255	5	260	2%	6
Avenue de la Crau Ouest	230	20	250	9%	7
Chemin du Pont de l'Auture	10	0	10		8
Chemin des Launes	0	0	0		9
DN7 Cavaillon	805	15	820	2%	10
Voie de desserte du projet Bouygues Immobilier	0	75	75		11

Les projections de trafic en Heure de pointe du Soir mettent en lumière les évolutions de trafic suivantes :

- DN7 : + 2 à + 5 %, des trafics futurs largement cohérents avec le dimensionnement de l'axe et sa capacité d'écoulement des flux (débit de saturation estimé à 1 600 / 1 700 véhicules/heure deux sens),
- Chemin du Parc (section existante) et chemin de la Roubine : + 5 à + 11 %, une évolution à relativiser au regard du volume brut très faible, lié à la desserte locale,
- Avenue de la Crau : + 2 à + 9 %, une croissance variable justifiée par l'usage de l'avenue de Cambrai des futurs résidents du projet B.I. en lien avec « l'entrée Ouest » de Sénas,
- Voie de desserte du projet Bouygues Immobilier : 75 véhicules/heure, un flux largement compatible avec un axe à une voie par sens.

Ces projections de trafic sont là encore cohérentes avec le dimensionnement des infrastructures en section courante, existantes ou à réaliser.

Evolution des Trafics Moyens Journaliers Annuels sur le réseau viaire de desserte du projet urbain

Trafics TV DEUX SENS	T.M.J.A. Actuel 2023	T.M.J.A. 2028 SANS Projet	T.M.J.A. 2028 AVEC PROJET	T.M.J.A. 2048 SANS PROJET	T.M.J.A. 2048 AVEC PROJET	Vitesse	Part PL sur TMJA	Numéro de section
Chemin du Parc - centre ville	365	365	425	370	430	30	0,5%	1
Chemin du Parc - DN7	0	0	635	0	635	30	0,5%	2
Chemin de la Roubine	940	940	1000	950	1010	30	0,5%	3
Place Auguste Joubert	5000	5000	5100	5050	5150	30	1,5%	4
DN7 Av Gabriel Péri (au sud de la place Joubert)	9845	10475	10995	12780	13300	50	4,0%	5
Avenue de la Crau Est	2175	2175	2225	2175	2225	30	0,3%	6
Avenue de la Crau Ouest	1950	1950	2165	1970	2185	30	0,3%	7
Chemin du Pont de l'Auture	125	125	0	125	0	30	0,0%	8
Chemin des Launes	15	15	0	15	0	30	0,0%	9
DN7 Cavaillon	8240	8765	8940	10695	10870	50	4,0%	10
Voie de desserte du projet Bouygues Immobilier	0	0	750	0	750	30	0,5%	11

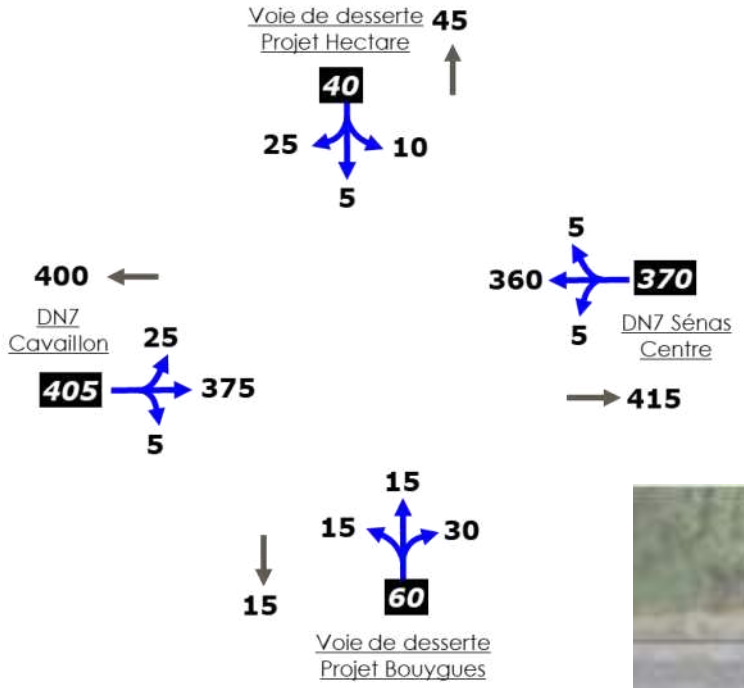
Dans le cadre des études réglementaires Air – Santé, Horizon Conseil a procédé des projections de trafic moyen journalier annuel sur la base des hypothèses suivantes :

- Evolution 2023 - 2028 : stabilité des flux sur le réseau viaire local du secteur et + 1,2 % par an sur la DN7 (suivant le taux d'évolution de la population extrait du S.C.O.T. en vigueur)

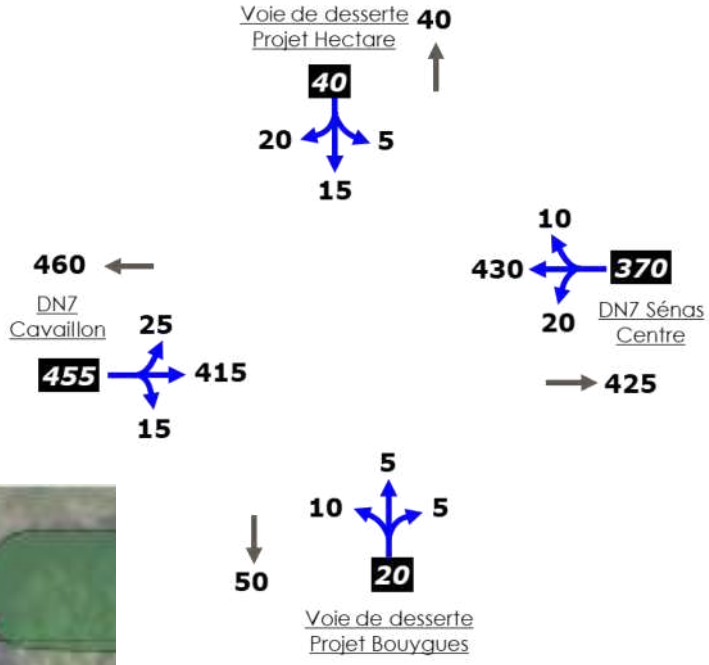
- Evolution 2028 - 2048 : + 0,5 % par an sur le réseau viaire local du secteur et + 1,0 % par an sur la DN7 (hypothèse de travail en l'absence d'évolution définie dans un document de planification territoriale à l'horizon 2048).

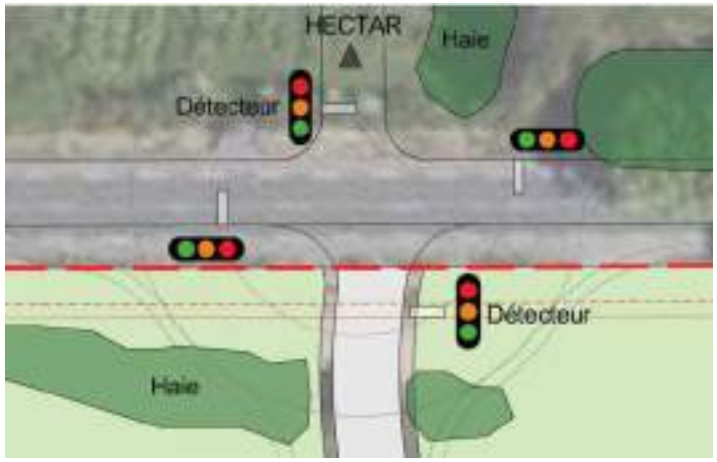
Principes de fonctionnement du carrefour à feux en entrée/sortie Nord de Sénas - Mode de gestion retenu par le porteur de projet

Trafics en Heure de Pointe du MATIN

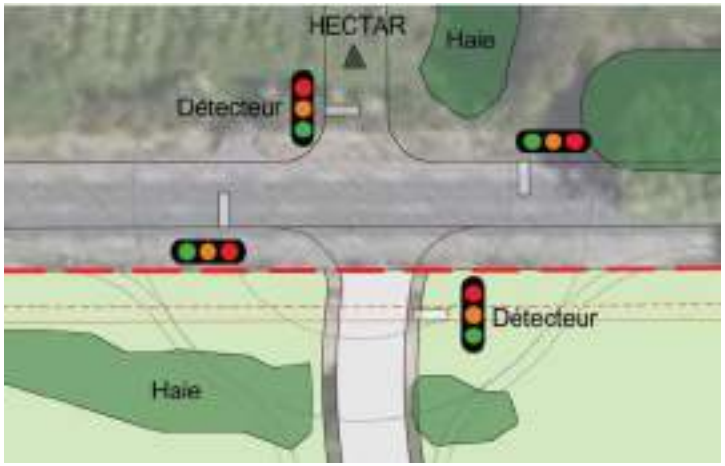


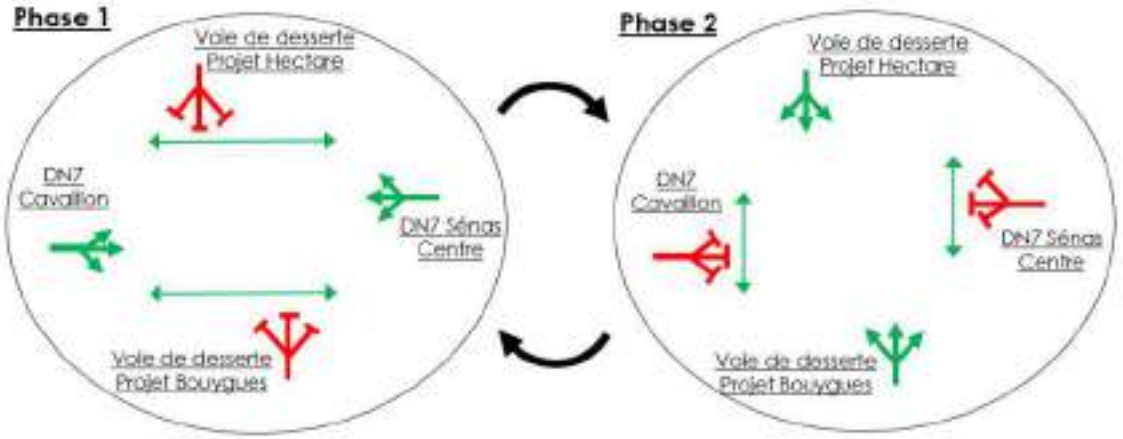
Trafics en Heure de Pointe du SOIR





Principes de fonctionnement du carrefour à feux en entrée/sortie Nord de Sénas - Mode de gestion retenu par le porteur de projet





Dimensionnement proposé :

- Branches DN7 Nord et Sud : 1 voie mixte de Tout Droit / Tourne à Gauche / Tourne à Droite
- Branches secondaires Est et Ouest : 1 voie mixte de Tout Droit / Tourne à Gauche / Tourne à Droite

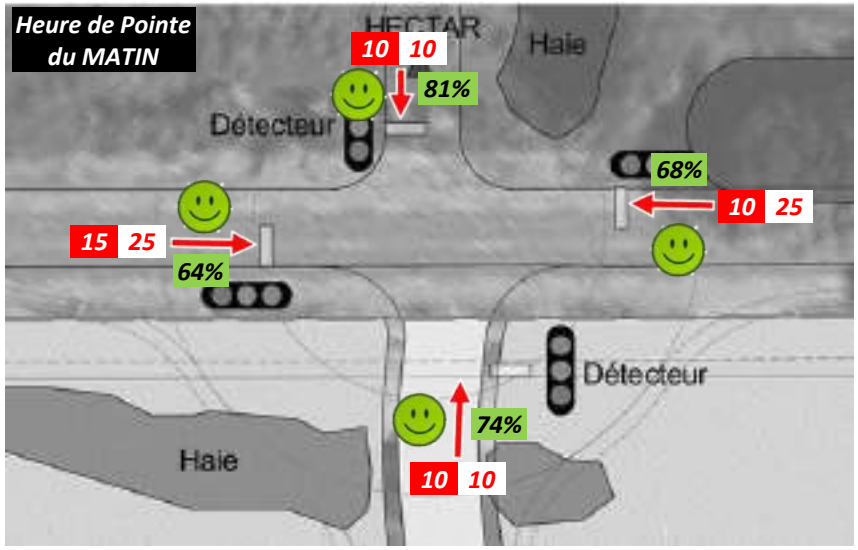
Le nombre de mouvements de Tourne à Gauche sur l'axe départemental DN7 est évalué entre 25 et 30 véhicules/heure maxi en heures de pointe.

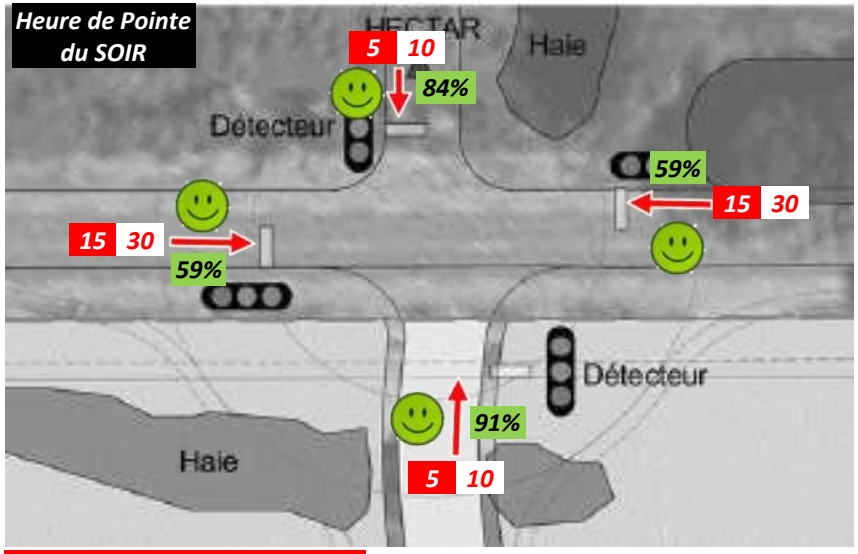
Ce volume de trafic reste faible et ne nécessite pas de voie de stockage de Tourne à Gauche (valeur inférieure au seuil de 150 véh/h). En revanche, les études géométriques détaillées du carrefour à feux devront préciser l'opportunité d'un élargissement ponctuel de la DN7 au droit du carrefour afin de « stocker » les faibles TàG au milieu du carrefour, sans gêner les mouvements directs et évitant ainsi les éventuelles collisions arrières.

Principes de fonctionnement :

- Cycle à DEUX phases
- Phase 1 : DN7 → Tous les mouvements sont gérés, y compris les Tourne à Gauche. Ces derniers sont gérés en utilisant les créneaux de trafic antagoniste prioritaire ou durant le rouge de dégagement. Un léger décalage à la fermeture en fin de phase 1 n'apparait pas nécessaire pour évacuer les Tourne à Gauche.

  Cette phase 1 est permanente (position « de repos »).
- Phase 2 : Branches secondaires → Cette phase 2 est déclenchée sur appel via un dispositif de détection de véhicules.
- Traversées piétonnes : intégrées au cours de chacune des deux phases, décenchées sur appel (B.A.P.).





Longueur de stockage moyenne Longueur de stockage maxi

Heure de Pointe du MATIN 8h - 9h	Heure de Pointe du SOIR 17h – 18h
Cycle = 60 sec	Cycle = 60 sec
Temps perdus = 14 sec	
Demande = 473 uvp/h	Demande = 508 uvp/h
Réserve globale de capacité = 66 %	Réserve globale de capacité = 63 %

En résumé :

- Des réserves globales de capacité satisfaisantes, largement supérieures à 20 % (valeur minimale indicative pour considérer un fonctionnement fluide du carrefour),
- Des réserves de capacité par branche variant de 54 % à 91 % suivant les branches et les heures de pointe, permettant de répondre à une demande de trafic complémentaire sur la DN7 et sur les voies de desserte des projets Bouygues et Hectare.
- Un mode de gestion permettant de sécuriser les flux entrants et sortants des projets urbains situés de part et d'autre de la DN7,
- Des longueurs de stockages moyennes et maxi largement inférieures à l'inter distance avec le carrefour à feux existant en traversée de Sénas (720 m).

NB : Ces principes de fonctionnement définis dans le cadre de la présente étude devront être complétés par une étude géométrique détaillée du carrefour à feux projeté.

PROJET RÉSIDENTIEL BOUYGUES IMMOBILIER
COMMUNE DE SENAS

ETUDE DE TRAFIC ET D'IMPACT CIRCULATOIRE

-

ANNEXE : RELEVÉS DÉTAILLÉS DES COMPTAGES AUTOMATIQUES

Classification de vitesse TV/PL - Synthèse de l'analyse

Commune	SENAS
Du vendredi 13 janvier 2023 au jeudi 19 janvier 2023	
Localisation	Poste 1 : Chemin du Parc
Sens 1	Avenue du 8 Mai
Sens 2	Chemin de la Roubine

Localisation du compteur			
Sens	Dép.	Sec.	Ind.
1	13	2301	5
2	13	2301	5

Coordonnées du compteur	
Latitude	43,750145
Longitude	5,073565

Limitation vitesse (en Km/h)
50

Débit (Véhicules)	Sens 1				Sens 2				Deux sens			
	VL	PL	TV	%PL	VL	PL	TV	%PL	VL	PL	TV	%PL
Débit Moyen Journalier Semaine	170	0	170	0,0%	193	0	193	0,0%	363	0	363	0,0%
Débit Moyen Jours ouvrés	198	0	198	0,0%	206	2	208	1,0%	404	2	406	0,5%
Débit vendredi	213	0	213	0,0%	248	4	252	1,6%	461	4	465	0,9%
Débit samedi	137	0	137	0,0%	180	2	182	1,1%	317	2	319	0,6%
Débit Moyen Dim.& Fériés	88	0	88	0,0%	119	0	119	0,0%	207	0	207	0,0%
Débit Moyen de Jour (6h - 22h)	167	0	167	0,0%	185	0	185	0,0%	352	0	352	0,0%
Débit Moyen de Nuit (22h - 06h)	3	0	3	0,0%	8	0	8	0,0%	11	0	11	0,0%
Débit Moyen horaire	7	0	7	0,0%	8	0	8	0,0%	15	0	15	0,0%

Vitesse (km/h)	Sens 1		Sens 2	
	VL	PL	VL	PL
Vitesse moyenne/période	18	0	22	15
Vitesse moyenne de jour	18	0	22	15
Vitesse moyenne de nuit	23	0	20	0
Nbre d'excès de vitesse	0	0	0	0
V85	30	0	35	26
V50	17	0	22	15
V15	5	0	7	5

V85, V50, V15 : Vitesse en dessous de laquelle roulent 85%, 50%, 15% des usagers

Horizon Conseil
23 rue Fauchier
13002 Marseille
Tél : 04 91 47 56 63
Fax : 04 91 62 59 80
contact@horizonconseil.com
www.horizonconseil.com

Classification de vitesse TV/PL - Débit horaire

Poste 1 : Chemin du Parc ***Sens 1*** ***Avenue du 8 Mai***

Dép.	PR	Ind.
13	2301	5

Jour	Type	00h	01h	02h	03h	04h	05h	06h	07h	08h	09h	10h	11h	12h	13h	14h	15h	16h	17h	18h	19h	20h	21h	22h	23h	Journée	Mini	Maxi	Jour	Nuit
vendredi 13-janv.	VL	2	0	0	0	0	1	5	12	21	12	14	19	15	11	10	12	20	27	11	8	5	5	2	1	**213**	0	27	207	6
	PL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**	0	0	0	0
	TV	2	0	0	0	0	1	5	12	21	12	14	19	15	11	10	12	20	27	11	8	5	5	2	1	**213**	0	27	207	6
	%PL	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%			0,0%	0,0%
samedi 14-janv.	VL	3	0	0	1	1	1	0	9	6	13	15	13	13	3	5	6	8	11	11	11	4	1	2	0	**137**	0	15	129	8
	PL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**	0	0	0	0
	TV	3	0	0	1	1	1	0	9	6	13	15	13	13	3	5	6	8	11	11	11	4	1	2	0	**137**	0	15	129	8
	%PL	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%			0,0%	0,0%
dimanche 15-janv.	VL	2	2	0	3	0	0	1	3	4	6	5	11	6	3	4	4	5	10	10	4	2	0	3	0	**88**	0	11	78	10
	PL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**	0	0	0	0
	TV	2	2	0	3	0	0	1	3	4	6	5	11	6	3	4	4	5	10	10	4	2	0	3	0	**88**	0	11	78	10
	%PL	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%			0,0%	0,0%
lundi 16-janv.	VL	0	0	0	0	0	0	3	10	34	9	3	16	9	6	4	12	11	27	21	9	4	0	0	1	**179**	0	34	178	1
	PL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**	0	0	0	0
	TV	0	0	0	0	0	0	3	10	34	9	3	16	9	6	4	12	11	27	21	9	4	0	0	1	**179**	0	34	178	1
	%PL	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%			0,0%	0,0%
mardi 17-janv.	VL	0	0	0	0	0	0	2	11	28	7	7	12	6	12	6	11	19	25	15	13	5	1	0	0	**180**	0	28	180	0
	PL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**	0	0	0	0
	TV	0	0	0	0	0	0	2	11	28	7	7	12	6	12	6	11	19	25	15	13	5	1	0	0	**180**	0	28	180	0
	%PL	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%			0,0%	0,0%
mercredi 18-janv.	VL	0	0	0	0	0	1	6	10	7	13	11	20	10	8	16	17	15	20	10	11	3	2	1	0	**181**	0	20	179	2
	PL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**	0	0	0	0
	TV	0	0	0	0	0	1	6	10	7	13	11	20	10	8	16	17	15	20	10	11	3	2	1	0	**181**	0	20	179	2
	%PL	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%			0,0%	0,0%
jeudi 19-janv.	VL	1	0	0	0	0	0	7	15	28	6	10	23	18	18	6	16	30	17	19	8	10	1	0	0	**233**	0	30	232	1
	PL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**	0	0	0	0
	TV	1	0	0	0	0	0	7	15	28	6	10	23	18	18	6	16	30	17	19	8	10	1	0	0	**233**	0	30	232	1
	%PL	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%			0,0%	0,0%

	Type	00:00	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	Journée	Mini	Maxi	Jour	Nuit
Moyenne semaine	VL	1	0	0	1	0	0	3	10	18	9	9	16	11	9	7	11	15	20	14	9	5	1	1	0	**170**	0	20	167	3
	PL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**	0	0	0	0
	TV	1	0	0	1	0	0	3	10	18	9	9	16	11	9	7	11	15	20	14	9	5	1	1	0	**170**	0	20	167	3
	%PL	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%			0,0%	0,0%

	Type	00:00	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	Journée	Mini	Maxi	Jour	Nuit
Moyenne des jours ouvrés	VL	1	0	0	0	0	0	5	12	24	9	9	18	12	11	8	14	19	23	15	10	5	2	1	0	**198**	0	24	196	2
	PL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**	0	0	0	0
	TV	1	0	0	0	0	0	5	12	24	9	9	18	12	11	8	14	19	23	15	10	5	2	1	0	**198**	0	24	196	2
	%PL	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%			0,0%	0,0%

Classification de vitesse TV/PL - Débit horaire

Poste 1 : Chemin du Parc ***Sens 2*** ***Chemin de la Roubine***

Dép.	PR	Ind.
13	2301	5

Jour	Type	00h	01h	02h	03h	04h	05h	06h	07h	08h	09h	10h	11h	12h	13h	14h	15h	16h	17h	18h	19h	20h	21h	22h	23h	Journée	Mini	Maxi	Jour	Nuit
vendredi 13-janv.	VL	0	0	0	2	0	1	1	17	31	24	19	7	7	22	6	13	40	17	14	20	0	2	1	4	**248**	0	40	240	8
	PL	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**4**	0	2	4	0
	TV	0	0	0	2	0	1	2	17	31	25	21	7	7	22	6	13	40	17	14	20	0	2	1	4	**252**	0	40	244	8
	%PL	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*50,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*4,0%*	*9,5%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*1,6%*			*1,6%*	*0,0%*
samedi 14-janv.	VL	0	0	0	1	0	1	0	7	6	14	18	24	17	8	12	16	18	9	4	16	3	3	1	2	**180**	0	24	175	5
	PL	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	**2**	0	1	2	0
	TV	0	0	0	1	0	1	1	7	6	14	18	24	17	8	12	16	18	9	4	17	3	3	1	2	**182**	0	24	177	5
	%PL	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*100,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*5,9%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*1,1%*			*1,1%*	*0,0%*
dimanche 15-janv.	VL	3	1	0	0	0	0	0	0	2	6	4	8	16	9	6	11	3	14	5	13	6	2	7	3	**119**	0	16	105	14
	PL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**	0	0	0	0
	TV	3	1	0	0	0	0	0	0	2	6	4	8	16	9	6	11	3	14	5	13	6	2	7	3	**119**	0	16	105	14
	%PL	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*			*0,0%*	*0,0%*
lundi 16-janv.	VL	0	0	0	0	0	0	1	18	29	7	7	11	9	14	6	9	20	14	13	9	1	1	2	2	**173**	0	29	169	4
	PL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**1**	0	1	1	0
	TV	0	0	0	0	0	0	1	18	29	7	7	11	9	15	6	9	20	14	13	9	1	1	2	2	**174**	0	29	170	4
	%PL	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*6,7%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,6%*			*0,6%*	*0,0%*
mardi 17-janv.	VL	1	0	0	1	0	0	1	19	27	10	5	16	3	10	8	7	25	22	27	13	7	0	1	0	**203**	0	27	200	3
	PL	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	**3**	0	1	3	0
	TV	1	0	0	1	0	0	1	20	27	10	5	17	3	10	8	7	25	23	27	13	7	0	1	0	**206**	0	27	203	3
	%PL	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*5,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*5,9%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*4,3%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*1,5%*			*1,5%*	*0,0%*
mercredi 18-janv.	VL	0	1	1	0	0	1	3	9	11	20	14	10	7	15	16	15	10	18	10	13	1	1	4	0	**180**	0	20	173	7
	PL	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	1	1	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	**8**	0	2	8	0
	TV	0	1	1	0	0	1	3	10	13	20	14	11	8	15	18	16	10	18	10	13	1	1	4	0	**188**	0	20	181	7
	%PL	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*10,0%*	*15,4%*	*0,0%*	*0,0%*	*9,1%*	*12,5%*	*0,0%*	*11,1%*	*6,3%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*4,3%*			*4,4%*	*0,0%*
jeudi 19-janv.	VL	3	0	0	0	1	2	6	16	29	9	7	16	4	24	14	17	36	13	8	17	2	5	2	4	**235**	0	36	223	12
	PL	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	**4**	0	1	4	0
	TV	3	0	0	0	1	2	6	16	30	9	7	17	4	24	14	17	37	14	8	17	2	5	2	4	**239**	0	37	227	12
	%PL	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*3,3%*	*0,0%*	*0,0%*	*5,9%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*2,7%*	*7,1%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*1,7%*			*1,8%*	*0,0%*

	Type	00:00	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	Journée	Mini	Maxi	Jour	Nuit
Moyenne semaine	VL	1	0	0	1	0	1	2	12	19	13	11	13	9	15	10	13	22	15	12	14	3	2	3	2	**193**	0	22	185	8
	PL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**	0	0	0	0
	TV	1	0	0	1	0	1	2	12	19	13	11	13	9	15	10	13	22	15	12	14	3	2	3	2	**198**	0	22	185	8
	%PL	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*			*0,0%*	*0,0%*

	Type	00:00	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	Journée	Mini	Maxi	Jour	Nuit
Moyenne des jours ouvrés	VL	1	0	0	1	0	1	2	16	25	14	10	12	6	17	10	12	26	17	14	14	2	2	2	2	**206**	0	26	199	7
	PL	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**2**	0	1	2	0
	TV	1	0	0	1	0	1	2	16	26	14	10	13	6	17	10	12	26	17	14	14	2	2	2	2	**210**	0	26	201	7
	%PL	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*3,8%*	*0,0%*	*0,0%*	*7,7%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*1,0%*			*1,0%*	*0,0%*

Classification de vitesse TV/PL - Synthèse de l'analyse

Commune	SENAS
Du vendredi 13 janvier 2023 au jeudi 19 janvier 2023	
Localisation	Poste 2 : D7N
Sens 1	Chemin des Launes
Sens 2	Chemin du Lavoir

Localisation du compteur			
Sens	Dép.	Sec.	Ind.
1	13	2301	6
2	13	2301	6

Coordonnées du compteur	
Latitude	43,75068
Longitude	5,071115

Limitation vitesse (en Km/h)
50

Débit (Véhicules)	Sens 1				Sens 2				Deux sens			
	VL	PL	TV	%PL	VL	PL	TV	%PL	VL	PL	TV	%PL
Débit Moyen Journalier Semaine	3 587	148	3 735	4,0%	3 540	214	3 754	5,7%	7 127	362	7 489	4,8%
Débit Moyen Jours ouvrés	3 759	197	3 956	5,0%	3 719	275	3 994	6,9%	7 478	472	7 950	5,9%
Débit vendredi	4 160	177	4 337	4,1%	4 068	254	4 322	5,9%	8 228	431	8 659	5,0%
Débit samedi	3 501	34	3 535	1,0%	3 452	85	3 537	2,4%	6 953	119	7 072	1,7%
Débit Moyen Dim.& Fériés	2 813	18	2 831	0,6%	2 736	41	2 777	1,5%	5 549	59	5 608	1,1%
Débit Moyen de Jour (6h - 22h)	3 399	131	3 530	3,7%	3 375	205	3 580	5,7%	6 774	336	7 110	4,7%
Débit Moyen de Nuit (22h - 06h)	188	17	205	8,3%	165	9	174	5,2%	353	26	379	6,9%
Débit Moyen horaire	149	6	156	4,0%	148	9	156	5,7%	297	15	312	4,8%

Vitesse (km/h)	Sens 1		Sens 2	
	VL	PL	VL	PL
Vitesse moyenne/période	76	71	80	75
Vitesse moyenne de jour	76	71	80	74
Vitesse moyenne de nuit	82	76	86	78
Nbre d'excès de vitesse	24 909	1 020	24 720	1 477
V85	88	83	91	85
V50	76	73	80	75
V15	64	60	70	64

V85, V50, V15 : Vitesse en dessous de laquelle roulent 85%, 50%, 15% des usagers

horizon conseil
23 rue Fauchier
13002 Marseille
Tél : 04 91 47 56 63
Fax : 04 91 62 59 80
contact@horizonconseil.com
www.horizonconseil.com

Classification de vitesse TV/PL - Débit horaire

Poste 2 : D7N ***Sens 1*** ***Chemin des Launes***

Dép.	PR	Ind.
13	2301	6

Jour	Type	00h	01h	02h	03h	04h	05h	06h	07h	08h	09h	10h	11h	12h	13h	14h	15h	16h	17h	18h	19h	20h	21h	22h	23h	Journée	Mini	Maxi	Jour	Nuit
vendredi 13-janv.	VL	13	9	6	13	20	72	157	289	325	223	201	212	205	255	259	287	372	407	342	211	108	80	50	44	**4 160**	6	407	3 933	227
	PL	1	2	0	1	4	9	20	19	19	15	12	13	5	13	6	4	10	12	7	0	2	2	0	1	**177**	0	20	159	18
	TV	14	11	6	14	24	81	177	308	344	238	213	225	210	268	265	291	382	419	349	211	110	82	50	45	**4 337**	6	419	4 092	245
	%PL	7,1%	18,2%	0,0%	7,1%	16,7%	11,1%	11,3%	6,2%	5,5%	6,3%	5,6%	5,8%	2,4%	4,9%	2,3%	1,4%	2,6%	2,9%	2,0%	0,0%	1,8%	2,4%	0,0%	2,2%	4,1%			3,9%	7,3%
samedi 14-janv.	VL	31	19	11	15	20	26	70	116	144	239	252	299	275	235	245	261	291	276	265	181	96	48	34	52	**3 501**	11	299	3 293	208
	PL	2	1	1	0	0	1	1	2	5	4	5	2	4	1	4	0	0	0	0	0	0	0	1	0	**34**	0	5	28	6
	TV	33	20	12	15	20	27	71	118	149	243	257	301	279	236	249	261	291	276	265	181	96	48	35	52	**3 535**	12	301	3 321	214
	%PL	6,1%	5,0%	8,3%	0,0%	0,0%	3,7%	1,4%	1,7%	3,4%	1,6%	1,9%	0,7%	1,4%	0,4%	1,6%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	2,9%	0,0%	1,0%			0,8%	2,8%
dimanche 15-janv.	VL	44	22	20	9	10	17	32	45	53	96	174	239	180	180	254	212	264	322	303	160	78	50	32	17	**2 813**	9	322	2 642	171
	PL	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	2	0	1	1	3	4	0	0	0	1	2	0	**18**	0	4	14	4
	TV	44	23	20	9	10	18	32	45	53	97	175	239	182	180	255	213	267	326	303	160	78	51	34	17	**2 831**	9	326	2 656	175
	%PL	0,0%	4,3%	0,0%	0,0%	0,0%	5,6%	0,0%	0,0%	0,0%	1,0%	0,6%	0,0%	1,1%	0,0%	0,4%	0,5%	1,1%	1,2%	0,0%	0,0%	0,0%	2,0%	5,9%	0,0%	0,6%			0,5%	2,3%
lundi 16-janv.	VL	8	5	7	9	23	69	158	323	295	230	197	216	180	203	202	223	295	346	286	127	72	37	20	22	**3 553**	5	346	3 390	163
	PL	0	2	0	2	4	14	14	21	17	12	19	12	7	14	12	14	7	14	4	1	1	1	2	0	**194**	0	21	170	24
	TV	8	7	7	11	27	83	172	344	312	242	216	228	187	217	214	237	302	360	290	128	73	38	22	22	**3 747**	7	360	3 560	187
	%PL	0,0%	28,6%	0,0%	18,2%	14,8%	16,9%	8,1%	6,1%	5,4%	5,0%	8,8%	5,3%	3,7%	6,5%	5,6%	5,9%	2,3%	3,9%	1,4%	0,8%	1,4%	2,6%	9,1%	0,0%	5,2%			4,8%	12,8%
mardi 17-janv.	VL	10	10	6	11	25	69	161	306	308	209	215	202	196	185	208	233	289	382	308	180	79	43	34	22	**3 691**	6	382	3 504	187
	PL	2	2	0	4	1	7	17	24	22	21	16	15	7	17	17	12	9	12	7	0	1	2	3	0	**218**	0	24	199	19
	TV	12	12	6	15	26	76	178	330	330	230	231	217	203	202	225	245	298	394	315	180	80	45	37	22	**3 909**	6	394	3 703	206
	%PL	16,7%	16,7%	0,0%	26,7%	3,8%	9,2%	9,6%	7,3%	6,7%	9,1%	6,9%	6,9%	3,4%	8,4%	7,6%	4,9%	3,0%	3,0%	2,2%	0,0%	1,3%	4,4%	8,1%	0,0%	5,6%			5,4%	9,2%
mercredi 18-janv.	VL	11	5	5	13	22	63	150	291	298	213	214	202	224	212	239	270	304	380	306	171	80	38	37	23	**3 771**	5	380	3 592	179
	PL	0	2	2	0	8	10	12	18	13	15	20	16	12	13	23	13	9	14	2	1	3	2	0	1	**209**	0	23	186	23
	TV	11	7	7	13	30	73	162	309	311	228	234	218	236	225	262	283	313	394	308	172	83	40	37	24	**3 980**	7	394	3 778	202
	%PL	0,0%	28,6%	28,6%	0,0%	26,7%	13,7%	7,4%	5,8%	4,2%	6,6%	8,5%	7,3%	5,1%	5,8%	8,8%	4,6%	2,9%	3,6%	0,6%	0,6%	3,6%	5,0%	0,0%	4,2%	5,3%			4,9%	11,4%
jeudi 19-janv.	VL	10	6	5	15	21	66	151	312	322	189	228	228	193	175	224	237	316	335	283	133	69	48	34	24	**3 624**	5	335	3 443	181
	PL	2	1	1	1	1	6	24	31	14	9	12	10	13	12	9	7	6	10	5	3	0	1	6	1	**185**	0	31	166	19
	TV	12	7	6	16	22	72	175	343	336	198	240	238	206	187	233	244	322	345	288	136	69	49	40	25	**3 809**	6	345	3 609	200
	%PL	16,7%	14,3%	16,7%	6,3%	4,5%	8,3%	13,7%	9,0%	4,2%	4,5%	5,0%	4,2%	6,3%	6,4%	3,9%	2,9%	1,9%	2,9%	1,7%	2,2%	0,0%	2,0%	15,0%	4,0%	4,9%			4,6%	9,5%

	Type	00:00	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	Journée	Mini	Maxi	Jour	Nuit
Moyenne semaine	VL	18	11	9	12	20	55	126	240	249	200	212	228	208	206	233	246	304	350	299	166	83	49	34	29	**3 587**	9	350	3 399	188
	PL	1	2	1	1	3	7	13	16	13	11	12	10	7	10	10	7	6	9	4	1	1	1	2	0	**148**	0	16	131	17
	TV	19	13	10	13	23	62	139	256	262	211	224	238	215	216	243	253	310	359	303	167	84	50	36	29	**3 734**	10	359	3 530	205
	%PL	5,3%	15,4%	10,0%	7,7%	13,0%	11,3%	9,4%	6,3%	5,0%	5,2%	5,4%	4,2%	3,3%	4,6%	4,1%	2,8%	1,9%	2,5%	1,3%	0,6%	1,2%	2,0%	5,6%	0,0%	4,0%			3,7%	8,3%

	Type	00:00	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	Journée	Mini	Maxi	Jour	Nuit
Moyenne des jours ouvrés	VL	10	7	6	12	22	68	155	304	310	213	211	212	200	206	226	250	315	370	305	164	82	49	35	27	**3 759**	6	370	3 572	187
	PL	1	2	1	2	4	9	17	23	17	14	16	13	9	14	13	10	8	12	5	1	1	2	2	1	**197**	1	23	175	22
	TV	11	9	7	14	26	77	172	327	327	227	227	225	209	220	239	260	323	382	310	165	83	51	37	28	**3 956**	7	382	3 747	209
	%PL	9,1%	22,2%	14,3%	14,3%	15,4%	11,7%	9,9%	7,0%	5,2%	6,2%	7,0%	5,8%	4,3%	6,4%	5,4%	3,8%	2,5%	3,1%	1,6%	0,6%	1,2%	3,9%	5,4%	3,6%	5,0%			4,7%	10,5%

Classification de vitesse TV/PL - Débit horaire

Poste 2 : D7N ***Sens 2*** ***Chemin du Lavoir***

Dép.	PR	Ind.
13	2301	6

Jour	Type	00 h	01 h	02 h	03 h	04 h	05 h	06 h	07 h	08 h	09 h	10 h	11 h	12 h	13 h	14 h	15 h	16 h	17 h	18 h	19 h	20 h	21 h	22 h	23 h	Journée	Mini	Maxi	Jour	Nuit
vendredi 13-janv.	VL	24	10	7	7	18	32	89	271	284	208	227	230	257	248	275	291	317	406	314	243	111	83	70	46	**4 068**	7	406	3 854	214
	PL	2	0	0	2	2	5	9	17	26	23	24	19	20	21	20	22	21	11	1	3	0	4	0	2	**254**	0	26	241	13
	TV	26	10	7	9	20	37	98	288	310	231	251	249	277	269	295	313	338	417	315	246	111	87	70	48	**4 322**	7	417	4 095	227
	%PL	7,7%	0,0%	0,0%	22,2%	10,0%	13,5%	9,2%	5,9%	8,4%	10,0%	9,6%	7,6%	7,2%	7,8%	6,8%	7,0%	6,2%	2,6%	0,3%	1,2%	0,0%	4,6%	0,0%	4,2%	5,9%			5,9%	5,7%
samedi 14-janv.	VL	30	24	9	9	5	23	35	88	134	254	265	307	274	235	282	252	265	269	207	181	103	61	70	70	**3 452**	5	307	3 212	240
	PL	1	0	1	0	1	1	0	10	4	11	8	12	9	2	7	5	1	4	2	4	1	0	1	0	**85**	0	12	80	5
	TV	31	24	10	9	6	24	35	98	138	265	273	319	283	237	289	257	266	273	209	185	104	61	71	70	**3 537**	6	319	3 292	245
	%PL	3,2%	0,0%	10,0%	0,0%	16,7%	4,2%	0,0%	10,2%	2,9%	4,2%	2,9%	3,8%	3,2%	0,8%	2,4%	1,9%	0,4%	1,5%	1,0%	2,2%	1,0%	0,0%	1,4%	0,0%	2,4%			2,4%	2,0%
dimanche 15-janv.	VL	53	35	9	9	3	10	26	36	62	121	177	237	208	190	225	218	239	277	257	157	90	50	31	16	**2 736**	3	277	2 570	166
	PL	1	0	0	0	0	1	0	1	0	3	3	2	4	3	4	5	5	1	3	1	2	1	1	0	**41**	0	5	38	3
	TV	54	35	9	9	3	11	26	37	62	124	180	239	212	193	229	223	244	278	260	158	92	51	32	16	**2 777**	3	278	2 608	169
	%PL	1,9%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	9,1%	0,0%	2,7%	0,0%	2,4%	1,7%	0,8%	1,9%	1,6%	1,7%	2,2%	2,0%	0,4%	1,2%	0,6%	2,2%	2,0%	3,1%	0,0%	1,5%			1,5%	1,8%
lundi 16-janv.	VL	8	9	5	8	18	39	99	275	328	202	214	196	199	203	243	262	289	360	245	165	76	66	28	18	**3 555**	5	360	3 422	133
	PL	0	0	2	2	1	2	2	20	21	22	19	17	12	27	24	20	14	15	7	10	1	1	4	2	**245**	0	27	232	13
	TV	8	9	7	10	19	41	101	295	349	224	233	213	211	230	267	282	303	375	252	175	77	67	32	20	**3 800**	7	375	3 654	146
	%PL	0,0%	0,0%	28,6%	20,0%	5,3%	4,9%	2,0%	6,8%	6,0%	9,8%	8,2%	8,0%	5,7%	11,7%	9,0%	7,1%	4,6%	4,0%	2,8%	5,7%	1,3%	1,5%	12,5%	10,0%	6,4%			6,3%	8,9%
mardi 17-janv.	VL	13	10	3	7	15	29	82	269	308	228	212	200	213	193	212	240	303	388	303	194	98	56	42	23	**3 641**	3	388	3 499	142
	PL	2	0	2	2	3	4	6	25	24	25	26	31	13	23	27	21	21	15	11	7	3	2	3	1	**297**	0	31	280	17
	TV	15	10	5	9	18	33	88	294	332	253	238	231	226	216	239	261	324	403	314	201	101	58	45	24	**3 938**	5	403	3 779	159
	%PL	13,3%	0,0%	40,0%	22,2%	16,7%	12,1%	6,8%	8,5%	7,2%	9,9%	10,9%	13,4%	5,8%	10,6%	11,3%	8,0%	6,5%	3,7%	3,5%	3,5%	3,0%	3,4%	6,7%	4,2%	7,5%			7,4%	10,7%
mercredi 18-janv.	VL	13	6	4	5	16	24	86	269	276	201	221	210	197	255	258	245	347	342	324	176	87	61	27	39	**3 689**	4	347	3 555	134
	PL	1	1	0	2	3	0	10	20	22	14	27	25	27	33	28	24	22	14	6	9	3	3	0	2	**296**	0	33	287	9
	TV	14	7	4	7	19	24	96	289	298	215	248	235	224	288	286	269	369	356	330	185	90	64	27	41	**3 985**	4	369	3 842	143
	%PL	7,1%	14,3%	0,0%	28,6%	15,8%	0,0%	10,4%	6,9%	7,4%	6,5%	10,9%	10,6%	12,1%	11,5%	9,8%	8,9%	6,0%	3,9%	1,8%	4,9%	3,3%	4,7%	0,0%	4,9%	7,4%			7,5%	6,3%
jeudi 19-janv.	VL	16	7	7	5	13	20	100	278	287	262	205	222	186	232	233	232	314	386	264	196	85	39	38	23	**3 650**	5	386	3 521	129
	PL	0	2	0	3	0	4	6	19	21	20	24	26	22	22	21	21	22	14	9	8	3	1	1	2	**271**	0	26	259	12
	TV	16	9	7	8	13	24	106	297	308	282	229	248	208	254	254	253	336	400	273	204	88	40	39	25	**3 921**	7	400	3 780	141
	%PL	0,0%	22,2%	0,0%	37,5%	0,0%	16,7%	5,7%	6,4%	6,8%	7,1%	10,5%	10,5%	10,6%	8,7%	8,3%	8,3%	6,5%	3,5%	3,3%	3,9%	3,4%	2,5%	2,6%	8,0%	6,9%			6,9%	8,5%

	Type	00:00	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	Journée	Mini	Maxi	Jour	Nuit
Moyenne semaine	VL	22	14	6	7	13	25	74	212	240	211	217	229	219	222	247	249	296	347	273	187	93	59	44	34	**3 540**	6	347	3 375	165
	PL	1	0	1	2	1	2	5	16	17	17	19	19	15	19	19	17	15	11	6	6	2	2	1	1	**214**	0	19	205	9
	TV	23	14	7	9	14	27	79	228	257	228	236	248	234	241	266	266	311	358	279	193	95	61	45	35	**3 754**	7	358	3 580	174
	%PL	4,3%	0,0%	14,3%	22,2%	7,1%	7,4%	6,3%	7,0%	6,6%	7,5%	8,1%	7,7%	6,4%	7,9%	7,1%	6,4%	4,8%	3,1%	2,2%	3,1%	2,1%	3,3%	2,2%	2,9%	5,7%			5,7%	5,2%

	Type	00:00	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	Journée	Mini	Maxi	Jour	Nuit
Moyenne des jours ouvrés	VL	15	8	5	6	16	29	91	272	297	220	216	212	210	226	244	254	314	376	290	195	91	61	41	30	**3 719**	5	376	3 569	150
	PL	1	1	1	2	2	3	7	20	23	21	24	24	19	25	24	22	20	14	7	7	2	2	2	2	**275**	1	25	261	14
	TV	16	9	6	8	18	32	98	292	320	241	240	236	229	251	268	276	334	390	297	202	93	63	43	32	**3 994**	6	390	3 830	164
	%PL	6,3%	11,1%	16,7%	25,0%	11,1%	9,4%	7,1%	6,8%	7,2%	8,7%	10,0%	10,2%	8,3%	10,0%	9,0%	8,0%	6,0%	3,6%	2,4%	3,5%	2,2%	3,2%	4,7%	6,3%	6,9%			6,8%	8,5%

Classification de vitesse TV/PL - Synthèse de l'analyse

Commune	SENAS
Du vendredi 13 janvier 2023 au jeudi 19 janvier 2023	
Localisation	Poste 3 : Chemin du Pont de l'Auture
Sens 1	Avenue de Cambrai
Sens 2	D7N

Localisation du compteur			
Sens	Dép.	Sec.	Ind.
1	13	2301	7
2	13	2301	7

Coordonnées du compteur	
Latitude	43,7481967
Longitude	5,0720283

Limitation vitesse (en Km/h)
50

Débit (Véhicules)	Sens 1				Sens 2				Deux sens			
	VL	PL	TV	%PL	VL	PL	TV	%PL	VL	PL	TV	%PL
Débit Moyen Journalier Semaine	37	0	37	0,0%	86	0	86	0,0%	123	0	123	0,0%
Débit Moyen Jours ouvrés	41	0	41	0,0%	97	0	97	0,0%	138	0	138	0,0%
Débit vendredi	33	0	33	0,0%	91	0	91	0,0%	124	0	124	0,0%
Débit samedi	42	0	42	0,0%	69	0	69	0,0%	111	0	111	0,0%
Débit Moyen Dim.& Fériés	19	0	19	0,0%	57	0	57	0,0%	76	0	76	0,0%
Débit Moyen de Jour (6h - 22h)	37	0	37	0,0%	86	0	86	0,0%	123	0	123	0,0%
Débit Moyen de Nuit (22h - 06h)	0	0	0	#DIV/0!	0	0	0	#DIV/0!	0	0	0	#DIV/0!
Débit Moyen horaire	2	0	2	0,0%	4	0	4	0,0%	5	0	5	0,0%

Vitesse (km/h)	Sens 1		Sens 2	
	VL	PL	VL	PL
Vitesse moyenne/période	29	0	32	0
Vitesse moyenne de jour	30	0	32	0
Vitesse moyenne de nuit	25	0	29	0
Nbre d'excès de vitesse	0	0	0	0
V85	42	0	44	0
V50	33	0	35	0
V15	12	0	16	0

V85, V50, V15 : Vitesse en dessous de laquelle roulent 85%, 50%, 15% des usagers

HORIZON CONSEIL
23 rue Fauchier
13002 Marseille
Tél : 04 91 47 56 63
Fax : 04 91 62 59 80
contact@horizonconseil.com
www.horizonconseil.com

Classification de vitesse TV/PL - Débit horaire

Poste 3 : Chemin du Pont de l'Auture ***Sens 1*** ***Avenue de Cambrai***

Dép.	PR	Ind.
13	2301	7

Jour	Type	00h	01h	02h	03h	04h	05h	06h	07h	08h	09h	10h	11h	12h	13h	14h	15h	16h	17h	18h	19h	20h	21h	22h	23h	Journée	Mini	Maxi	Jour	Nuit
vendredi 13-janv.	VL	0	0	0	0	0	0	1	1	3	1	5	2	6	3	3	0	3	2	2	1	0	0	0	0	**33**	0	6	33	0
	PL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**	0	0	0	0
	TV	0	0	0	0	0	0	1	1	3	1	5	2	6	3	3	0	3	2	2	1	0	0	0	0	**33**	0	6	33	0
	%PL	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*			*0,0%*	*0,0%*
samedi 14-janv.	VL	0	2	0	0	0	0	0	0	6	1	4	3	3	11	2	1	3	3	1	1	0	1	0	0	**42**	0	11	40	2
	PL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**	0	0	0	0
	TV	0	2	0	0	0	0	0	0	6	1	4	3	3	11	2	1	3	3	1	1	0	1	0	0	**42**	0	11	40	2
	%PL	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*			*0,0%*	*0,0%*
dimanche 15-janv.	VL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	3	1	0	2	4	0	0	1	3	0	0	2	0	**19**	0	4	17	2
	PL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**	0	0	0	0
	TV	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	3	1	0	2	4	0	0	1	3	0	0	2	0	**19**	0	4	17	2
	%PL	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*			*0,0%*	*0,0%*
lundi 16-janv.	VL	0	0	0	0	0	1	0	2	4	4	2	4	2	1	3	5	5	6	2	0	1	0	0	0	**42**	0	6	41	1
	PL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**	0	0	0	0
	TV	0	0	0	0	0	1	0	2	4	4	2	4	2	1	3	5	5	6	2	0	1	0	0	0	**42**	0	6	41	1
	%PL	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*			*0,0%*	*0,0%*
mardi 17-janv.	VL	0	0	0	0	0	0	0	1	4	1	3	1	6	10	4	2	4	1	3	1	1	0	0	0	**42**	0	10	42	0
	PL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**	0	0	0	0
	TV	0	0	0	0	0	0	0	1	4	1	3	1	6	10	4	2	4	1	3	1	1	0	0	0	**42**	0	10	42	0
	%PL	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*			*0,0%*	*0,0%*
mercredi 18-janv.	VL	0	0	0	0	0	0	0	5	3	3	5	8	6	0	6	1	7	3	1	1	1	0	0	0	**50**	0	8	50	0
	PL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**	0	0	0	0
	TV	0	0	0	0	0	0	0	5	3	3	5	8	6	0	6	1	7	3	1	1	1	0	0	0	**50**	0	8	50	0
	%PL	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*			*0,0%*	*0,0%*
jeudi 19-janv.	VL	0	0	1	0	0	0	0	5	2	0	1	6	7	3	1	1	4	9	1	0	0	1	0	0	**44**	0	9	43	1
	PL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**	0	0	0	0
	TV	0	0	1	0	0	0	0	5	2	0	1	6	7	3	1	1	4	9	1	2	0	1	0	0	**44**	0	9	43	1
	%PL	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*			*0,0%*	*0,0%*

	Type	00:00	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	Journée	Mini	Maxi	Jour	Nuit
Moyenne semaine	VL	0	0	0	0	0	0	0	2	3	2	3	4	4	4	3	2	4	3	2	1	0	0	0	0	**37**	0	4	37	0
	PL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**	0	0	0	0
	TV	0	0	0	0	0	0	0	2	3	2	3	4	4	4	3	2	4	3	2	1	0	0	0	0	**37**	0	4	37	0
	%PL	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*			*0,0%*	*0,0%*

	Type	00:00	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	Journée	Mini	Maxi	Jour	Nuit
Moyenne des jours ouvrés	VL	0	0	0	0	0	0	0	3	3	2	3	4	5	3	3	2	5	4	2	1	1	0	0	0	**41**	0	5	41	0
	PL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**	0	0	0	0
	TV	0	0	0	0	0	0	0	3	3	2	3	4	5	3	3	2	5	4	2	1	1	0	0	0	**41**	0	5	41	0
	%PL	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*	*0,0%*			*0,0%*	*0,0%*

Classification de vitesse TV/PL - Débit horaire

Poste 3 : Chemin du Pont de l'Auture ***Sens 2*** ***D7N***

Dép.	PR	Ind.
13	2301	7

Jour	Type	00h	01h	02h	03h	04h	05h	06h	07h	08h	09h	10h	11h	12h	13h	14h	15h	16h	17h	18h	19h	20h	21h	22h	23h	Journée	Mini	Maxi	Jour	Nuit
vendredi 13-janv.	VL	0	0	0	0	0	0	1	12	19	6	3	4	3	7	8	2	11	3	3	3	2	4	0	0	**91**	0	19	91	0
	PL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**	0	0	0	0
	TV	0	0	0	0	0	0	1	12	19	6	3	4	3	7	8	2	11	3	3	3	2	4	0	0	**91**	0	19	91	0
	%PL	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%			0,0%	0,0%
samedi 14-janv.	VL	0	0	1	0	1	0	0	7	5	9	7	4	2	7	3	6	9	5	0	3	0	0	0	0	**69**	0	9	67	2
	PL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**	0	0	0	0
	TV	0	0	1	0	1	0	0	7	5	9	7	4	2	7	3	6	9	5	0	3	0	0	0	0	**69**	0	9	67	2
	%PL	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%			0,0%	0,0%
dimanche 15-janv.	VL	1	0	0	0	0	0	2	0	6	3	3	3	1	7	4	8	6	0	7	6	0	0	0	0	**57**	0	8	56	1
	PL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**	0	0	0	0
	TV	1	0	0	0	0	0	2	0	6	3	3	3	1	7	4	8	6	0	7	6	0	0	0	0	**57**	0	8	56	1
	%PL	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%			0,0%	0,0%
lundi 16-janv.	VL	0	0	0	0	0	0	3	10	13	11	9	2	1	9	7	11	6	5	4	0	5	3	0	0	**99**	0	13	99	0
	PL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**	0	0	0	0
	TV	0	0	0	0	0	0	3	10	13	11	9	2	1	9	7	11	6	5	4	0	5	3	0	0	**99**	0	13	99	0
	%PL	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%			0,0%	0,0%
mardi 17-janv.	VL	0	0	0	0	0	0	3	9	19	3	6	4	5	4	9	5	13	0	3	0	0	3	0	0	**86**	0	19	86	0
	PL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**	0	0	0	0
	TV	0	0	0	0	0	0	3	9	19	3	6	4	5	4	9	5	13	0	3	0	0	3	0	0	**86**	0	19	86	0
	%PL	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%			0,0%	0,0%
mercredi 18-janv.	VL	0	0	0	0	0	0	2	8	13	5	10	6	9	5	12	12	10	9	5	0	1	3	0	0	**110**	0	13	110	0
	PL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**	0	0	0	0
	TV	0	0	0	0	0	0	2	8	13	5	10	6	9	5	12	12	10	9	5	0	1	3	0	0	**110**	0	13	110	0
	%PL	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%			0,0%	0,0%
jeudi 19-janv.	VL	0	0	1	0	0	3	2	11	9	8	3	10	5	2	9	7	9	10	5	4	1	3	0	0	**102**	0	11	98	4
	PL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**	0	0	0	0
	TV	0	0	1	0	0	3	2	11	9	8	3	10	5	2	9	7	9	10	5	4	1	3	0	0	**102**	0	11	98	4
	%PL	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%			0,0%	0,0%

	Type	00:00	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	Journée	Mini	Maxi	Jour	Nuit
Moyenne semaine	VL	0	0	0	0	0	0	2	8	12	6	6	5	4	6	7	7	9	5	4	2	1	2	0	0	**86**	0	12	86	0
	PL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**	0	0	0	0
	TV	0	0	0	0	0	0	2	8	12	6	6	5	4	6	7	7	9	5	4	2	1	2	0	0	**86**	0	12	86	0
	%PL	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%			0,0%	0,0%

	Type	00:00	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	Journée	Mini	Maxi	Jour	Nuit
Moyenne des jours ouvrés	VL	0	0	0	0	0	1	2	10	15	7	6	5	5	5	9	7	10	5	4	1	2	3	0	0	**97**	0	15	96	1
	PL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**	0	0	0	0
	TV	0	0	0	0	0	1	2	10	15	7	6	5	5	5	9	7	10	5	4	1	2	3	0	0	**97**	0	15	96	1
	%PL	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%			0,0%	0,0%

Annexe 6: Note hydraulique - CERRETTI

CERRETTI
BUREAU D'ETUDES TECHNIQUES - AGENCE RHONE
Espace Burinter, 82 rue d'Espagne
84100 ORANGE
www.cerretti.fr | accueilrhone@cerretti.fr
T. +33(0) 490 661 010

DEPARTEMENT DES BOUCHES DU RHÔNE
COMMUNE DE SENAS

Construction d'un ensemble immobilier – Auture Est
CHEMIN DU PONT DE L'AUTURE – 13 560 SENAS

PC4d - NOTE VRD

MAITRE D'OUVRAGE	ARCHITECTE/MAITRE D'OEUVRE
Bouygues Immobilier 7 Bd de Dunkerque 13 002 MARSEILLE	**Jean-Fabrice Gallo Architectes** 31 Rue de la loge 13002 Marseille

Affaire n°18025
Décembre 2023 – Ind 0

BOUYGUES IMMOBILIER
AGENCE PROVENCE
Immeuble Grand Large
7, Boulevard de Dunkerque
13572 Marseille Cedex 02
Tél. : 04.96.11.78.00
SIRET 562 091 546 00605

jean-fabrice gallo architectes
31 rue de la loge
13002 MARSEILLE
tél. 04 91 91 92 13
contact@gallo-architecte.com
SARL au capital de 10.000 €

SOMMAIRE

SOMMAIRE 2
1 - PREAMBULE 3
1.1 - LOCALISATION DE L'OPERATION 3
1.2 - PRESENTATION SOMMAIRE DE L'OPERATION 4
2 - VOIRIE 4
3 - RESEAUX 4
3.1 - ENEDIS 5
3.2 - IRVE 5
3.3 - TELECOM 5
3.4 - AEP ET DEFENSE INCENDIE 5
3.5 - EU 6
3.6 - ECLAIRAGE 6
3.7 - EAUX PLUVIALES ET BASSINS 6
3.8 - IRRIGATION 7

1 - PREAMBULE

1.1 - LOCALISATION DE L'OPERATION

L'opération est localisée au niveau du chemin du Pont de l'Auture sur la commune de Sénas (Bouches-du-Rhône).

L'assiette foncière du projet couvre une superficie totale de 26 920 m².

Le plan ci-dessous permet d'apprécier la localisation de la zone de projet, située sur les parcelles section AC, parcelles N° 2 ; 343 ; 344 ; 414 ; 616 ; 617 ; 619 ; 621 ; 622 ; 623 ; 624 ; 625 et section AD, parcelles N°25 ; 26 ; 178 ; 179p.

Figure 1 - Localisation de l'opération

1.2 - PRESENTATION SOMMAIRE DE L'OPERATION

Le site est actuellement occupé par des habitations et des parcelles agricoles.

Le présent projet consiste en la construction d'un ensemble immobilier, la création de places de parkings, de voiries, de pistes cyclables, de bassins de rétention et de réseaux.

2 - VOIRIE

L'accès véhicules, piétons et cycles se fera depuis La Route Nationale RN n°07 au Nord-Est du projet, depuis le Chemin des Launes à l'Est du projet ou depuis le Chemin du Pont de l'Auture au Sud du projet.

Les voiries seront traitées en enrobé standard.
Les places de stationnement seront traitées en enrobé ou en stabilisé renforcé.
Les cheminements piétons seront traités en enrobé.
Les pistes cyclables ainsi que la voie de service seront traitées en stabilisé renforcé.
Les entrées des bâtiments seront traitées en béton désactivé.

L'ensemble des voies, stationnements et cheminements piétons seront conformes aux normes PMR.
La Zone OM sera traitée en béton.
Les bordures seront en béton ordinaire.

3 - RESEAUX

L'ensemble des réseaux sera réalisé suivant les textes et normes en vigueur. Les raccordements aux réseaux existants seront réalisés suivant les prescriptions et directives ou sous le contrôle des concessionnaires concernés.

L'ensemble des réseaux nécessaires à la viabilisation sont présents sous le Chemin du Pont de l'Auture ou sous le Chemin des Launes.

Les réseaux suivants sont présents en périphérie du projet :

- Le projet sera raccordé au réseau d'assainissement collectif existant situé sous le Chemin du Pont de l'Auture.
- Le projet sera raccordé au réseau AEP existant situé sous le Chemin du Pont de l'Auture. Une extension de 30 ml environ est nécessaire et sera réalisée dans le cadre de l'opération (côté Avenue de Cambrai). Le gestionnaire mettra en place des compteurs généraux dans des regards prévus à cet effet, en limite de voie rétrocédée.
- La desserte incendie sera assurée par 2 poteaux incendie à créer, dans l'enceinte de l'opération.
- Le projet sera raccordé au réseau HTA existant, situé en aérien (sous réserve de validation ENEDIS). Ce réseau sera dévoyé et enterré par Enedis.
- Le projet sera raccordé au réseau Télécom existant situé sous le Chemin du Pont de l'Auture.
- Le réseau EP sera positionné et dimensionné pour récupérer toutes les eaux pluviales des espaces extérieurs via des grilles, et les eaux pluviales des toitures via des descentes de gouttières. Il est envisagé de stocker l'impact de l'imperméabilisation via un dispositif de gestion des eaux pluviales composé de noues paysagères d'infiltration.

  En application des préconisations du zonage pluvial de la commune de Sénas et de la DDTM13, des bassins de rétention seront nécessaires. En effet, ces règlements prescrivent la compensation des surfaces imperméabilisées. La surface imperméabilisée après projet induit un volume de rétention nécessaire de 1 971 m³. Le dispositif de gestion des eaux pluviales sera composé de noues paysagères d'infiltration, d'une profondeur maximale de 50 cm. Ceux-ci se vidangeront par infiltration dans le sol.

3.1 - ENEDIS

Deux postes de transformation seront créés dans le cadre du projet. Ces postes seront alimentés depuis le réseau HTA, situé à l'intersection entre le Chemin des Launes et la Route Nationale RN n°07. Les bâtiments seront alimentés depuis ces postes.
Une ligne HTA aérienne est présente sur l'emprise du projet. Cette ligne sera à dévoyer et enterrer.

3.2 - IRVE

Conformément à la réglementation en vigueur, 100 % des places de stationnement des bâtiments collectifs seront pré-équipées de manière à pouvoir permettre la recharge par des véhicules électriques. Des fourreaux et regards de tirage seront positionnés à cet effet.

3.3 - TELECOM

Les alimentations TELECOM seront réalisées depuis le réseau existant situé sous le Chemin du Pont de l'Auture. Les raccordements se feront sur des poteaux aériens existants.

Les raccordements se feront conformément aux prescriptions du délégataire.

3.4 - AEP ET DEFENSE INCENDIE

Les bâtiments seront raccordés au réseau AEP situé sous le Chemin du Pont de l'Auture via des compteurs généraux AEP, à poser en limite de voie rétrocédée. Le réseau principal alimentant les

poteaux incendie sera en PEHD ø 100 mm. Le réseau secondaire sera en PEHD ø 63 mm. Les branchements seront en PEHD ø 25 ou 32 mm.

DFCI : La défense incendie du bâtiment sera assurée par 2 poteaux incendie à créer, dans l'enceinte du site. L'ensemble des entrées des bâtiments et villas sera situé à moins de 150 ml en parcours réel de ce poteau incendie.

3.5 - EU

Les bâtiments seront raccordés au réseau d'assainissement collectif situé sous le Chemin du Pont de l'Auture via des réseaux à créer PVC ø200 mm. Ces réseaux seront raccordés sur des regards existants. Les écoulements seront, en principe, gravitaires. Les branchements seront réalisés en PVC ø150mm.

Les raccordements se feront conformément aux prescriptions du délégataire.

3.6 - ECLAIRAGE

Les accès piétons seront éclairés via des bornes. Les voies seront éclairées par des candélabres simples, hauteur 7 m.
L'alimentation de l'éclairage se fera depuis un TGBT bâtiment.

3.7 - EAUX PLUVIALES ET BASSINS

Détail sur la note hydraulique jointe au présent dossier.

Le présent permis de construire s'inscrit dans un projet global s'étendant sur 44 533 m². La zone globale à aménager sera sujette à un rejet dans le milieu naturel ; l'opération est donc redevable d'un dossier de déclaration au titre de la loi sur l'eau pour la rubrique 2.1.5.0 : rejet dans les eaux douces superficielles, ou sur le sol ou dans le sous-sol (Surface entre 1ha et 20ha). Ce DLE doit être réalisé sur l'ensemble des PC Auture Est et Ouest par application des articles R214-42 et 43 du code de l'environnement.

Le dispositif de gestion des eaux pluviales sera composé de noues paysagères d'infiltration, d'une profondeur maximale de 50 cm. Ces noues permettront de stocker un volume utile global de rétention d'au moins 1 971 m³, répondant au besoin.

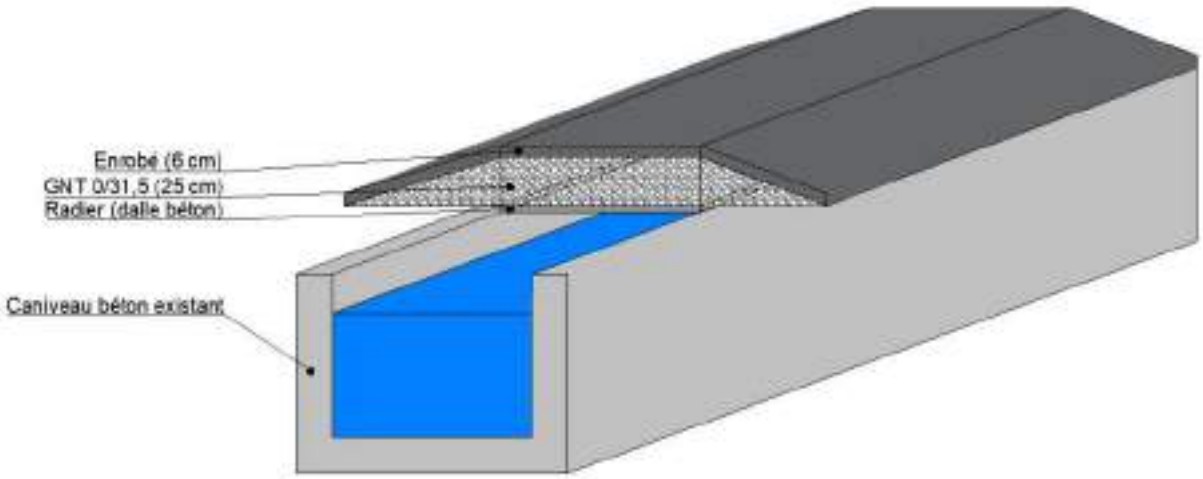
Les noues intercepteront les eaux de ruissellement provenant de la zone de projet et seront dimensionnées conformément aux préconisations du zonage pluvial de la commune de Sénas et de la DDTM13. Les noues seront évacuées par infiltration dans le sol.

3.8 - IRRIGATION

Un ouvrage d'arrosage est présent à proximité du site : Un canal bétonné, en bordure du Chemin des Launes.

Afin d'accéder au site, il est prévu de traverser le canal sur un tronçon. Sur ce tronçon, un radier béton sur lequel une couche de GNT 0/31.5 ainsi qu'une couche de BBSG 0/10 sera mis en place, et permettra de créer un accès véhicules.

La coupe type de la traversée est présentée ci-dessous.



BOUYGUES IMMOBILIER
AGENCE PROVENCE
Immeuble Grand Large
7, Boulevard de Dunkerque
13572 Marseille Cedex 02
Tél. : 04.96.11.78.00
SIRET 562 091 546 00605

jean-fabrice gallo
architectes
31, rue de la loge
13002 MARSEILLE
tél. 04 91 91 92 13
contact@gallo-architecte.com
SIRET 530 210 031 - RCS Marseille
SARL au capital de 10.000 €
TVA fr FR 79 530 210 031

MAITRISE D'OUVRAGE

BOUYGUES IMMOBILIER

ZAC des 2 Ormes
13 090 AIX EN PROVENCE

MAITRISE D'ŒUVRE

BET CERRETTI - AGENCE RHÔNE

Espace Burinter
82, rue d'Espagne
84 100 ORANGE

Projet immobilier de l'Auture à Senas

PHASE	**PC04B**
PIECE(S)	**NOTICE HYDRAULIQUE**

N°Réf. CERRETTI :	18 025

Indice	Date	Désignation - Observations	Rédacteur
01	21/12/2023	Edition Originale	MM

AFFAIRE n° 18025 : PROJET IMMOBILIER DE L'AUTURE A SENAS

Note hydraulique du dispositif de gestion des imperméabilisations

1 - Hypothèses prises en compte et contexte règlementaire

Superficie totale de l'impluvium propre au projet : A = **0,0445 km²** , soit une surface de **44 533 m²**
Longueur du plus long chemin hydraulique (PLT) : L = **50 m**
Pente moyenne pondérée du PLT : I = **0,005 m/m**

Le projet est situé en zone 1AUd au PLU.

Le présent permis de construire s'inscrit dans un projet global s'étendant sur 44 533 m². La zone globale à aménager sera sujette à un rejet dans le milieu naturel; l'opération est donc redevable d'un dossier de déclaration au titre de la loi sur l'eau pour la rubrique 2.1.5.0 : rejet dans les eaux douces superficielles, ou sur le sol ou dans le sous-sol (Surface entre 1ha et 20ha). La présente note hydraulique précise donc la gestion des eaux pluviales sur l'ensemble de cette surface.

Le principe est de créer une rétention compensant l'imperméabilisation du site.
Le site de l'opération n'intercepte pas de bassin versant amont.

Selon le contexte réglementaire, l'opération devra être conforme aux préconisations du zonage pluvial de Senas et de la DDTM13, à savoir :

Zonage pluvial de Senas : Selon le zonage pluvial de la commune de Senas, le projet se situe en zone EP2, EP6 et EP7.
Tout pétitionnaire devra respecter les prescriptions du règlement du « zonage d'assainissement pluvial » annexé au PLU, soit :
Compte tenu des conclusions du diagnostic il est impératif de ne pas aggraver les conditions d'écoulement des eaux pluviales en aval des nouveaux aménagements. Il est donc demandé de compenser toute augmentation du ruissellement induite par de ***nouvelles imperméabilisations de sols*** *(création, ou extension de bâtis ou d'infrastructures existants), par la mise en oeuvre de dispositifs de rétention des eaux pluviales ou d'autres techniques alternatives.*
A ce titre, les modalités de gestion des eaux pluviales à appliquer sont les suivantes :
- Zone EP2 : Volume de rétention = 500 m³/ha nouvellement imperméabilisé ;
- Zone EP6 : Volume de rétention = 800 m³/ha nouvellement imperméabilisé ;
- Zone EP7 : Volume de rétention = 1000 m³/ha nouvellement imperméabilisé.

MISEN 13 : le volume à stocker est déterminé par la méthode des pluies en considérant une pluie vicennale. Le temps de vidange de l'ouvrage doit être inférieur à 48h.

2 - Modalités d'évacuation des eaux après rétention :

Le projet prévoit la régulation des apports vers le sous-sol par infiltration (perméabilité des sols : 35mm/h).
L'essai d'infiltration type Prochet est disponible en **Annexe 1**.

3 - Détails de surfaces avant et après projet :

Il est à noter que les surfaces présentées ci-dessous correspondent aux surfaces de l'impluvium (= surfaces projetées au sol). Le détail des surfaces avant et après projet est le suivant :

	AVANT PROJET (état actuel)			APRES PROJET		
Nature des surfaces*	**Surface**	**Coefficient de ruissellement**	**Surface active**	**Surface**	**Coefficient de ruissellement**	**Surface active**
Bâtiments	704 m²	1,00	704 m²	6 295 m²	1,00	6 295 m²
Terrasses / Balcon	0 m²	1,00	0 m²	890 m²	1,00	890 m²
Rampes BD+escaliers+abris+béton	0 m²	1,00	0 m²	728 m²	1,00	728 m²
Ombrière	0 m²	1,00	0 m²	288 m²	1,00	288 m²
Voirie et stationnement en enrobé	843 m²	1,00	843 m²	7 159 m²	1,00	7 159 m²
Trottoirs enrobé	0 m²	1,00	0 m²	1 237 m²	1,00	1 237 m²
Piste cyclable et voie de service stabilisé	0 m²	0,60	0 m²	1 272 m²	0,60	763 m²
Parkings en stabilisé	0 m²	0,70	0 m²	1 995 m²	0,70	1 397 m²
Bassins et noues	0 m²	0,90	0 m²	5 134 m²	0,90	4 621 m²
Espaces verts	42 986 m²	0,10	4 299 m²	19 535 m²	0,10	1 954 m²
Total	**44 533 m²**	**0,13**	**5 846 m²**	**44 533 m²**	**0,57**	**25 331 m²**

** Les surfaces avant projet ont été mesurées sur le plan établi par le géomètre-expert servant en fond de plan au plan d'aménagement communal.*
Quant aux surfaces après projet, elles ont été mesurées sur le plan de masse établi par le BET Cerretti en août 2023.

4 - Calcul des coefficients de ruissellement d'occurrence supérieure

Pour des périodes de retour T > 10 ans, on se référera à la formule du Guide Technique Assainissement Routier :

$$C_{(T)} = 0.8 \times \left(1 - \frac{P_{(0)}}{Pj_{(T)}}\right)$$ si $C_{(10)} < 0.8$ et avec $$P_0 = \left(1 - \frac{C_{(10)}}{0.8}\right) \times Pj_{(10)}$$, et si $C_{(10)} \geq 0.8$, il est admis que $P_0 = 0$ et $C_{(T)}=C_{(10)}$

Avec : $C_{(T)}$: coefficient de ruissellement pour une période de retour T (sans unité),
P_0 en mm,
$Pj_{(T)}$: hauteur de la pluie journalière de période de retour T,

Calcul de P0	26,27
C(20)	0,60
C(30)	0,62
C(50)	0,64
C(100)	0,66

une surface imperméabilisée projetée au sol de 17 360 m² après projet,
et une surface aménagée de 44 533 m² .
L'augmentation de l'imperméabilisation est égale à 15 813 m² .

5 - Calcul du temps de concentration

Méthode		t_c	
	Kirpich	3 mn	0,05 h
	Passini	12 mn	0,20 h
	Ventura	23 mn	0,38 h
Pour BV urbain	Chocat	6 mn	0,10 h
Temps de concentration retenu		6 mn	0,10 h

Pour comparaison, le temps de concentration de l'état naturel calculé en moyennant les valeurs obtenues par les Méthodes de Kirpich, Passini et Ventura est 18 de minutes.

6 - Calcul des intensités pluviométriques

La pluviométrie est issue de la station météorologique de Salon-de-Provence.

		Période de retour			
		T = 2 ans	T = 10 ans	T = 20 ans	T = 100 ans
Coefficients de Montana (6mn < t < 30mn)	a	4,566	5,387	5,840	6,574
	b	0,524	0,437	0,418	0,372
Intensité de la pluie égale au temps de concentration $i(t_c,T)$		1,8 mm/mn	2,5 mm/mn	2,8 mm/mn	3,4 mm/mn
		107 mm/h	148 mm/h	166 mm/h	203 mm/h

7 - Calcul des débits de pointe

Le débit de pointe est calculé par la méthode rationnelle :

$Q = K \times C \times i(t_c,T) \times A$ avec $K = 1 / 3,6$

	Période de retour			
	T = 2 ans	T = 10 ans	T = 20 ans	T = 100 ans
Débit instantané maximal après projet	0,754 m³/s	1,039 m³/s	1,237 m³/s	1,650 m³/s
	754 L/s	1039 L/s	1237 L/s	1650 L/s
Débit instantané maximal avant projet	0,095 m³/s	0,145 m³/s	0,294 m³/s	0,639 m³/s
	95 L/s	145 L/s	294 L/s	639 L/s
Ecart	+ 658 L/s	+ 894 L/s	+ 943 L/s	+ 1011 L/s
	+ 690%	+ 615%	+ 320%	+ 158%

Le calcul du débit de ponte à l'état naturel est présenté en **Annexe 2.**

8 - Calcul du volume utile de rétention et du débit de fuite : compensation de l'imperméabilisation

Selon les règles énoncées supra, il convient de compenser l'impact de l'imperméabilisation par application des préconisations du zonage pluvial annexé au PLU et de la DDTM13.

8.1 - Méthode du zonage pluvial

L'opération est situé en zone EP2, EP6 et EP7 selon le zonage pluvial annexé au PLU. Dans ces zones, le volume de rétention se calcule comme suit :
- EP2 : 500m³/ha nouvellement imperméabilisé ;
- EP6 : 800m³/ha nouvellement imperméabilisé ;
- EP7 : 1000m³/ha nouvellement imperméabilisé.

Le tableau ci-dessous indique les surfaces imperméabilisées calculées pour chaque zone.

	EP2			EP6			EP7			
Nature des surfaces	**PROJET**	**EXISTANT**	**Nouvellement imperméabilisé**	**PROJET**	**EXISTANT**	**Nouvellement imperméabilisé**	**PROJET**	**EXISTANT**	**Nouvellement imperméabilisé**	**S_{total} nouvellement imperméabilisée**
Bâtiments	0 m²	291 m²	-291 m²	3 327 m²	413 m²	2 914 m²	2 968 m²	0 m²	2 968 m²	5 591 m²
Terrasses / Balcon	0 m²	0 m²	0 m²	411 m²	0 m²	411 m²	479 m²	0 m²	479 m²	890 m²
Rampes BD+escaliers+abris+béton	0 m²	0 m²	0 m²	400 m²	0 m²	400 m²	328 m²	0 m²	328 m²	728 m²
Ombrière	0 m²	0 m²	0 m²	175 m²	0 m²	175 m²	113 m²	0 m²	113 m²	288 m²
Voirie et stationnement en enrobé	930 m²	542 m²	388 m²	2 421 m²	0 m²	2 421 m²	3 808 m²	301 m²	3 507 m²	6 316 m²
Trottoirs enrobé	234 m²	0 m²	234 m²	280 m²	0 m²	280 m²	723 m²	0 m²	723 m²	1 237 m²
Piste cyclable et voie de service stabilisé	0 m²	0 m²	0 m²	662 m²	0 m²	662 m²	610 m²	0 m²	610 m²	1 272 m²
Parkings en stabilisé	0 m²	0 m²	0 m²	704 m²	0 m²	704 m²	1 291 m²	0 m²	1 291 m²	1 995 m²
Bassins et noues	114 m²	0 m²	114 m²	2 268 m²	0 m²	2 268 m²	2 752 m²	0 m²	2 752 m²	5 134 m²
Espaces verts	6 235 m²	6 680 m²	-445 m²	6 965 m²	17 200 m²	-10 235 m²	6 335 m²	19 106 m²	-12 771 m²	-23 451 m²
SURFACE IMPERMEABILISEE	1 267 m²	833 m²	**434 m²**	9 945 m²	413 m²	**9 532 m²**	12 166 m²	301 m²	**11 865 m²**	**21 397 m²**

Le volume de rétention s'èléve donc, pour chaque zone, à :

- Zone EP2 : V1 = 434 m² x 500 m³/ha = 22 m³
- Zone EP6 : V2 = 9532 m² x 800 m³/ha = 763 m³
- Zone EP7 : V3 = 11865 m² x 1000 m³/ha = 1187 m³

Soit un volume de rétention total de 1971 m³.

8.2 - Méthode de la DDTM13

La DDTM13 prescrit un dimensionnement du volume de rétention par application de la méthode des pluies, pour une pluie d'occurrence vicennale.

Le débit d'infiltration s'élève à 0,029 m³/s en considérant un coefficient de colmatage de 30%.

Le volume de rétention f = 20 ans nécessaire calculé avec cette méthode, est égal à 1694 m³. Le détail du calcul est présenté en annexe 3.

Conclusion sur le dimensionnement de la rétention

Le volume à retenir est le volume le plus préjudiciable entre les valeurs calculées avec ces deux méthodes. En l'occurrence, la méthode la plus préjudiciable ici est la méthode du zonage pluvial. Un volume minimal de 1 971 m³ sera donc mis en œuvre.

Le temps de vidange des bassins avec un débit d'infiltration de 0,029 m³/s est de 16,5 h.

9 - Caractéristiques du dispositif de gestion des eaux pluviales

Afin de répondre au mieux aux contraintes de l'opération , il est proposé de stocker l'impact de l'imperméabilisation dans des bassins de rétention aériens.
L'ensemble des ouvrages se vidangera par infiltration dans le sol.

Les caractéristiques de la rétention seront les suivantes :

	Zone	$V_{nécessaire}$	$V_{nécessaire\ total}$	S_{sol}	S_{miroir}	H	V	V_{total} par bassin(s)
Seul	EP2	22 m³	22 m³	86 m²	114 m²	0,40 m	40 m³	40 m³
En équilibre	EP7	976 m³	976 m³	2141 m²	2752 m²	0,40 m	979 m³	979 m³
En équilibre	EP7 EP6	211 m³ 763 m³	974 m³	0 m² 1675 m²	0 m² 2268 m²	0,00 m 0,50 m	0 m³ 986 m³	986 m³
TOTAL			**1971 m³**	**3902 m²**	**5134 m²**			**2004 m³**

Soit un volume total utile de 2 004 m³ environ, répondant au besoin.

En cas d'évènement pluvieux majeur remplissant les bassins, le débordement s'effectuera en direction des fonds inférieurs.

Les bassins recevront les ruissellements pluviaux générées par les nouvelles surfaces aménagées du projet.
Compte tenu de la nature des surfaces collectées, le traitement qualitatif des eaux pluviales du projet sera assuré par une simple décantation au sein des bassins de rétention. Les eaux traverseront un aquatextile dépolluant avant de rejoindre la nappe.

Le plan de gestion des eaux pluviales est présenté en **Annexe 4.**

AFFAIRE n° 18025 : PROJET IMMOBILIER DE L'AUTURE A SENAS

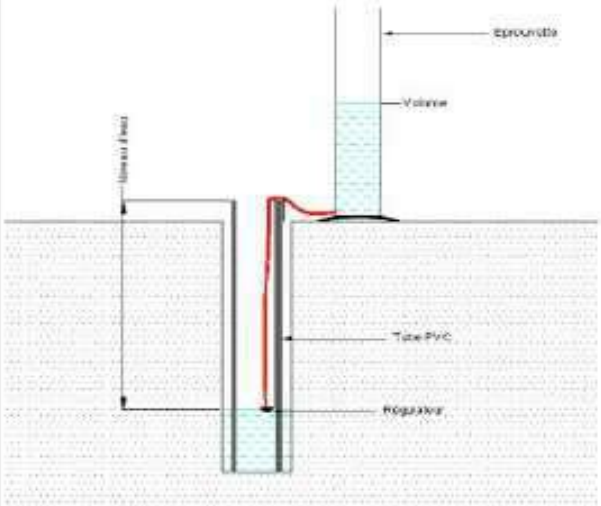
ANNEXE 1
Essai de perméabilité

SOL-ESSAIS
460 avenue Jean Perrin 13851 AIX EN PROVENCE Cedex 3
Tél. 04 42 39 74 85 - eMail aix@sol-essais.fr - Télécopie 04 42 39 73 91

SENAS
Galazon 2
Chemin du Pont de l'Auture
Altitude Z NGF

Mesure de perméabilité
(Charge variable)
Porchet 3 de 0,45 m à 0,6 m
SEI n°: SOLA-D19-0129 Date : 04/04/19

ESSAI D'INFILTRATION - ESSAI PORCHET



Données de l'essai :

Diamètre Tarière =	0,120 m
Profondeur essai =	0,600 m
Prof. niveau / sol =	0,450 m

Volume injecté en 10 mn = 0,4 litres

Coeficient de Perméabilité :

K = Q / S = (vol. injecté / temps essai) / Surface mouillée

K = 9,8E-06 m/s

Soit **K = 35,4 mm/h**

Classes de perméabilité en fonction des valeurs de K

Valeurs de K	m/s	$< 10^{-7}$	10^{-7} à 10^{-6}	10^{-6} à 10^{-5}	10^{-5} à 10^{-4}	$> 10^{-4}$
	mm/h	< 0,36	0,36 à 3,6	3,6 à 36	36 à 360	> 360
Type de sol		sol imperméable	sol peu perméable	sol moyennement perméable	sol perméable	sol très perméable

AFFAIRE n° 18025 : PROJET IMMOBILIER DE L'AUTURE A SENAS

ANNEXE 2
Débits de pointe à l'état naturel - Impluvium propre du projet

1 - Hypothèses prises en compte

Superficie totale de l'impluvium : A = **0,0445 km²** , soit **44 533 m²**
Longueur du plus long chemin hydraulique (PLT) : L = **300 m**
Pente moyenne pondérée du PLT : I = **0,005 m/m**

2 - Calcul du coefficient de ruissellement

Nature des surfaces	Surface	Coefficient de ruissellement C	Surface active
Bâtiments	704 m²	1,00	704 m²
Terrasses / Balcon	0 m²	1,00	0 m²
Rampes BD+escaliers+abris+béton	0 m²	1,00	0 m²
Ombrière	0 m²	1,00	0 m²
Voirie et stationnement en enrobé	843 m²	1,00	843 m²
Trottoirs enrobé	0 m²	1,00	0 m²
Piste cyclable et voie de service stabilisé	0 m²	0,60	0 m²
Parkings en stabilisé	0 m²	0,70	0 m²
Bassins et noues	0 m²	0,90	0 m²
Espaces verts	42 986 m²	0,10	4 299 m²
Total	**44 533 m²**	**0,13**	**5 846 m²**

Coefficient de ruissellement moyen : C = Sa/S : **0,13**

3 - Calcul des coefficients de ruissellement d'occurrence supérieure

Pour des périodes de retour T > 10 ans, on se référera à la formule du Guide Technique Assainissement Routier :

Calcul de P0	**75,99**
C(20)	**0,23**
C(30)	**0,28**
C(50)	**0,33**
C(100)	**0,39**

$$C_{(T)} = 0.8 \times \left(1 - \frac{P_{(0)}}{Pj_{(T)}}\right)$$ si $C_{(10)} < 0.8$ et avec $$P_0 = \left(1 - \frac{C_{(10)}}{0.8}\right) \times Pj_{(10)}$$, et si $C_{(10)} \geq 0.8$, il est admis que P_0 = 0 et $C_{(T)}=C_{(10)}$

Avec :
$C_{(T)}$: coefficient de ruissellement pour une période de retour T (sans unité),
P_0 en mm,
$Pj_{(T)}$: hauteur de la pluie journalière de période de retour T,

4 - Calcul du temps de concentration

Méthode	t_c	
Kirpich	**12 mn**	0,20 h
Passini	**22 mn**	0,36 h
Ventura	**23 mn**	0,38 h
Temps de concentration moyen	**19 mn**	0,31 h

5 - Calcul de l'intensité pluviométrique

La pluviométrie est issue de la station météorologique de Salon-de-Provence.

		Période de retour			
		T = 2 ans	**T = 10 ans**	**T = 20 ans**	**T = 100 ans**
Coefficients de Montana (6mn < t < 30mn)	a	4,566	5,387	5,840	6,574
	b	0,524	0,437	0,418	0,372
Intensité de la pluie égale au temps de concentration $i(t_c,T)$		**1,0 mm/mn**	**1,5 mm/mn**	**1,7 mm/mn**	**2,2 mm/mn**
		59 mm/h	**90 mm/h**	**103 mm/h**	**132 mm/h**

6 - Calcul du débit de pointe

Le débit de pointe est calculé par la méthode rationnelle :

$Q = K \times C \times i(t_c,T) \times A$ avec $K = 1 / 3,6$

	Période de retour			
	T = 2 ans	**T = 10 ans**	**T = 20 ans**	**T = 100 ans**
Débit instantané maximal à l'état naturel	**0,095 m³/s**	**0,145 m³/s**	**0,294 m³/s**	**0,639 m³/s**
	95 L/s	**145 L/s**	**294 L/s**	**639 L/s**
Débit unitaire à l'état naturel	**21 L/s/ha**	**33 L/s/ha**	**66 L/s/ha**	**143 L/s/ha**

AFFAIRE n° 18025 : PROJET IMMOBILIER DE L'AUTURE A SENAS

ANNEXE 3
Calcul du volume utile de la rétention par la méthode des pluies - T = 20 ans

Salon-de-Provence - T = 20 ans

Coefficients de Montana

	6mn < t < 60mn	60mn < t < 6h
a =	**5,840**	**23,813**
b =	**0,418**	**0,775**

Pas de temps

dt = **6,00 mn**

Surface drainée

S = **44 533 m²**

Coefficient d'apport

Ca = **0,60**

Surface active

Sact = **26 880 m²**

Evacuation

Surface d'infiltration = **5 134 m²**

Perméabilité du sol = **35 mm/h**

Pourcentage de colmatage = **30%**

Débit d'infiltration = **0,035 m³/s**

Temps mn	H pluie mm	Vap cum. m³	Vap dt m³	Qap m³/h	Vf cum m³/dt	Qf dt m³/dt	Qf m³/h	Vst m³
72	62	**1675**	32	325	**151**	12,578	126	1 525
78	63	**1706**	30	304	**164**	12,578	126	1 542
84	65	**1735**	29	287	**176**	12,578	126	1 559
90	66	**1762**	27	271	**189**	12,578	126	1 573
96	67	**1788**	26	258	**201**	12,578	126	1 586
102	67	**1812**	25	245	**214**	12,578	126	1 598
108	68	**1836**	23	235	**226**	12,578	126	1 609
114	69	**1858**	22	225	**239**	12,578	126	1 619
120	70	**1880**	22	216	**252**	12,578	126	1 628
126	71	**1900**	21	207	**264**	12,578	126	1 636
132	71	**1920**	20	200	**277**	12,578	126	1 644
138	72	**1940**	19	193	**289**	12,578	126	1 650
144	73	**1958**	19	187	**302**	12,578	126	1 656
150	74	**1976**	18	181	**314**	12,578	126	1 662
156	74	**1994**	18	175	**327**	12,578	126	1 667
162	75	**2011**	17	170	**340**	12,578	126	1 671
168	75	**2027**	17	165	**352**	12,578	126	1 675
174	76	**2043**	16	161	**365**	12,578	126	1 679
180	77	**2059**	16	156	**377**	12,578	126	1 682
186	77	**2074**	15	152	**390**	12,578	126	1 684
192	78	**2089**	15	149	**403**	12,578	126	1 687
198	78	**2104**	15	145	**415**	12,578	126	1 689
204	79	**2118**	14	142	**428**	12,578	126	1 690
210	79	**2132**	14	139	**440**	12,578	126	1 692
216	80	**2145**	14	136	**453**	12,578	126	1 693
222	80	**2159**	13	133	**465**	12,578	126	1 693
228	81	**2172**	13	130	**478**	12,578	126	1 694
234	81	**2184**	13	127	**491**	12,578	126	**1 694**
240	82	**2197**	12	125	**503**	12,578	126	1 694
246	82	**2209**	12	122	**516**	12,578	126	1 693
252	83	**2221**	12	120	**528**	12,578	126	1 693
258	83	**2233**	12	118	**541**	12,578	126	1 692
264	83	**2244**	12	116	**553**	12,578	126	1 691
270	84	**2256**	11	114	**566**	12,578	126	1 690
276	84	**2267**	11	112	**579**	12,578	126	1 688
282	85	**2278**	11	110	**591**	12,578	126	1 687
288	85	**2289**	11	108	**604**	12,578	126	1 685
294	86	**2299**	11	106	**616**	12,578	126	1 683
300	86	**2310**	10	105	**629**	12,578	126	1 681
306	86	**2320**	10	103	**641**	12,578	126	1 679
312	87	**2330**	10	102	**654**	12,578	126	1 676
318	87	**2340**	10	100	**667**	12,578	126	1 674
324	87	**2350**	10	99	**679**	12,578	126	1 671
330	88	**2360**	10	97	**692**	12,578	126	1 668
336	88	**2370**	10	96	**704**	12,578	126	1 665
342	89	**2379**	9	95	**717**	12,578	126	1 662
348	89	**2388**	9	93	**730**	12,578	126	1 659
354	89	**2398**	9	92	**742**	12,578	126	1 655
360	90	**2407**	9	91	**755**	12,578	126	1 652
366	90	**2416**	9	90	**767**	12,578	126	1 648

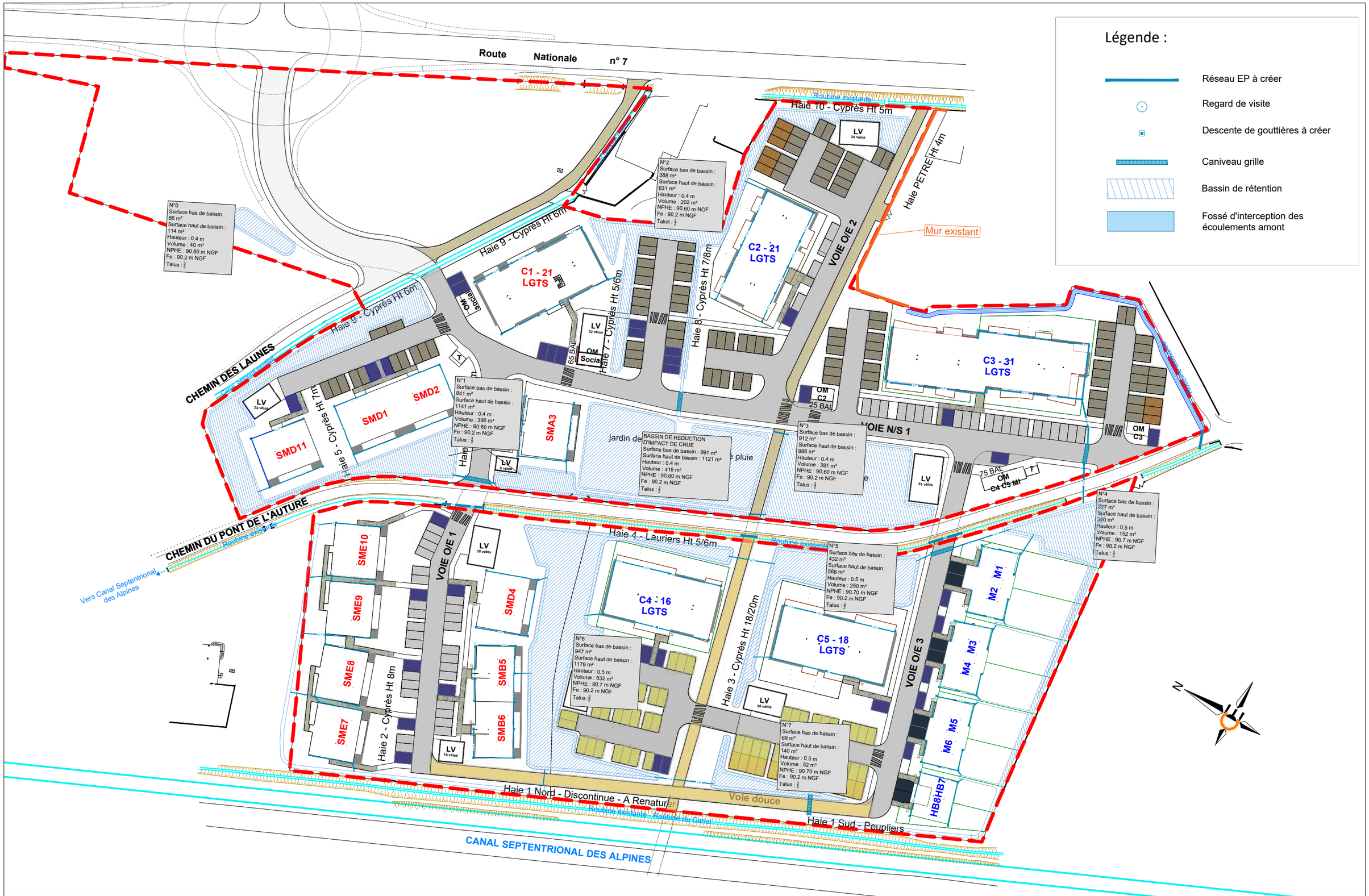
Volume nécessaire de rétention : 1 694 m³

68 L/m² imperméabilisé

Temps de vidange du bassin : 13,5 heures, soit 0,6 j

AFFAIRE n° 18025 : PROJET IMMOBILIER DE L'AUTURE A SENAS

ANNEXE 4
Plan de gestion des eaux pluviales



MAITRISE D'OEUVRE

Agence Rhône BET CERRETTI
82 Rue d'Espagne
84 100 - ORANGE
04 90 66 10 10 accueilrhone@cerretti.fr

Construction d'un ensemble immobilier à Senas

Émetteur	Date	Phase	Bâtiment	N° plan	Indice	Echelle	Num. dossier Émetteur
AM	21/12/23	PC		04 EP	A	1/1000e	18 - 025

Plan de gestion des eaux pluviales
Ville de Senas
Pont de l'Auture

Ce document ne peut en aucun cas servir à l'exécution ou à la vente

CERRETTI
BUREAU D'ETUDES TECHNIQUES - AGENCE RHONE
Espace Burinter, 82 rue d'Espagne
84100 ORANGE
www.cerretti.fr | accueilrhone@cerretti.fr
T. +33(0) 490 661 010

DEPARTEMENT DES BOUCHES DU RHÔNE
COMMUNE DE SENAS

Construction d'un ensemble immobilier – Auture Ouest
CHEMIN DU PONT DE L'AUTURE – 13 560 SENAS

PC4d - NOTE VRD

MAITRE D'OUVRAGE	ARCHITECTE/MAITRE D'OEUVRE
Bouygues Immobilier 7 Bd de Dunkerque 13 002 MARSEILLE	**Jean-Fabrice Gallo Architectes** 31 Rue de la loge 13002 Marseille

BOUYGUES IMMOBILIER
AGENCE PROVENCE
Immeuble Grand Large
7, Boulevard de Dunkerque
13572 Marseille Cedex 02
Tél. : 04.96.11.78.00
SIRET 562 091 546 00605

jean-fabrice gallo
architectes
31 rue de la loge
13002 MARSEILLE
tél. 04 91 91 92 13
contact@gallo-architecte.com
SIRET n° 830 010 633 - RCS Marseille
SARL au capital de 10.000 €
TVA intra : FR 78 300 10 633

Affaire n°18025
Décembre 2023 – Ind 0

SOMMAIRE

SOMMAIRE 2
1 - PREAMBULE 3
1.1 - LOCALISATION DE L'OPERATION 3
1.2 - PRESENTATION SOMMAIRE DE L'OPERATION 4
2 - VOIRIE 4
3 - RESEAUX 4
3.1 - ENEDIS 5
3.2 - IRVE 5
3.3 - TELECOM 5
3.4 - AEP ET DEFENSE INCENDIE 5
3.5 - EU 6
3.6 - ECLAIRAGE 6
3.7 - EAUX PLUVIALES ET BASSINS 6
3.8 - IRRIGATION 7

1 - PREAMBULE

1.1 - LOCALISATION DE L'OPERATION

L'opération est localisée au niveau du chemin du Pont de l'Auture sur la commune de Sénas (Bouches-du-Rhône).

L'assiette foncière du projet couvre une superficie totale de 17 613 m².

Le plan ci-dessous permet d'apprécier la localisation de la zone de projet, située sur les parcelles section AC, parcelles N° 90 ; 91 ; 92 ; 93 ; 94 et section AD, parcelles N°20 en partie.

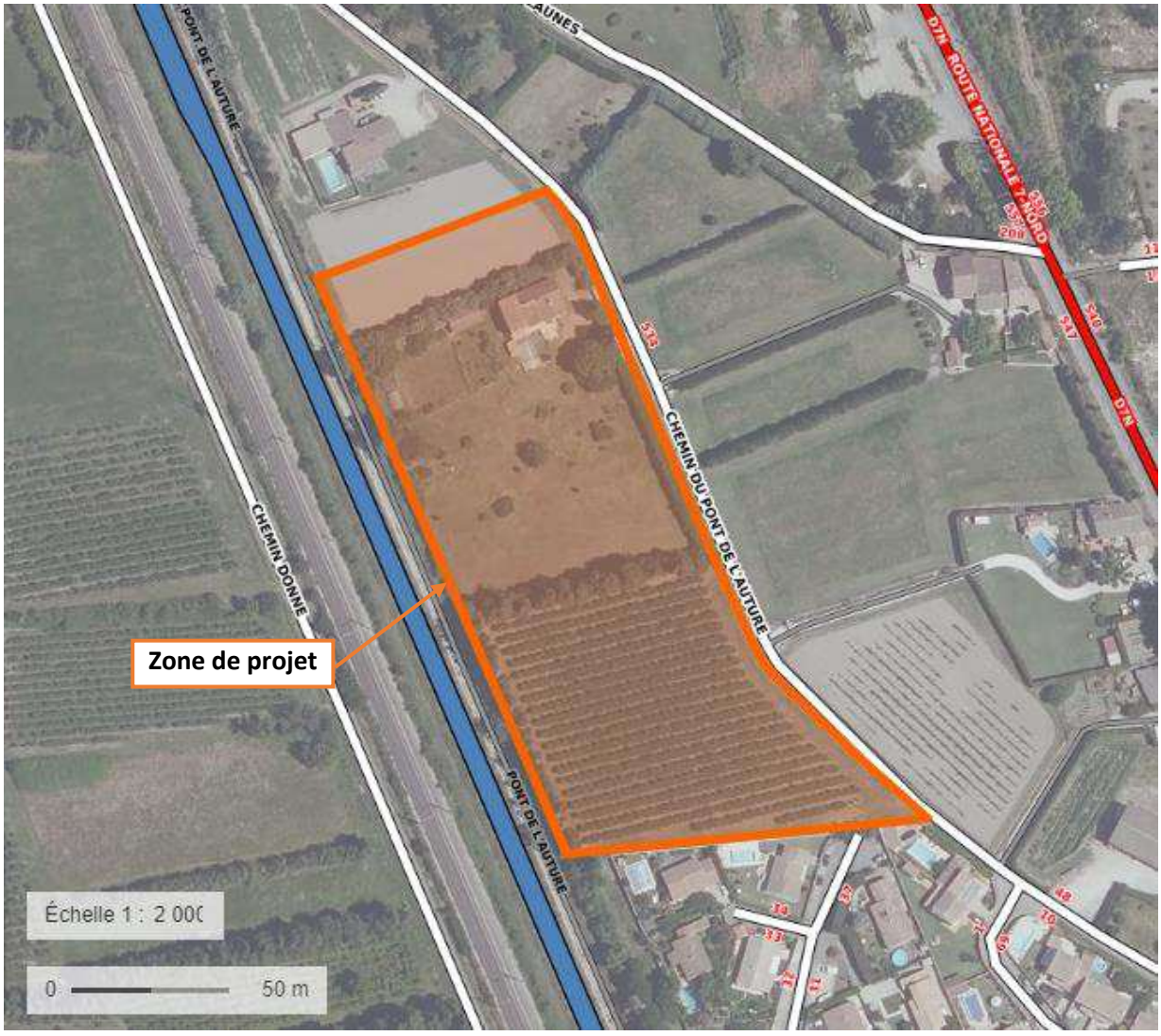


Figure 1 - Localisation de l'opération

1.2 - PRESENTATION SOMMAIRE DE L'OPERATION

Le site est actuellement occupé par des habitations et des parcelles agricoles (champ de cognassiers).

Le présent projet consiste en la construction d'un ensemble immobilier, la création de places de parkings, de voiries, de pistes cyclables, de bassins de rétention et de réseaux.

2 - VOIRIE

L'accès véhicules, piétons et cycles se fera depuis La Route Nationale RN n°07 au Nord-Est du projet, depuis le Chemin des Launes à l'Est du projet ou depuis le Chemin du Pont de l'Auture au Sud du projet.

Les voiries seront traitées en enrobé standard.
Les places de stationnement seront traitées en enrobé ou en stabilisé renforcé.
Les cheminements piétons seront traités en enrobé.
Les pistes cyclables ainsi que la voie de service seront traitées en stabilisé renforcé.
Les entrées des bâtiments seront traitées en béton désactivé.

L'ensemble des voies, stationnements et cheminements piétons seront conformes aux normes PMR.
La Zone OM sera traitée en béton.
Les bordures seront en béton ordinaire.

3 - RESEAUX

L'ensemble des réseaux sera réalisé suivant les textes et normes en vigueur. Les raccordements aux réseaux existants seront réalisés suivant les prescriptions et directives ou sous le contrôle des concessionnaires concernés.

L'ensemble des réseaux nécessaires à la viabilisation sont présents sous le Chemin du Pont de l'Auture ou sous le Chemin des Launes.

Les réseaux suivants sont présents en périphérie du projet :

- Le projet sera raccordé au réseau d'assainissement collectif existant situé sous le Chemin du Pont de l'Auture.
- Le projet sera raccordé au réseau AEP existant situé sous le Chemin du Pont de l'Auture. Une extension de 30 ml environ est nécessaire et sera réalisée dans le cadre de l'opération (côté Avenue de Cambrai). Le gestionnaire mettra en place des compteurs généraux dans des regards prévus à cet effet, en limite de voie rétrocédée.
- La desserte incendie sera assurée par 1 poteau incendie à créer.
- Le projet sera raccordé au réseau BT laissé en attente au droit du Chemin de l'Auture. Ce réseau BT sera créé dans le cadre du PC Auture Est. Une ligne HTA aérienne est existante. Ce réseau sera dévoyé et enterré par Enedis.
- Le projet sera raccordé au réseau Télécom existant situé sous le Chemin du Pont de l'Auture.
- Le réseau EP sera positionné et dimensionné pour récupérer toutes les eaux pluviales des espaces extérieurs via des grilles, et les eaux pluviales des toitures via des descentes de gouttières. Il est envisagé de stocker l'impact de l'imperméabilisation via un dispositif de gestion des eaux pluviales composé de noues paysagères d'infiltration.

  En application des préconisations du zonage pluvial de la commune de Sénas et de la DDTM13, des bassins de rétention seront nécessaires. En effet, ces règlements prescrivent la compensation des surfaces imperméabilisées. La surface imperméabilisée après projet induit un volume de rétention nécessaire de 1 971 m³. Le dispositif de gestion des eaux pluviales sera composé de noues paysagères d'infiltration, d'une profondeur maximale de 50 cm. Ceux-ci se vidangeront par infiltration dans le sol.

3.1 - ENEDIS

Les bâtiments seront alimentés depuis les réseaux BT, laissés en attente au droit du chemin du Pont de l'Auture. Ces réseaux BT seront créés dans le cadre du PC Auture Est.
Une ligne HTA aérienne est présente sur l'emprise du projet. Cette ligne sera à dévoyer et enterrer.

3.2 - IRVE

Conformément à la réglementation en vigueur, 100 % des places de stationnement des bâtiments collectifs seront pré-équipées de manière à pouvoir permettre la recharge par des véhicules électriques. Des fourreaux et regards de tirage seront positionnés à cet effet.

3.3 - TELECOM

Les alimentations TELECOM seront réalisées depuis le réseau existant situé sous le Chemin du Pont de l'Auture. Les raccordements se feront sur des poteaux aériens existants.

Les raccordements se feront conformément aux prescriptions du délégataire.

3.4 - AEP ET DEFENSE INCENDIE

Les bâtiments seront raccordés au réseau AEP situé sous le Chemin du Pont de l'Auture via des compteurs généraux AEP, à poser en limite de voie rétrocédée. Le réseau principal alimentant le poteau

incendie sera en PEHD ø 100 mm. Le réseau secondaire sera en PEHD ø 63 mm. Les branchements seront en PEHD ø 25 ou 32 mm.

DFCI : La défense incendie sera assurée par 1 poteau incendie à créer, dans l'enceinte du site. L'ensemble des entrées des bâtiments et villas sera situé à moins de 150 ml en parcours réel de ce poteau incendie.

3.5 - EU

Les bâtiments seront raccordés au réseau d'assainissement collectif situé sous le Chemin du Pont de l'Auture via des réseaux à créer PVC ø200 mm. Ces réseaux seront raccordés sur des regards existants. Les écoulements seront, en principe, gravitaires. Les branchements seront réalisés en PVC ø150mm.

Les raccordements se feront conformément aux prescriptions du délégataire.

3.6 - ECLAIRAGE

Les accès piétons seront éclairés via des bornes. Les voies seront éclairées par des candélabres simples, hauteur 7 m.
L'alimentation de l'éclairage se fera depuis un TGBT bâtiment.

3.7 - EAUX PLUVIALES ET BASSINS

Détail sur la note hydraulique jointe au présent dossier.

Le présent permis de construire s'inscrit dans un projet global s'étendant sur 44 533 m². La zone globale à aménager sera sujette à un rejet dans le milieu naturel ; l'opération est donc redevable d'un dossier de déclaration au titre de la loi sur l'eau pour la rubrique 2.1.5.0 : rejet dans les eaux douces superficielles, ou sur le sol ou dans le sous-sol (Surface entre 1ha et 20ha). Ce DLE doit être réalisé sur l'ensemble des PC Auture Est et Ouest par application des articles R214-42 et 43 du code de l'environnement.

Le dispositif de gestion des eaux pluviales sera composé de noues paysagères d'infiltration, d'une profondeur maximale de 50 cm. Ces noues permettront de stocker un volume utile global de rétention d'au moins 1 971 m³, répondant au besoin.

Les noues intercepteront les eaux de ruissellement provenant de la zone de projet et seront dimensionnées conformément aux préconisations du zonage pluvial de la commune de Sénas et de la DDTM13. Les noues seront évacuées par infiltration dans le sol.

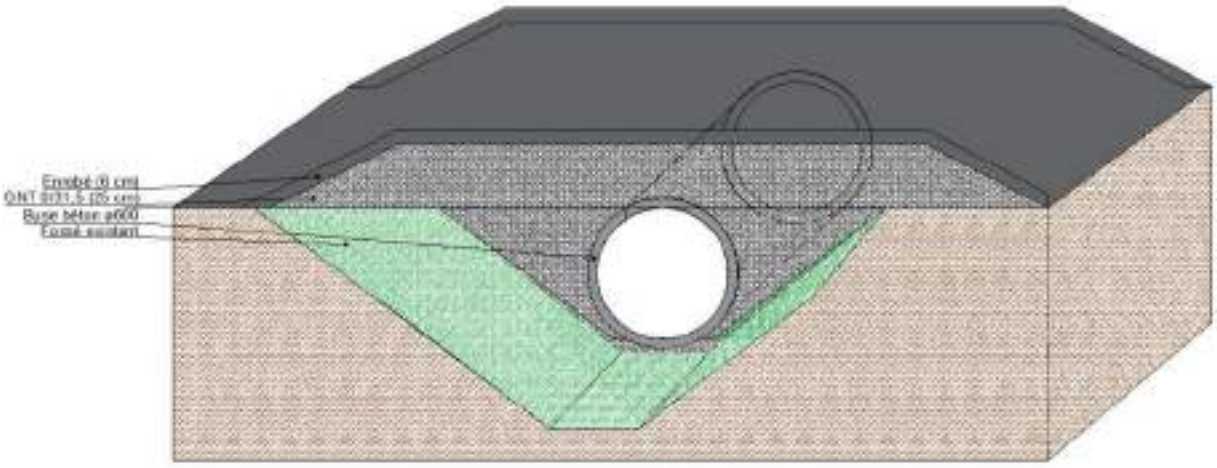
3.8 - IRRIGATION

Un ouvrage d'arrosage est présent à proximité du site : Un fossé enherbé, en bordure du Chemin de l'Auture.

Afin d'accéder au site, il est prévu de buser le fossé sur trois tronçons :

- Deux des tronçons seront busés par un ø600 qui permettra de créer deux accès véhicules en enrobé ;
- Un des tronçons sera busé par un ø600 qui permettra de créer un accès circulation douce en stabilisé traité (piétons et cycles).

La coupe type de la traversée est présentée ci-dessous.



BOUYGUES IMMOBILIER
AGENCE PROVENCE
Immeuble Grand Large
1, Boulevard de Dunkerque
13572 Marseille Cedex 02
Tél. : 04.96.11.78.00
SIRET 562 091 546 00605

jean-fabrice gallo
architectes
31 rue de la loge
13002 MARSEILLE
tél. 04 91 91 92 13
contact@gallo-architecte.com
SIRET 833 810 631 - RCS Marseille
SARL au capital de 10.000 €
TVA intra : FR 78 300 10 633

MAITRISE D'OUVRAGE

BOUYGUES IMMOBILIER

ZAC des 2 Ormes
13 090 AIX EN PROVENCE

MAITRISE D'ŒUVRE

BET CERRETTI - AGENCE RHÔNE

Espace Burinter
82, rue d'Espagne
84 100 ORANGE

Projet immobilier de l'Auture à Senas

PHASE	**PC04B**
PIECE(S)	**NOTICE HYDRAULIQUE**

N°Réf. CERRETTI :	18 025

Indice	Date	Désignation - Observations	Rédacteur
01	21/12/2023	Edition Originale	MM

AFFAIRE n° 18025 : PROJET IMMOBILIER DE L'AUTURE A SENAS

Note hydraulique du dispositif de gestion des imperméabilisations

1 - Hypothèses prises en compte et contexte règlementaire

Superficie totale de l'impluvium propre au projet : A = **0,0445 km²** , soit une surface de **44 533 m²**
Longueur du plus long chemin hydraulique (PLT) : L = **50 m**
Pente moyenne pondérée du PLT : I = **0,005 m/m**

Le projet est situé en zone 1AUd au PLU.

Le présent permis de construire s'inscrit dans un projet global s'étendant sur 44 533 m². La zone globale à aménager sera sujette à un rejet dans le milieu naturel; l'opération est donc redevable d'un dossier de déclaration au titre de la loi sur l'eau pour la rubrique 2.1.5.0 : rejet dans les eaux douces superficielles, ou sur le sol ou dans le sous-sol (Surface entre 1ha et 20ha). La présente note hydraulique précise donc la gestion des eaux pluviales sur l'ensemble de cette surface.

Le principe est de créer une rétention compensant l'imperméabilisation du site.
Le site de l'opération n'intercepte pas de bassin versant amont.

Selon le contexte réglementaire, l'opération devra être conforme aux préconisations du zonage pluvial de Senas et de la DDTM13, à savoir :

Zonage pluvial de Senas : Selon le zonage pluvial de la commune de Senas, le projet se situe en zone EP2, EP6 et EP7.
Tout pétitionnaire devra respecter les prescriptions du règlement du « zonage d'assainissement pluvial » annexé au PLU, soit :
Compte tenu des conclusions du diagnostic il est impératif de ne pas aggraver les conditions d'écoulement des eaux pluviales en aval des nouveaux aménagements. Il est donc demandé de compenser toute augmentation du ruissellement induite par de ***nouvelles imperméabilisations de sols*** *(création, ou extension de bâtis ou d'infrastructures existants), par la mise en oeuvre de dispositifs de rétention des eaux pluviales ou d'autres techniques alternatives.*
A ce titre, les modalités de gestion des eaux pluviales à appliquer sont les suivantes :
- Zone EP2 : Volume de rétention = 500 m³/ha nouvellement imperméabilisé ;
- Zone EP6 : Volume de rétention = 800 m³/ha nouvellement imperméabilisé ;
- Zone EP7 : Volume de rétention = 1000 m³/ha nouvellement imperméabilisé.

MISEN 13 : le volume à stocker est déterminé par la méthode des pluies en considérant une pluie vicennale. Le temps de vidange de l'ouvrage doit être inférieur à 48h.

2 - Modalités d'évacuation des eaux après rétention :

Le projet prévoit la régulation des apports vers le sous-sol par infiltration (perméabilité des sols : 35mm/h).
L'essai d'infiltration type Prochet est disponible en **Annexe 1**.

3 - Détails de surfaces avant et après projet :

Il est à noter que les surfaces présentées ci-dessous correspondent aux surfaces de l'impluvium (= surfaces projetées au sol). Le détail des surfaces avant et après projet est le suivant :

	AVANT PROJET (état actuel)			APRES PROJET		
Nature des surfaces*	**Surface**	**Coefficient de ruissellement**	**Surface active**	**Surface**	**Coefficient de ruissellement**	**Surface active**
Bâtiments	704 m²	1,00	704 m²	6 295 m²	1,00	6 295 m²
Terrasses / Balcon	0 m²	1,00	0 m²	890 m²	1,00	890 m²
Rampes BD+escaliers+abris+béton	0 m²	1,00	0 m²	728 m²	1,00	728 m²
Ombrière	0 m²	1,00	0 m²	288 m²	1,00	288 m²
Voirie et stationnement en enrobé	843 m²	1,00	843 m²	7 159 m²	1,00	7 159 m²
Trottoirs enrobé	0 m²	1,00	0 m²	1 237 m²	1,00	1 237 m²
Piste cyclable et voie de service stabilisé	0 m²	0,60	0 m²	1 272 m²	0,60	763 m²
Parkings en stabilisé	0 m²	0,70	0 m²	1 995 m²	0,70	1 397 m²
Bassins et noues	0 m²	0,90	0 m²	5 134 m²	0,90	4 621 m²
Espaces verts	42 986 m²	0,10	4 299 m²	19 535 m²	0,10	1 954 m²
Total	**44 533 m²**	**0,13**	**5 846 m²**	**44 533 m²**	**0,57**	**25 331 m²**

** Les surfaces avant projet ont été mesurées sur le plan établi par le géomètre-expert servant en fond de plan au plan d'aménagement communal.*
Quant aux surfaces après projet, elles ont été mesurées sur le plan de masse établi par le BET Cerretti en août 2023.

4 - Calcul des coefficients de ruissellement d'occurrence supérieure

Pour des périodes de retour T > 10 ans, on se référera à la formule du Guide Technique Assainissement Routier :

$$C_{(T)} = 0.8 \times \left(1 - \frac{P_{(0)}}{Pj_{(T)}}\right)$$ si $C_{(10)} < 0.8$ et avec $$P_0 = \left(1 - \frac{C_{(10)}}{0.8}\right) \times Pj_{(10)}$$, et si $C_{(10)} \geq 0.8$, il est admis que $P_0 = 0$ et $C_{(T)}=C_{(10)}$

Avec : $C_{(T)}$: coefficient de ruissellement pour une période de retour T (sans unité),
P_0 en mm,
$Pj_{(T)}$: hauteur de la pluie journalière de période de retour T,

Calcul de P0	26,27
C(20)	0,60
C(30)	0,62
C(50)	0,64
C(100)	0,66

une surface imperméabilisée projetée au sol de 17 360 m² après projet,
et une surface aménagée de 44 533 m² .
L'augmentation de l'imperméabilisation est égale à 15 813 m² .

5 - Calcul du temps de concentration

Méthode		t_c	
	Kirpich	3 mn	0,05 h
	Passini	12 mn	0,20 h
	Ventura	23 mn	0,38 h
Pour BV urbain	Chocat	6 mn	0,10 h
Temps de concentration retenu		6 mn	0,10 h

Pour comparaison, le temps de concentration de l'état naturel calculé en moyennant les valeurs obtenues par les Méthodes de Kirpich, Passini et Ventura est 18 de minutes.

6 - Calcul des intensités pluviométriques

La pluviométrie est issue de la station météorologique de Salon-de-Provence.

		Période de retour			
		T = 2 ans	T = 10 ans	T = 20 ans	T = 100 ans
Coefficients de Montana (6mn < t < 30mn)	a	4,566	5,387	5,840	6,574
	b	0,524	0,437	0,418	0,372
Intensité de la pluie égale au temps de concentration $i(t_c,T)$		1,8 mm/mn	2,5 mm/mn	2,8 mm/mn	3,4 mm/mn
		107 mm/h	148 mm/h	166 mm/h	203 mm/h

7 - Calcul des débits de pointe

Le débit de pointe est calculé par la méthode rationnelle :

$Q = K \times C \times i(t_c,T) \times A$ avec $K = 1 / 3,6$

	Période de retour			
	T = 2 ans	T = 10 ans	T = 20 ans	T = 100 ans
Débit instantané maximal après projet	0,754 m³/s	1,039 m³/s	1,237 m³/s	1,650 m³/s
	754 L/s	1039 L/s	1237 L/s	1650 L/s
Débit instantané maximal avant projet	0,095 m³/s	0,145 m³/s	0,294 m³/s	0,639 m³/s
	95 L/s	145 L/s	294 L/s	639 L/s
Ecart	+ 658 L/s	+ 894 L/s	+ 943 L/s	+ 1011 L/s
	+ 690%	+ 615%	+ 320%	+ 158%

Le calcul du débit de ponte à l'état naturel est présenté en **Annexe 2.**

8 - Calcul du volume utile de rétention et du débit de fuite : compensation de l'imperméabilisation

Selon les règles énoncées supra, il convient de compenser l'impact de l'imperméabilisation par application des préconisations du zonage pluvial annexé au PLU et de la DDTM13.

8.1 - Méthode du zonage pluvial

L'opération est situé en zone EP2, EP6 et EP7 selon le zonage pluvial annexé au PLU. Dans ces zones, le volume de rétention se calcule comme suit :
- EP2 : 500m³/ha nouvellement imperméabilisé ;
- EP6 : 800m³/ha nouvellement imperméabilisé ;
- EP7 : 1000m³/ha nouvellement imperméabilisé.

Le tableau ci-dessous indique les surfaces imperméabilisées calculées pour chaque zone.

	EP2			EP6			EP7			
Nature des surfaces	**PROJET**	**EXISTANT**	**Nouvellement imperméabilisé**	**PROJET**	**EXISTANT**	**Nouvellement imperméabilisé**	**PROJET**	**EXISTANT**	**Nouvellement imperméabilisé**	**S_{total} nouvellement imperméabilisée**
Bâtiments	0 m²	291 m²	-291 m²	3 327 m²	413 m²	2 914 m²	2 968 m²	0 m²	2 968 m²	5 591 m²
Terrasses / Balcon	0 m²	0 m²	0 m²	411 m²	0 m²	411 m²	479 m²	0 m²	479 m²	890 m²
Rampes BD+escaliers+abris+béton	0 m²	0 m²	0 m²	400 m²	0 m²	400 m²	328 m²	0 m²	328 m²	728 m²
Ombrière	0 m²	0 m²	0 m²	175 m²	0 m²	175 m²	113 m²	0 m²	113 m²	288 m²
Voirie et stationnement en enrobé	930 m²	542 m²	388 m²	2 421 m²	0 m²	2 421 m²	3 808 m²	301 m²	3 507 m²	6 316 m²
Trottoirs enrobé	234 m²	0 m²	234 m²	280 m²	0 m²	280 m²	723 m²	0 m²	723 m²	1 237 m²
Piste cyclable et voie de service stabilisé	0 m²	0 m²	0 m²	662 m²	0 m²	662 m²	610 m²	0 m²	610 m²	1 272 m²
Parkings en stabilisé	0 m²	0 m²	0 m²	704 m²	0 m²	704 m²	1 291 m²	0 m²	1 291 m²	1 995 m²
Bassins et noues	114 m²	0 m²	114 m²	2 268 m²	0 m²	2 268 m²	2 752 m²	0 m²	2 752 m²	5 134 m²
Espaces verts	6 235 m²	6 680 m²	-445 m²	6 965 m²	17 200 m²	-10 235 m²	6 335 m²	19 106 m²	-12 771 m²	-23 451 m²
SURFACE IMPERMEABILISEE	1 267 m²	833 m²	**434 m²**	9 945 m²	413 m²	**9 532 m²**	12 166 m²	301 m²	**11 865 m²**	**21 397 m²**

Le volume de rétention s'èléve donc, pour chaque zone, à :

- Zone EP2 : V1 = 434 m² x 500 m³/ha = 22 m³
- Zone EP6 : V2 = 9532 m² x 800 m³/ha = 763 m³
- Zone EP7 : V3 = 11865 m² x 1000 m³/ha = 1187 m³

Soit un volume de rétention total de 1971 m³.

8.2 - Méthode de la DDTM13

La DDTM13 prescrit un dimensionnement du volume de rétention par application de la méthode des pluies, pour une pluie d'occurrence vicennale.

Le débit d'infiltration s'élève à 0,029 m³/s en considérant un coefficient de colmatage de 30%.

Le volume de rétention f = 20 ans nécessaire calculé avec cette méthode, est égal à 1694 m³. Le détail du calcul est présenté en annexe 3.

Conclusion sur le dimensionnement de la rétention

Le volume à retenir est le volume le plus préjudiciable entre les valeurs calculées avec ces deux méthodes. En l'occurrence, la méthode la plus préjudiciable ici est la méthode du zonage pluvial. Un volume minimal de 1 971 m³ sera donc mis en œuvre.

Le temps de vidange des bassins avec un débit d'infiltration de 0,029 m³/s est de 16,5 h.

9 - Caractéristiques du dispositif de gestion des eaux pluviales

Afin de répondre au mieux aux contraintes de l'opération , il est proposé de stocker l'impact de l'imperméabilisation dans des bassins de rétention aériens.
L'ensemble des ouvrages se vidangera par infiltration dans le sol.

Les caractéristiques de la rétention seront les suivantes :

	Zone	$V_{nécessaire}$	$V_{nécessaire\ total}$	S_{sol}	S_{miroir}	H	V	V_{total} par bassin(s)
Seul	EP2	22 m³	22 m³	86 m²	114 m²	0,40 m	40 m³	40 m³
En équilibre	EP7	976 m³	976 m³	2141 m²	2752 m²	0,40 m	979 m³	979 m³
En équilibre	EP7 EP6	211 m³ 763 m³	974 m³	0 m² 1675 m²	0 m² 2268 m²	0,00 m 0,50 m	0 m³ 986 m³	986 m³
TOTAL			**1971 m³**	**3902 m²**	**5134 m²**			**2004 m³**

Soit un volume total utile de 2 004 m³ environ, répondant au besoin.

En cas d'évènement pluvieux majeur remplissant les bassins, le débordement s'effectuera en direction des fonds inférieurs.

Les bassins recevront les ruissellements pluviaux générées par les nouvelles surfaces aménagées du projet.
Compte tenu de la nature des surfaces collectées, le traitement qualitatif des eaux pluviales du projet sera assuré par une simple décantation au sein des bassins de rétention. Les eaux traverseront un aquatextile dépolluant avant de rejoindre la nappe.

Le plan de gestion des eaux pluviales est présenté en **Annexe 4.**

AFFAIRE n° 18025 : PROJET IMMOBILIER DE L'AUTURE A SENAS

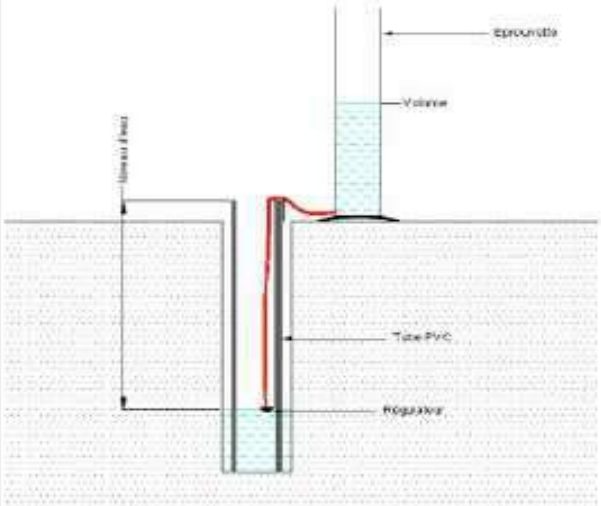
ANNEXE 1
Essai de perméabilité

SOL-ESSAIS
460 avenue Jean Perrin 13851 AIX EN PROVENCE Cedex 3
Tél. 04 42 39 74 85 - eMail aix@sol-essais.fr - Télécopie 04 42 39 73 91

SENAS
Galazon 2
Chemin du Pont de l'Auture
Altitude Z NGF

Mesure de perméabilité
(Charge variable)
Porchet 3 de 0,45 m à 0,6 m
SEI n°: SOLA-D19-0129 Date : 04/04/19

ESSAI D'INFILTRATION - ESSAI PORCHET



Données de l'essai :

Diamètre Tarière =	0,120 m
Profondeur essai =	0,600 m
Prof. niveau / sol =	0,450 m

Volume injecté en 10 mn = 0,4 litres

Coeficient de Perméabilité :

K = Q / S = (vol. injecté / temps essai) / Surface mouillée

K = 9,8E-06 m/s

Soit **K = 35,4 mm/h**

Classes de perméabilité en fonction des valeurs de K

Valeurs de K	m/s	$< 10^{-7}$	10^{-7} à 10^{-6}	10^{-6} à 10^{-5}	10^{-5} à 10^{-4}	$> 10^{-4}$
	mm/h	< 0,36	0,36 à 3,6	3,6 à 36	36 à 360	> 360
Type de sol		sol imperméable	sol peu perméable	sol moyennement perméable	sol perméable	sol très perméable

AFFAIRE n° 18025 : PROJET IMMOBILIER DE L'AUTURE A SENAS

ANNEXE 2
Débits de pointe à l'état naturel - Impluvium propre du projet

1 - Hypothèses prises en compte

Superficie totale de l'impluvium : A = **0,0445 km²** , soit **44 533 m²**
Longueur du plus long chemin hydraulique (PLT) : L = **300 m**
Pente moyenne pondérée du PLT : I = **0,005 m/m**

2 - Calcul du coefficient de ruissellement

Nature des surfaces	Surface	Coefficient de ruissellement C	Surface active
Bâtiments	704 m²	1,00	704 m²
Terrasses / Balcon	0 m²	1,00	0 m²
Rampes BD+escaliers+abris+béton	0 m²	1,00	0 m²
Ombrière	0 m²	1,00	0 m²
Voirie et stationnement en enrobé	843 m²	1,00	843 m²
Trottoirs enrobé	0 m²	1,00	0 m²
Piste cyclable et voie de service stabilisé	0 m²	0,60	0 m²
Parkings en stabilisé	0 m²	0,70	0 m²
Bassins et noues	0 m²	0,90	0 m²
Espaces verts	42 986 m²	0,10	4 299 m²
Total	**44 533 m²**	**0,13**	**5 846 m²**

Coefficient de ruissellement moyen : C = Sa/S : **0,13**

3 - Calcul des coefficients de ruissellement d'occurrence supérieure

Pour des périodes de retour T > 10 ans, on se référera à la formule du Guide Technique Assainissement Routier :

Calcul de P0	**75,99**
C(20)	**0,23**
C(30)	**0,28**
C(50)	**0,33**
C(100)	**0,39**

$$C_{(T)} = 0.8 \times \left(1 - \frac{P_{(0)}}{Pj_{(T)}}\right)$$ si $C_{(10)} < 0.8$ et avec $$P_0 = \left(1 - \frac{C_{(10)}}{0.8}\right) \times Pj_{(10)}$$, et si $C_{(10)} \geq 0.8$, il est admis que P_0 = 0 et $C_{(T)}=C_{(10)}$

Avec :
$C_{(T)}$: coefficient de ruissellement pour une période de retour T (sans unité),
P_0 en mm,
$Pj_{(T)}$: hauteur de la pluie journalière de période de retour T,

4 - Calcul du temps de concentration

Méthode	t_c	
Kirpich	**12 mn**	0,20 h
Passini	**22 mn**	0,36 h
Ventura	**23 mn**	0,38 h
Temps de concentration moyen	**19 mn**	0,31 h

5 - Calcul de l'intensité pluviométrique

La pluviométrie est issue de la station météorologique de Salon-de-Provence.

		Période de retour			
		T = 2 ans	**T = 10 ans**	**T = 20 ans**	**T = 100 ans**
Coefficients de Montana (6mn < t < 30mn)	a	4,566	5,387	5,840	6,574
	b	0,524	0,437	0,418	0,372
Intensité de la pluie égale au temps de concentration $i(t_c,T)$		**1,0 mm/mn**	**1,5 mm/mn**	**1,7 mm/mn**	**2,2 mm/mn**
		59 mm/h	**90 mm/h**	**103 mm/h**	**132 mm/h**

6 - Calcul du débit de pointe

Le débit de pointe est calculé par la méthode rationnelle :

$Q = K \times C \times i(t_c,T) \times A$ avec $K = 1 / 3,6$

	Période de retour			
	T = 2 ans	**T = 10 ans**	**T = 20 ans**	**T = 100 ans**
Débit instantané maximal à l'état naturel	**0,095 m³/s**	**0,145 m³/s**	**0,294 m³/s**	**0,639 m³/s**
	95 L/s	**145 L/s**	**294 L/s**	**639 L/s**
Débit unitaire à l'état naturel	**21 L/s/ha**	**33 L/s/ha**	**66 L/s/ha**	**143 L/s/ha**

AFFAIRE n° 18025 : PROJET IMMOBILIER DE L'AUTURE A SENAS

ANNEXE 3
Calcul du volume utile de la rétention par la méthode des pluies - T = 20 ans

Salon-de-Provence - T = 20 ans

Coefficients de Montana

	6mn < t < 60mn	60mn < t < 6h
a =	**5,840**	**23,813**
b =	**0,418**	**0,775**

Pas de temps

dt = **6,00 mn**

Surface drainée

S = **44 533 m²**

Coefficient d'apport

Ca = **0,60**

Surface active

Sact = **26 880 m²**

Evacuation

Surface d'infiltration = **5 134 m²**

Perméabilité du sol = **35 mm/h**

Pourcentage de colmatage = **30%**

Débit d'infiltration = **0,035 m³/s**

Temps mn	H pluie mm	Vap cum. m³	Vap dt m³	Qap m³/h	Vf cum m³/dt	Qf dt m³/dt	Qf m³/h	Vst m³
72	62	**1675**	32	325	**151**	12,578	126	1 525
78	63	**1706**	30	304	**164**	12,578	126	1 542
84	65	**1735**	29	287	**176**	12,578	126	1 559
90	66	**1762**	27	271	**189**	12,578	126	1 573
96	67	**1788**	26	258	**201**	12,578	126	1 586
102	67	**1812**	25	245	**214**	12,578	126	1 598
108	68	**1836**	23	235	**226**	12,578	126	1 609
114	69	**1858**	22	225	**239**	12,578	126	1 619
120	70	**1880**	22	216	**252**	12,578	126	1 628
126	71	**1900**	21	207	**264**	12,578	126	1 636
132	71	**1920**	20	200	**277**	12,578	126	1 644
138	72	**1940**	19	193	**289**	12,578	126	1 650
144	73	**1958**	19	187	**302**	12,578	126	1 656
150	74	**1976**	18	181	**314**	12,578	126	1 662
156	74	**1994**	18	175	**327**	12,578	126	1 667
162	75	**2011**	17	170	**340**	12,578	126	1 671
168	75	**2027**	17	165	**352**	12,578	126	1 675
174	76	**2043**	16	161	**365**	12,578	126	1 679
180	77	**2059**	16	156	**377**	12,578	126	1 682
186	77	**2074**	15	152	**390**	12,578	126	1 684
192	78	**2089**	15	149	**403**	12,578	126	1 687
198	78	**2104**	15	145	**415**	12,578	126	1 689
204	79	**2118**	14	142	**428**	12,578	126	1 690
210	79	**2132**	14	139	**440**	12,578	126	1 692
216	80	**2145**	14	136	**453**	12,578	126	1 693
222	80	**2159**	13	133	**465**	12,578	126	1 693
228	81	**2172**	13	130	**478**	12,578	126	1 694
234	81	**2184**	13	127	**491**	12,578	126	**1 694**
240	82	**2197**	12	125	**503**	12,578	126	1 694
246	82	**2209**	12	122	**516**	12,578	126	1 693
252	83	**2221**	12	120	**528**	12,578	126	1 693
258	83	**2233**	12	118	**541**	12,578	126	1 692
264	83	**2244**	12	116	**553**	12,578	126	1 691
270	84	**2256**	11	114	**566**	12,578	126	1 690
276	84	**2267**	11	112	**579**	12,578	126	1 688
282	85	**2278**	11	110	**591**	12,578	126	1 687
288	85	**2289**	11	108	**604**	12,578	126	1 685
294	86	**2299**	11	106	**616**	12,578	126	1 683
300	86	**2310**	10	105	**629**	12,578	126	1 681
306	86	**2320**	10	103	**641**	12,578	126	1 679
312	87	**2330**	10	102	**654**	12,578	126	1 676
318	87	**2340**	10	100	**667**	12,578	126	1 674
324	87	**2350**	10	99	**679**	12,578	126	1 671
330	88	**2360**	10	97	**692**	12,578	126	1 668
336	88	**2370**	10	96	**704**	12,578	126	1 665
342	89	**2379**	9	95	**717**	12,578	126	1 662
348	89	**2388**	9	93	**730**	12,578	126	1 659
354	89	**2398**	9	92	**742**	12,578	126	1 655
360	90	**2407**	9	91	**755**	12,578	126	1 652
366	90	**2416**	9	90	**767**	12,578	126	1 648

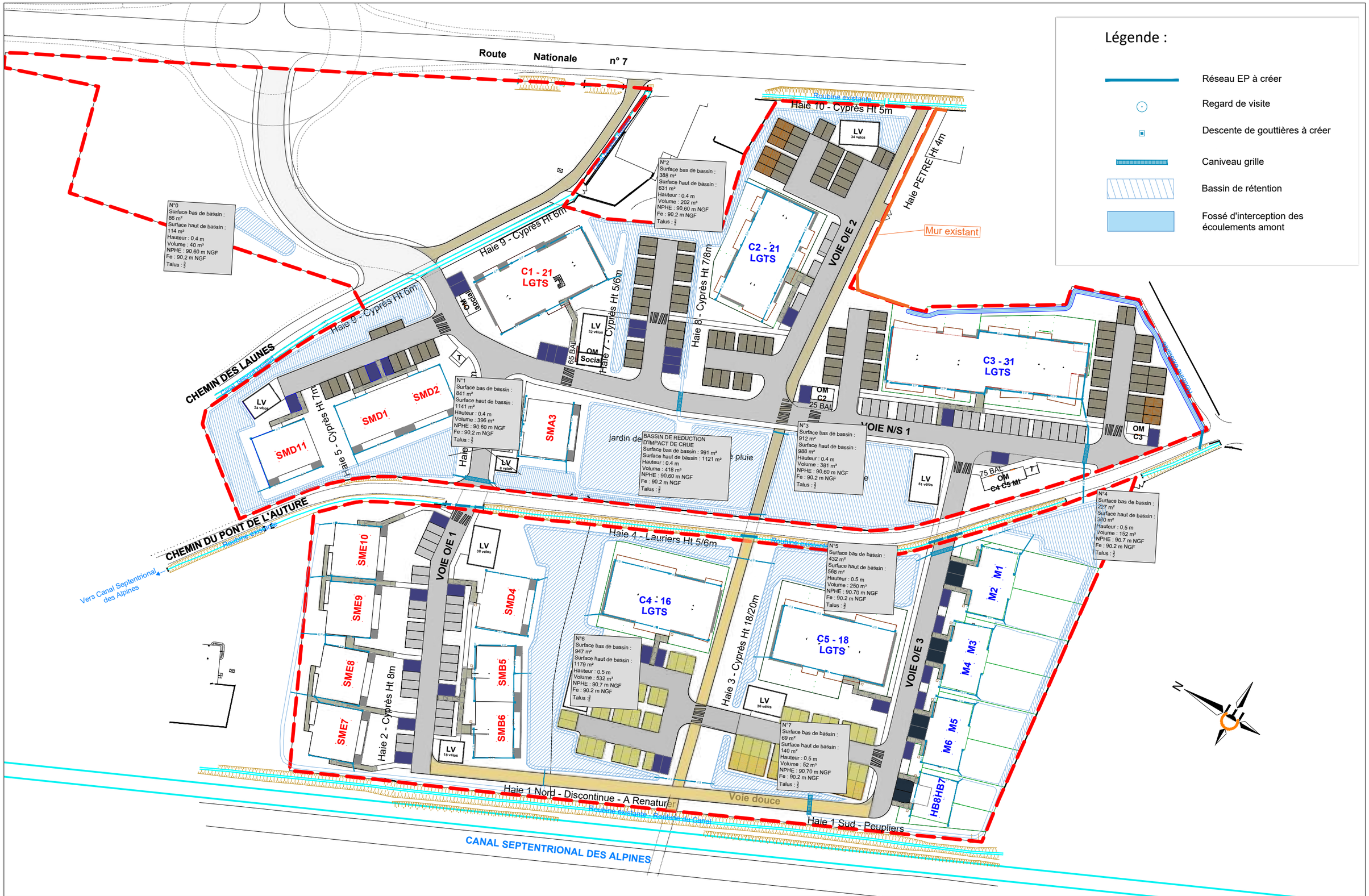
Volume nécessaire de rétention : 1 694 m³

68 L/m² imperméabilisé

Temps de vidange du bassin : 13,5 heures, soit 0,6 j

AFFAIRE n° 18025 : PROJET IMMOBILIER DE L'AUTURE A SENAS

ANNEXE 4
Plan de gestion des eaux pluviales



MAITRISE D'OEUVRE

Agence Rhône BET CERRETTI
82 Rue d'Espagne
84 100 - ORANGE
04 90 66 10 10 accueilrhone@cerretti.fr

Construction d'un ensemble immobilier à Senas

Émetteur	Date	Phase	Bâtiment	N° plan	Indice	Echelle	Num. dossier Émetteur
AM	21/12/23	PC		04 EP	A	1/1000e	18 - 025

Plan de gestion des eaux pluviales
Ville de Senas
Pont de l'Auture

Ce document ne peut en aucun cas servir à l'exécution ou à la vente

Annexe 7: Dossier Loi sur l’eau - CERRETTI

CERRETTI
BUREAU D'ETUDES TECHNIQUES - AGENCE RHONE
Espace Burinter, 82 rue d'Espagne
84100 ORANGE
www.cerretti.fr | accueilrhone@cerretti.fr
T. +33(0) 490 661 010

DEPARTEMENT DES BOUCHES DU RHÔNE (13)
COMMUNE DE SENAS

PROJET IMMOBILIER DU PONT DE L'AUTURE
13 560 SENAS

Dossier de déclaration au titre des articles L. 214-1 à 214-6 du Code de l'Environnement

MAITRE D'OUVRAGE	ARCHITECTE
BOUYGUES IMMOBILIER 7 Boulevard de Dunkerque 13 002 MARSEILLE	**JF GALLO ARCHITECTE** 31 Rue de la Loge 13 002 MARSEILLE

Affaire n°18025
Janvier 2024 – Ind 0

RESUME NON TECHNIQUE

Demandeur	**BOUYGUES IMMOBILIER** 7 Boulevard de Dunkerque 13 002 MARSEILLE SIRET : 562 091 546 01009 Interlocuteur : Jean-Michel BERGERET
Localisation géographique	La zone de projet est située au Nord-Ouest du centre-ville de la commune de Sénas. Le site d'étude est traversé par le Chemin des Launes et le chemin du Pont de l'Auture. Celui-ci est également bordé par la Route Nationale RN7 sur sa partie Est. Le projet s'inscrit au sein de la zone 1AUd qui correspond à une zone non équipée destinée à être urbanisée afin d'accueillir des logements et, éventuellement, des équipements. L'assiette foncière couvre une superficie totale de 4,5 ha.
Nature de l'opération	Le projet consiste en la création de 159 logements, sur les parcelles : ➢ Section AC, parcelles N° 90 ; 91 ; 92 ; 93 ; 94 ; 343 ; 344 ; 414 ; 617 ; 619 ; 621 ; 622 ; 623 ; 624 ; 625 ; ➢ Section AD, parcelles N°20p ; 25 ; 26 ; 178 et 179p. L'accès au projet se fera via la Route Nationale RN7.
Rubrique de la nomenclature concernée	Le projet s'étend sur une surface de 4,5 ha et implique de l'imperméabilisation. Le projet est, de plus, situé dans le lit majeur de la Durance. L'opération fait l'objet d'un dossier de déclaration Loi sur l'eau, au titre des rubriques 1.1.1.0 (implantation d'un piézomètre), 2.1.5.0 (impact de l'imperméabilisation) et 3.2.2.0 (remblais en zone inondable) de l'article R.214-1 du Code de l'Environnement. Une analyse de l'impact de l'aménagement dans la zone inondable est à réaliser.
Evaluation environnementale	L'opération induira une imperméabilisation globale d'environ 42 % de l'assiette foncière par rapport au terrain actuel qui nécessite alors la mise en place d'un système d'assainissement pluvial avec des rétentions offrant au moins 1 971 m^3 et une infiltration des eaux pluviales dans le sol. De plus, la zone du projet est située en partie en zone d'aléa inondation selon le PLU de la ville de Sénas et l'Atlas des Zones Inondables des Bouches-du-Rhône. La mise en place d'un bassin de compensation permettra d'éviter tout impact en terme d'inondabilité aux abords du projet. Le dispositif de rétention permettra de compenser l'imperméabilisation des sols. Le volume de rétention a été déterminé par application des prescriptions du zonage pluvial annexé au PLU, tout en respectant les prescriptions de la DDTM13 (protection vicennale selon la pluviométrie fournie par la station météorologique de Salon-de-Provence, jugée représentative des conditions météorologiques du secteur de Sénas). Afin de lutter contre la pollution chronique (liée à la circulation de véhicules motorisés), les eaux pluviales subiront un double traitement qualitatif au niveau des points de concentration des flux : Les eaux seront traitées par décantation dans le bassin et un aquatextile sera posé en fond de bassin pour filtrer les polluants avant infiltration dans le sol. Après application des mesures, les incidences globales du projet sur l'environnement sont négligeables (sans conséquences) aussi bien en phase travaux qu'en phase opérationnelle. Après application des mesures compensatoires, aucune incidence résiduelle sur les sites Natura 2000 à proximité n'est envisagée.

SOMMAIRE

RESUME NON TECHNIQUE 2

SOMMAIRE 3

TABLE DES FIGURES & TABLEAUX 6

1 - DESCRIPTION DU PROJET 11

1.1 - NATURE DE L'OPERATION 11
1.2 - RUBRIQUE DE LA NOMENCLATURE CONCERNEE 11

2 - DEFINITION DE L'ETAT INITIAL DU SITE 13

2.1 - CARACTERISTIQUES GENERALES DU SITE 13
2.2 - CLIMATOLOGIE ET PLUVIOMETRIE 18
2.2.1 - Caractéristiques climatiques générales 18
2.2.2 - Pluviométrie retenue 18
2.3 - CARACTÉRISATIONS DES ÉCOULEMENTS PLUVIAUX À L'ÉTAT INITIAL 20
2.3.1 - Délimitation du bassin versant intercepte par le projet 20
2.3.2 - Estimation des débits de pointe à l'état actuel 22
2.3.3 - Definition de l'exutoire 22
2.4 - PRESCRIPTIONS EN MATIERE DE GESTION DES EAUX PLUVIALES 22
2.4.1 - Le Plan Local d'Urbanisme 22
2.4.2 - Prescriptions de la DDTM13 23
2.4.3 - Conclusion sur le dimensionnement des rétentions 23
2.5 - PRESCRIPTIONS EN MATIERE D'INONDABILITE 24
2.5.1 - Le Plan de Prévention du risque inondation 24
2.5.1 - Prescriptions de la DDTM 13 30

3 - MODELISATION HYDRAULIQUE 35

4 - DEFINITION DE L'ETAT PROJET 36

4.1 - DESCRIPTION DU PROJET 36
4.2 - RAISONS POUR LESQUELLES LE PROJET A ETE RETENU 37
4.3 - PLANNING DE L'OPERATION 38
4.4 - CARACTERISTIQUES DES ECOULEMENTS PLUVIAUX A L'ETAT PROJET 38
4.4.1 - Délimitation du bassin versant projet 38
4.4.2 - Analyse quantitative des eaux pluviales 38
4.4.3 - Stratégie d'assainissement pluvial projetée 39
4.4.4 - Analyse qualitative des eaux pluviales 39
4.4.5 - Analyse qualitative des eaux pluviales 39
4.4.5.1 - Pollution liée aux travaux de construction 40
4.4.5.2 - Pollution saisonnière 40
4.4.5.3 - Pollution chronique 40
4.4.5.4 - Pollution accidentelle 42
4.5 - TRAITEMENT DES EAUX USEES ET ALIMENTATION EN EAU POTABLE 42
4.5.1 - Traitement des eaux usées 42
4.5.2 - Alimentation en eau potable 43

5 - INCIDENCES DU PROJET SUR LE MILIEU RECEPTEUR 44

5.1 - MILIEU PHYSIQUE 44
5.1.1 - HYDROGRAPHIE ET RISQUE INONDATION 44
5.1.1.1 - Incidence quantitative des eaux pluviales 44
5.1.1.2 - Incidence qualitative des eaux pluviales 44
5.1.2 - Hydrogéologie 45
5.2 - INCIDENCE SUR L'INONDABILITE – MODELISATION HYDRAULIQUE A L'ETAT PROJET 46
5.2.1 - Scénario de modélisation 46
5.2.2 - Résultats de modélisation 46

5.1 - MILIEU NATUREL 47
5.1.1 - NATURA 2000 47
5.1.2 - ZNIEFF 47
5.1.3 - ZICO 47
5.1.4 - Parc naturel / arrêté de biotope 48
5.1.5 - Sites inscrits / sites classes 48
5.1.6 - Plan national en faveur des espèces menacées 48
5.2 - MILIEU HUMAIN 48
5.2.1 - Occupation des sols 48
5.2.2 - Incidence sur les eaux usées 48
5.2.3 - Incidence sur la ressource en eau 48
5.3 - PATRIMOINE 48

6 - MESURES COMPENSATOIRES 49

6.1 - MILIEU PHYSIQUE 49
6.1.1 - Hydrographie et risque inondation 49
6.1.1.1 - Surface drainée par le dispositif de gestion des eaux pluviales 49
6.1.1.2 - Dimensionnement du fossé de collecte des ruissellements amont 49
6.1.2 - DIMENSIONNEMENT DU DISPOSITIF DE RETENTION 50
6.1.2.1 - Débit de fuite maximal 50
6.1.2.2 - Volume de rétention 50
6.1.2.3 - Prescriptions du zonage d'assainissement pluvial 51
6.1.2.4 - Caractéristiques du dispositif de rétention 52
6.1.2.5 - Ouvrage de sécurité 53
6.1.3 - ASPECT QUALITATIF DES EAUX PLUVIALES 53
6.1.3.1 - Principe de decantation 53
6.1.3.2 - Dispositif de décantation 53
6.1.3.3 - Principe de traitement par aquatextile 54
6.1.3.4 - Mesures compensatoires en phase chantier 55
6.2 - MILIEU NATUREL 55
6.2.1 - NATURA 2000 55
6.2.2 - ZNIEFF 55
6.2.3 - ZICO 55
6.2.4 - Parc naturel / arrêté de biotope 55
6.2.5 - Sites inscrits / sites classes 55
6.2.6 - Plan national en faveur des espèces menacées 56
6.3 - MILIEU HUMAIN 56
6.3.1 - Occupation des sols 56
6.3.2 - Incidence sur la ressource en eau potable 56
6.3.3 - Mesures sur les eaux usées 56
6.4 - PATRIMOINE 56

7 - SURVEILLANCE ET ENTRETIEN DES OUVRAGES 57

7.1 - DISPOSITIONS GENERALES 57
7.2 - DISPOSITIONS SPECIFIQUES 57
7.2.1 - Dispositif de collecte et de stockage des eaux de ruissellement 57
7.2.2 - Dispositif de rétention et de traitement qualitatif 58

8 - COMPATIBILITE AVEC LES DOCUMENTS CADRES 60

8.1 - P.G.R.I. 60
8.2 - SDAGE RHONE MEDITERRANEE 60
8.3 - CONTRIBUTION AUX OBJECTIFS VISES PAR L'ARTICLE L.211-1 DU CODE DE L'ENVIRONNEMENT 62

CONCLUSION 64

ANNEXES 65

ANNEXE 1 : EXTRAIT DU ZONAGE DU PLU 66
ANNEXE 2 : PLAN TOPOGRAPHIQUE DU SITE 67
ANNEXE 3 : OBJECTIFS D'ETAT DE LA MASSE D'EAU FORTEMENT MODIFIEE (MEFM) 68

ANNEXE 4 : EXTRAIT DE L'ATLAS DES ZONES INONDABLES 69
ANNEXE 5 : EXTRAIT DE LA CARTE GEOLOGIQUE 70
ANNEXE 6 : CONTEXTE HYDROGEOLOGIQUE 71
ANNEXE 7 : RISQUE REMONTEE DE NAPPE 72
ANNEXE 8 : FICHE CARACTERISTIQUE DE LA STEP DE SENAS 73
ANNEXE 9 : CARTOGRAPHIES DES ZONES NATURA 2000 A PROXIMITE DE LA ZONE DE PROJET 74
ANNEXE 10 : RAPPORT D'ETUDE ECOLOGIQUE D'ECOMED 75
ANNEXE 11 : EVALUATION SIMPLIFIEE DES INCIDENCES SUR LES SITES NATURA 2000 76
ANNEXE 12 : CARTOGRAPHIE DES ZONES ZNIEFF I ET II A PROXIMITE DE LA ZONE DE PROJET 77
ANNEXE 13 : CARTOGRAPHIE DES ZICO A PROXIMITE DE LA ZONE DE PROJET 78
ANNEXE 14 : CARTOGRAPHIE DES PARCS NATURELS REGIONAUX A PROXIMITE DE LA ZONE DE PROJET 79
ANNEXE 15 : CARTOGRAPHIES DES ARRETES DE PROTECTION DE BIOTOPE A PROXIMITE DE LA ZONE DE PROJET 80
ANNEXE 16 : NOTE DE CALCUL DES DEBITS DE POINTE A L'ETAT NATUREL DU BV PROJET 81
ANNEXE 17 : EXTRAIT DU ZONAGE D'ASSAINISSEMENT PLUVIAL 82
ANNEXE 18 : EXTRAIT DU PLAN DE PREVENTION DU RISQUE INONDATION 83
ANNEXE 19 : RAPPORT DE MODELISATION HYDRAULIQUE 84
ANNEXE 20 : PLAN MASSE DE L'AMENAGEMENT 85
ANNEXE 21 : NOTE DE CALCUL DES DEBITS DE POINTE A L'ETAT PROJET DU BV PROJET 86
ANNEXE 22 : ESTIMATION DU FLUX DE POLLUTION DANS LES EAUX PLUVIALES DRAINEES 87
ANNEXE 23 : NOTE DE CALCUL DU VOLUME DE RETENTION PAR LA METHODE DES PLUIES – T20 ANS 88
ANNEXE 24 : PLAN DU DISPOSITIF DE GESTION DES EAUX PLUVIALES 89
ANNEXE 25 : DETAIL DES SURFACES NOUVELLEMENT IMPERMEABILISEES 90
ANNEXE 26 : DOCUMENT ATTESTANT QUE LE DECLARANT EST LE PROPRIETAIRE DU TERRAIN 91
ANNEXE 27 : FICHE CEREMA AQUATEXTILE 92
ANNEXE 28 : DEBIT CENTENNAL GENERE PAR LE BASSIN VERSANT AMONT 94

TABLE DES FIGURES & TABLEAUX

Figure 1 - Plan de situation vue aérienne 9
Figure 2 - Plan de situation vue IGN 10
Figure 3 - Axe d'écoulement aux abords du projet 20
Figure 4 - Sens des écoulements à l'état initial et actuel 21
Figure 5 - Sens des écoulements à l'état projet 36
Figure 6 - Aléa inondation pour le bassin versant étudié 47

Tableau 1 - Coefficients de Montana – Station météorologique de Salon-de-Provence 19
Tableau 2 - Précipitations caractéristiques au poste pluviographique de Salon-de-Provence 19
Tableau 3 - Caractéristiques morphologiques du BV à l'état actuel 21
Tableau 4 - Débits de pointe générés sur le BV étudié à l'état actuel 22
Tableau 5 - Détail des surfaces après projet 37
Tableau 6 - Coefficients de ruissellement et d'imperméabilisation du BV étudié 38
Tableau 7 - Caractéristiques des surfaces relatives au bassin versant projet 38
Tableau 8 - Débits générés à l'état projet 39
Tableau 9 - Masse mobilisable en kg par polluant (données issues de la littérature) 41
Tableau 10 - Masse mobilisable en kg pour l'évènement annuel 41
Tableau 11 - Flux de polluants de l'évènement annuel 41
Tableau 12 - Comparaison des débits de référence générés sur l'impluvium propre au projet 44
Tableau 13 - Comparaison des flux de polluants générés par le projet avec les classes par altération du SEQ EAU 45
Tableau 14 - Dimensionnement et coupe type du fossé d'interception à créer 49
Tableau 15 - Détermination du débit de fuite 50
Tableau 16 - Calcul du débit de fuite par infiltration 50
Tableau 17 - Surfaces actives pour le BV à l'état projet 51
Tableau 18 – Tableau des surfaces réparties par zones 52
Tableau 19 - Caractéristique du dispositif de rétention 52
Tableau 20 - Comparaison des flux de polluants générés par le projet avec les classes par altération du SEQ EAU avant et après décantation 54

DOSSIER DE DECLARATION

En application des articles L. 214-1 à 6 du code de l'environnement :

Projet	PROJET IMMOBILIER DU PONT DE L'AUTURE	
Demandeur	**BOUYGUES IMMOBILIER** 7 Boulevard de Dunkerque 13 002 MARSEILLE SIRET : 562 091 546 01009 Interlocuteur : Jean-Michel BERGERET	
Localisation du projet	L'opération, objet de la présente déclaration, est projetée à l'adresse suivante : Chemin du Pont de l'Auture 13 560 SENAS	
Cadastre - PLU	Parcelles cadastrales : ➢ Section AC, parcelles n° 90 ; 91 ; 92 ; 93 ; 94 ; 343 ; 344 ; 414 ; 617 ; 619 ; 621 ; 622 ; 623 ; 624 ; 625. ➢ Section AD, parcelles n°20p ; 25 ; 26 ; 178 et 179p. Zonage PLU (approuvé le 20/09/2016) : 1AUd	
Nature, consistance et volume des ouvrages	Le site d'étude se trouve sur la commune de SENAS, au Nord-Ouest du centre-ville. Le projet permettra la création de 159 logements. A terme, la zone verra en son sein la création : • De plusieurs bâtiments à usage d'habitations ; • D'un accès véhicules depuis la route nationale RN7, d'une voirie interne et de stationnements ; • D'espaces libres comprenant des espaces verts en pleine terre et des noues d'infiltration.	
Régime réglementaire	Le projet est situé en partie dans le lit majeur de la Durance. Une analyse de l'impact de l'aménagement dans la zone inondable est à réaliser. La présente opération d'aménagement est redevable d'un dossier de : ➢ Déclaration au titre de la rubrique 1.1.1.0 concernant la régularité (sondage, forage non destiné à un usage domestique, exécuté en vue de la surveillance d'eaux souterraines) de la nomenclature « Loi sur l'eau » présentée à l'article R.214-1 du Code de l'Environnement. ➢ Déclaration au titre de la rubrique 2.1.5.0 (surface interceptée supérieure à 1 ha mais inférieure à 20 ha) de la nomenclature « Loi sur l'eau » présentée à l'article R.214-1 du Code de l'Environnement. ➢ Déclaration au titre de la rubrique 3.2.2.0 (surface soustraite au lit majeur supérieure à 400 m² mais inférieure à 10 000 m²) de la nomenclature « Loi sur l'eau » présentée à l'article R.214-1 du Code de l'Environnement.	
Incidence du projet	Incidences du projet en termes de ruissellements (quantité, qualité), d'inondabilité, d'assainissement des eaux usées et d'alimentation en eau potable, développées dans la présente étude, de même que les moyens compensatoires prévus.	
BE missionné pour le dossier « loi sur l'eau »	**BET CERRETTI** 82 Rue d'Espagne 84 100 ORANGE	Chargée de mission : Mathilde MERLIN

Afin d'apprécier le projet et son environnement général, les plans de situation sont disponibles ci-après. Le plan de situation au 1/25000 ainsi que le plan masse sont présentés en annexe 1 et 2.

Il est important de noter que les services en charge de la Police de l'eau et de L'Office Français de la Biodiversité devront être préalablement informés du démarrage des travaux avec un préavis de 15 jours.

Dans le cas où le bénéfice de la déclaration serait transmis par le demandeur à une autre entité, le nouveau bénéficiaire en fera la déclaration à la Préfecture, tel que stipulé dans l'article R.214-40-2 du Code de l'Environnement. Il s'engagera alors à poursuivre l'entretien des ouvrages hydrauliques tel que mentionné dans le présent document.

Fait à , le

Signature du demandeur

Figure 1 - Plan de situation vue aérienne

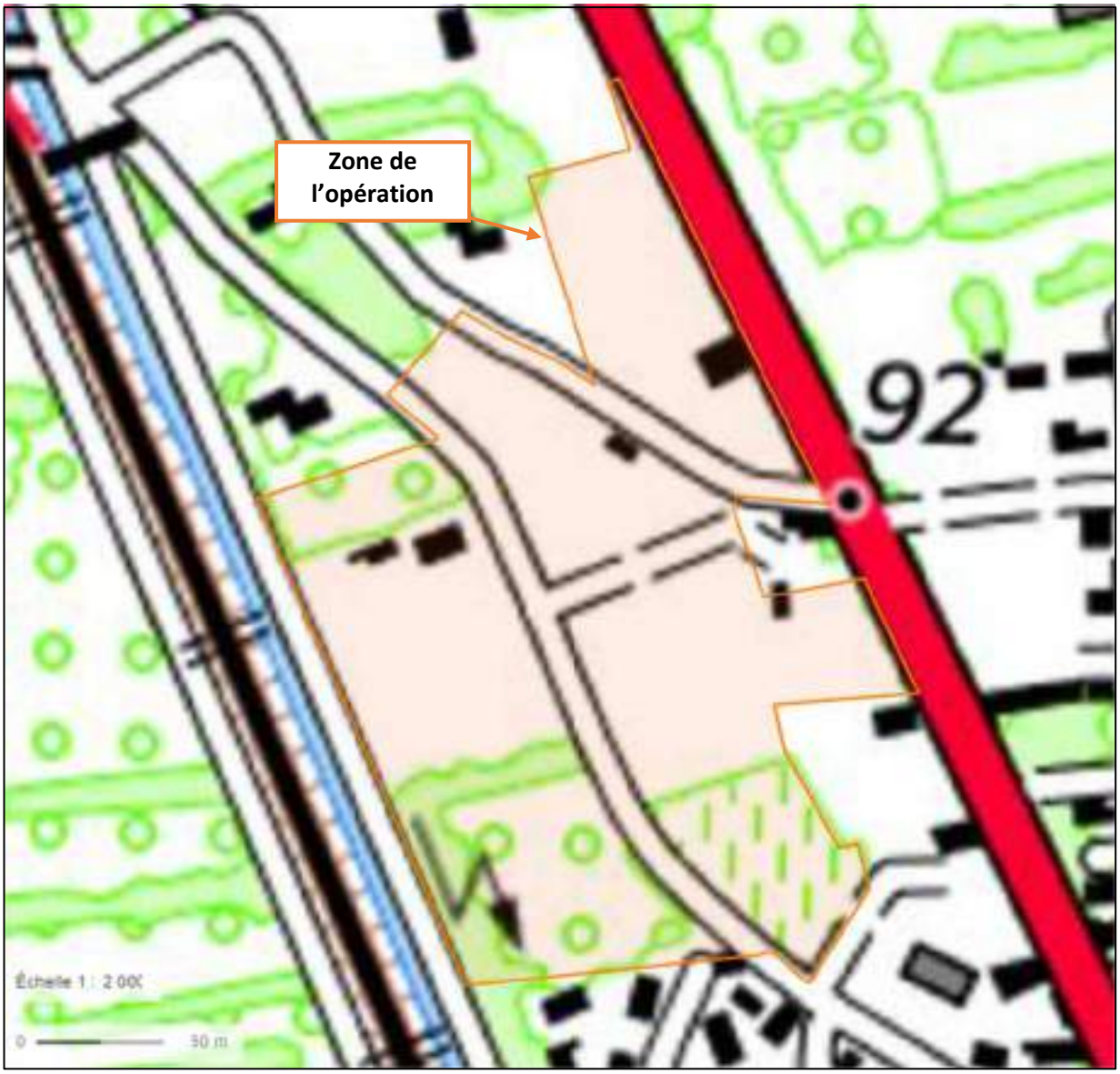


Figure 2 - Plan de situation vue IGN

1 - DESCRIPTION DU PROJET

1.1 - NATURE DE L'OPERATION

L'opération est localisée au niveau de la route nationale 7 sur la commune de Senas (Bouches-du-Rhône).

L'assiette foncière du projet couvre une superficie totale de 44 533 m², situé sur les parcelles AC N° 90 ; 91 ; 92 ; 93 ; 94 ; 343 ; 344 ; 414 ; 617 ; 619 ; 621 ; 622 ; 623 ; 624 ; 625 + AD N°20p ; 25 ; 26 ; 178 et 179p.

Le site est actuellement occupé par des terrains cultivés, des terrains en friche, ainsi que deux bâtiments. Quelques haies traversent le site.

Dans le cadre de l'opération, les bâtiments seront démolis.
Le présent projet consiste en la création de 159 logements, la création de places de parkings en extérieur, de voiries et de réseaux.

1.2 - RUBRIQUE DE LA NOMENCLATURE CONCERNEE

- Le projet est concerné par la rubrique **1.1.1.0** de l'article R. 214-1 du Code de l'Environnement :

Sondage, forage, y compris les essais de pompage, création de puits ou d'ouvrage souterrain, non destiné à un usage domestique, exécuté en vue de la recherche ou de la surveillance d'eaux souterraines ou en vue d'effectuer un prélèvement temporaire ou permanent dans les eaux souterraines, y compris dans les nappes d'accompagnement de cours d'eau (Déclaration)

- Le projet est concerné par la rubrique **2.1.5.0** de l'article R. 214-1 du Code de l'Environnement :

Rejet d'eaux pluviales dans les eaux douces superficielles ou sur le sol ou dans le sous-sol, la surface totale du projet, augmentée de la surface correspondant à la partie du bassin naturel dont les écoulements sont interceptés par le projet, étant :

- ❖ *Supérieure à 1 ha mais inférieure à 20 ha (déclaration) ;*
- ❖ *Supérieure ou égale à 20 ha (autorisation).*

La surface du bassin versant projet s'élève à 44 533 m².
En raison des caractéristiques du projet au regard des seuils définis dans cet article, l'opération est redevable d'un dossier de déclaration.

- Le projet est concerné par la rubrique **3.2.2.0** de l'article R. 214-1 du Code de l'Environnement :

Installations, ouvrages, remblais dans le lit majeur d'un cours d'eau :

- ❖ *Surface soustraite supérieure ou égale à 400 m² et inférieure à 10 000 m² (déclaration) ;*
- ❖ *Surface soustraite supérieure ou égale à 10 000 m² (autorisation).*

En raison des caractéristiques du projet au regard des seuils définis dans cet article, l'opération est redevable d'un dossier de déclaration.

NOTICE D'INCIDENCES

2 - DEFINITION DE L'ETAT INITIAL DU SITE

2.1 - CARACTERISTIQUES GENERALES DU SITE

Caractéristiques générales du site	Synthèse des informations collectées	cf
Localisation	Le projet se trouve au Nord-Ouest du centre-ville de la commune de Sénas.	**A1 p. 7-8**
Cadastre et Urbanisme (PLU)	**Parcelles cadastrales :** AC N°2 ; 90 ; 91 ; 92 ; 93 ; 94 ; 343 ; 344 ; 414 ; 617 ; 619 ; 621 ; 622 ; 623 ; 624 ; 625 + AD N°20p ; 25 ; 26 ; 178 et 179. Un document attestant que le déclarant est le propriétaire du terrain est disponible en Annexe 26. **Assiette foncière du projet : 44 533 m²** **Bassin versant amont collecté : 10 475 m²** **Zonage PLU (approuvé le 20/09/2016) :** 1AUd, qui correspond à une zone non équipée destinée à être urbanisée afin d'accueillir des logements et, éventuellement, des équipements.	**A1**
Morphologie initiale	**Altitude de la zone à aménager :** Le site d'étude se trouve à une altitude comprise entre 90,5 m NGF dans sa partie Nord et 91,5 m NGF dans sa partie Sud. Le plan topographique est présenté en annexe 2. **Pente générale :** La pente est d'environ 0,4 % orientée vers le Nord.	**A2**
Occupation des sols	**Au droit du site :** La zone de projet est actuellement occupée par des terrains cultivés, des terrains en friche, ainsi que deux bâtiments. Quelques haies traversent le site. **Aux alentours du site :** La zone de projet est bordée au Sud et à l'Est par des quartiers à dominante d'habitations. Le canal des Alpines septentrionales est présent en bordure Ouest de l'opération et à l'Est de la voie SNCF.	**p. 7-8**
Hydrographie et risque inondation	Le secteur d'étude se trouve à proximité immédiate du Canal des Alpines septentrionales, canal servant à arroser 6 500 hectares par an. Celui-ci est constitué de deux branches représentant un linéaire total de 120 km. Le secteur d'étude se trouve également à 320 m à l'Ouest du Béal du moulin de Sénas, non référencé au SDAGE RMC 2016/2021, et d'une longueur de 12 km. La zone de projet se trouve à 2,6 km à l'Ouest de la Durance. Le secteur étant identifié comme en partie dans le lit majeur de la Durance, nous prendrons comme référence de cours d'eau la Durance de l'aval de Mallemort au Coulon, référencée FRDR246b et considérée comme une masse d'eau fortement modifiée (MEFM) d'après le SDAGE RMC 2016/2021. Les objectifs de qualité de cette masse d'eau définis dans le SDAGE RM 2016-2021 sont présentés au sein de l'**annexe 3**. Selon l'état des lieux de ce SDAGE, la masse d'eau présente un objectif de « bon potentiel » écologique en 2027 et présente un bon état chimique en 2015.	**A3 A4**

Caractéristiques générales du site	Synthèse des informations collectées	cf
	Le programme de mesures instauré par le SDAGE dans le but d'atteindre ce bon potentiel écologique pour 2027 vise à traiter plusieurs pressions : ➢ L'altération de la continuité écologique ; ➢ L'altération de la morphologie du cours d'eau ; ➢ Les prélèvements de la ressource. Selon l'Atlas des Zones Inondables (AZI) de 2006, le site d'étude se trouve dans le lit majeur de la Durance. La carte est renseignée en **annexe 4.**	
Géologie	**Contexte général :** D'après l'extrait de la carte géologique (BRGM - Feuille n°967 Cavaillon 1/50 000) présenté en **annexe 5**, la zone de projet est située sur un terrain composé d'alluvions récentes surtout caillouteuses dans le secteur durancien. **Contexte local :** Trois essais de perméabilité de type Porchet ont été réalisés le 04/04/2019 par le bureau d'études Sol-Essais. Ces essais ont été réalisés jusqu'à une profondeur de 0,60 à 0,70 m/TN. Les sols rencontrés, sous une épaisseur variable de matériaux colluviaux de couverture, avaient deux types de faciès de matériaux alluvionnaires ; un premier sablo-argileux et un second composé de galets en forte proportion. Le contexte pédologique est donc compatible avec la gestion des eaux pluviales par infiltration, sous réserve d'une faible profondeur des ouvrages hydrauliques.	**A5**
Hydrogéologie	**Contexte général :** Deux aquifères sont présents à l'aplomb de la zone de projet, il s'agit des masses d'eau souterraines FRDR359 et FRDR531. ➢ ***Masse d'eau FRDR359*** Il s'agit de la masse d'eau « Alluvions basse Durance ». Cette masse d'eau est à dominante alluvionnaire, majoritairement libre, et s'étend sur une surface estimée à 485 km². Les nappes sont généralement libres mais localement, des unités aquifères peuvent présenter des nappes captives (au niveau du tracé Eyrargues-Maillane-Graveson). La nappe alluviale est en liaison hydraulique avec la Durance et sa piézométrie est étroitement liée au cours d'eau. Elle est généralement peu profonde (environ 3 m en moyenne par rapport au sol). Le niveau piézométrique devient plus proche de la surface du sol dans la partie aval de la masse d'eau et présente un caractère captif sous couverture limoneuse. Les écoulements sont de type poreux. La nappe s'écoule selon une direction principale est-ouest, parallèlement au cours d'eau. La nappe étant peu profonde (environ 3m), l'épaisseur de la zone non saturée est généralement faible. De plus, l'absence ou la faible épaisseur de couverture limoneuse protectrice dans certaines zones, rend la ressource vulnérable aux pollutions accidentelles. Compte-tenu de la forte perméabilité des alluvions et la faible profondeur de la nappe, les eaux souterraines sont fortement vulnérables aux éventuelles pollutions de surface excepté localement sous couverture limoneuse.	**A6.1** **A6.2**

Caractéristiques générales du site	Synthèse des informations collectées	cf
	L'intérêt économique de cette masse d'eau est exceptionnel avec des prélèvements AEP d'environ 41 millions m³/an selon l'Agence de l'eau RMC (2010). Les objectifs de qualité de cette masse d'eau tels que définis dans le SDAGE 2010-2015 sont présentés ci-dessous. • **L'état quantitatif est qualifié de « bon état »** (état quantitatif de la masse d'eau révisé en 2013), avec un objectif de maintenir le « bon état » en 2015. • **L'état chimique est qualifié de « bon état »** (état chimique de la masse d'eau révisé en 2013), avec un objectif de maintenir le « bon état » en 2015. ➢ ***Masse d'eau FRDR531*** Il s'agit de la masse d'eau « Argiles bleues du Pliocène inférieur de la vallée du Rhône ». Cette masse d'eau est représenté essentiellement par des formations argileuses imperméables, localement aquifère, et s'étend sur une surface estimée à 4 391 km². En région Languedoc-Roussillon et PACA, son extension dessine globalement un triangle dont les sommets sont Pont-Saint-Esprit au Nord-est, Sète au Sud-Ouest et Port-Saint-Louis-du-Rhône au Sud-Est. Les limites de la masse d'eau sont considérées étanches vis-à-vis des masses d'eau voisines. L'aquifère n'étant pas sollicité et considéré imperméable, l'état hydraulique et le type d'écoulement n'ont pas été qualifiés. Cependant, il est vraisemblable que les horizons profonds soient captifs et que les écoulements se fassent en milieu poreux. La piézométrie n'a pas été qualifié du fait de l'inexploitabilité de cette masse d'eau. Les horizons profonds montrant localement quelques perméabilités sont peu vulnérables, largement protégés par les formations argilo-marneuses sus-jacentes. L'intérêt économique de cette masse d'eau est relativement faible. Les objectifs de qualité de cette masse d'eau tels que définis dans le SDAGE 2010-2015 sont présentés ci-dessous. • **L'état quantitatif est qualifié de « bon état »** (état quantitatif de la masse d'eau révisé en 2013), avec un objectif de maintenir le « bon état » en 2015. **L'état chimique est qualifié de « bon état »** (état chimique de la masse d'eau révisé en 2013), avec un objectif de maintenir le « bon état » en 2015.	
Risque de remontée de nappe	**Contexte général :** Le BRGM classe le site comme une enveloppe approchée des inondations potentielles cours d'eau de plus d'un hectare. On peut donc considérer que le secteur est potentiellement sujet aux remontées de nappe. **Contexte local :** Une étude de sol a été réalisée par le bureau d'études Sol-Essais. L'ensemble des données recueillies sur site mettent en évidence un niveau d'eau compris entre 89 à 89,74 m NGF. Cette étude est fournie en annexe 7.2.	**A7.1** **A7.2**

Caractéristiques générales du site	Synthèse des informations collectées	cf
Captage AEP	**D'après les informations fournies par l'ARS, le site d'étude n'est concerné par aucun périmètre de protection de captage AEP communal.**	-
Raccordement aux réseaux	**Le projet prévoit la création de 154 logements abritant environ 508 personnes au total.** **AEP :** Le projet sera raccordé au réseau AEP existant situé à proximité du site. **Eaux usées :** Le site sera raccordé au réseau public existant d'assainissement collectif. Les effluents seront ensuite acheminés jusqu'à la station d'épuration « SENAS » (code de la station : 06 09 13 105 002) d'une capacité de 6 000 EH, située sur la commune de Sénas. La fiche de la station d'épuration communale est présentée en **annexe 8**. **Eaux pluviales :** Aucun réseau n'est présent à proximité.	**A8**
Natura 2000	Les sites du réseau Natura 2000 recensés aux abords du projet sont les suivants : ➢ **Réseau Natura 2000 – Directive Oiseaux :** ○ Zone de Protection Spéciale « Les Alpilles » (FR9312013) située à 30 m à l'Ouest de la zone de projet ; ○ Zone de Protection Spéciale « La Durance » (FR9312003) située à 2,2 km à l'Est de la zone de projet. ➢ **Réseau Natura 2000 – Directive Habitats :** ○ Zone Spéciale de Conservation « Les Alpilles » (FR9301594) située à environ 1,3 km à l'Ouest de la zone de projet ; ○ Zone Spéciale de Conservation « La Durance » (FR9301589) située à 2,2 km à l'Est de la zone de projet. **Les parcelles d'implantation du projet se trouvent donc à environ 30 m du site le plus proche recensé au titre du réseau Natura 2000.** Une étude écologique a été réalisée par le bureau d'études Ecomed dans le cadre de la procédure d'examen au cas par cas. Celle-ci permet d'apprécier les éventuelles incidences du projet sur les zones Natura 2000. Elle est fournie en **Annexe 10**.	**A9** **A10** **A11**
ZNIEFF	Les ZNIEFFs recensées aux abords du secteur d'étude sont les suivantes : ➢ **Une ZNIEFF terrestre de type II :** ○ « Chaîne des Alpilles » (930012400) située à environ 30 m à l'Ouest de la zone de projet. **Les parcelles d'implantation du projet se trouvent hors des périmètres de protection et à faible distance de toutes ces zones d'intérêt faunistique ou floristique.** De plus, l'Inventaire National du Patrimoine Naturel recense un espace protégé sur la commune : ➢ **Géoparc mondial classé au titre de l'UNESCO :**	**A12**

Caractéristiques générales du site	Synthèse des informations collectées	cf
	« Luberon Géoparc mondial UNESCO » (FR0200004) située à environ 3 km au Nord-Ouest de la zone de projet.	
ZICO	La zone de projet est située à environ 800 m à l'Est de la ZICO « Chaîne des Alpilles » (PAC04).	**A13**
Parc naturel/arrêté de biotope	La zone de projet est située dans le périmètre de protection du Parc Naturel Régional des Alpilles (FR8000046). Elle est située à environ 3,2 km au Sud-Ouest de l'Arrêté de Protection du Biotope « Lit De La Durance : Secteur De La Font Du Pin » (FR3800160) et à 4,9 km au Sud-Ouest de l'Arrêté de Protection du Biotope « Biotope Des Grands Rapaces Du Lubéron » (FR3800167).	**A14** **A15**
Plan national en faveur des espèces menacées	La zone de projet n'est pas située au sein d'un périmètre du Plan National d'Action en faveur de la tortue d'Hermann ou du faucon crécerellette. Néanmoins, elle est située au sein du périmètre du Plan National d'Action en faveur de l'Aigle de Bonelli.	-
Monument historique	La zone de projet n'est située dans aucun périmètre concerné par des monuments historiques ou des vestiges archéologiques connus.	-

2.2 - CLIMATOLOGIE ET PLUVIOMETRIE

2.2.1 - CARACTERISTIQUES CLIMATIQUES GENERALES

Le climat des Bouches-du-Rhône est méditerranéen : les fréquentes sécheresses estivales et les violents orages d'automne en sont les traits les plus connus.

En région méditerranéenne, la présence de la mer et de massifs montagneux proches, associée à la circulation générale des masses d'air sur l'Europe du Nord, sont à l'origine de situations météorologiques spécifiques, génératrices de champs pluvieux à très fort potentiel de précipitations. Ces évènements pluvieux sont donc caractérisés par des précipitations très intenses, mais généralement de courte durée.

La hauteur des précipitations annuelles est de l'ordre de 660 à 700 mm sur la bordure côtière.

Les principaux apports proviennent de violentes averses à la fin de l'automne ; certains débuts d'hiver présentent également des précipitations importantes dues à du mauvais temps persistant parfois plusieurs jours (régimes perturbés de Sud-Est). Les dépressions océaniques jouent quelques fois un rôle essentiel dans le comportement des pluies de printemps.

2.2.2 - PLUVIOMETRIE RETENUE

Afin d'estimer les débits générés par des petites parcelles, au temps de concentration court, il est nécessaire de connaître les hauteurs de pluies tombées pendant des durées inférieures à la journée. Ces données peuvent être estimées à partir de postes d'observation équipés de pluviographes ou de stations automatiques permettant l'analyse des précipitations à des pas de temps inférieurs à la journée.

Selon les stations météorologiques exploitées par Météo France, il a été retenu que la station météorologique de Salon-de-Provence était représentative au niveau du site d'étude. Elle est gérée par Météo France, et fournit des **relevés réalisés sur environ 34 ans**.

La formule de Montana permet, de manière théorique, de relier une quantité de pluie h(t) recueillie au cours d'un épisode pluvieux avec sa durée t :

$$h(t) = a \times t^{(1-b)}$$

Les quantités de pluie h(t) s'expriment en millimètres et les durées t en minutes. Les coefficients de Montana (a,b) sont calculés par un ajustement statistique entre les durées et les quantités de pluie ayant une durée de retour donnée.

D'après les statistiques sur la période 1982-2016, les coefficients de Montana au niveau de cette station sont présentés dans le tableau ci-après.

Tableau 1 - Coefficients de Montana – Station météorologique de Salon-de-Provence

		6mn < t < 1h	1h < t < 6h
T = 2 ans	***a (mm/mn)***	*4,566*	*15,778*
	b	*0,524*	*0,849*
T = 5 ans	**a (mm/mn)**	4,807	17,671
	b	0,455	0,789
T = 10 ans	**a (mm/mn)**	5,387	21,021
	b	0,437	0,784
T = 20 ans	**a (mm/mn)**	5,840	23,813
	b	0,418	0,775
T = 30 ans	**a (mm/mn)**	6,056	25,247
	b	0,406	0,768
T = 50 ans	**a (mm/mn)**	6,302	26,876
	b	0,392	0,759
T = 100 ans	**a (mm/mn)**	6,574	28,857
	b	0,372	0,744

A partir de ces données fournies par Météo France, on peut déterminer les quantiles théoriques, c'est-à-dire les hauteurs de précipitations associées aux durées de 6 mn, 15 mn, 30 mn, 1 h, 2 h, 3h, 4h et 6 h et ce pour les périodes de retour 2, 5, 10, 20, 30, 50 et 100 ans.

Les résultats de ces ajustements sont rassemblés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 2 - Précipitations caractéristiques au poste pluviographique de Salon-de-Provence

Durée de pluie	**Hauteurs précipitées selon la période de retour**						
	T = 2 ans	**T = 5 ans**	**T = 10 ans**	**T = 20 ans**	**T = 30 ans**	**T = 50 ans**	**T = 100 ans**
6 mn	*10,7 mm*	12,8 mm	14,8 mm	16,6 mm	17,6 mm	18,7 mm	20,3 mm
15 mn	*16,6 mm*	21,0 mm	24,7 mm	28,2 mm	30,3 mm	32,7 mm	36,0 mm
30 mn	*23,1 mm*	30,7 mm	36,6 mm	42,3 mm	45,7 mm	49,8 mm	55,6 mm
60 mn	*30,6 mm*	43,3 mm	52,5 mm	61,6 mm	67,1 mm	74,0 mm	84,2 mm
90 min	*31,2 mm*	45,7 mm	55,6 mm	65,5 mm	71,7 mm	79,5 mm	91,3 mm
120 mn	*32,6 mm*	48,5 mm	59,1 mm	69,9 mm	76,7 mm	85,2 mm	98,3 mm
180 min	*34,7 mm*	52,9 mm	64,5 mm	76,6 mm	84,2 mm	93,9 mm	109,0 mm
240 min	*36,2 mm*	56,2 mm	68,7 mm	81,7 mm	90,0 mm	100,7 mm	117,4 mm
360 mn	*38,4 mm*	61,2 mm	75,0 mm	89,5 mm	98,9 mm	111,0 mm	130,2 mm

Source : Météo France

Les informations en italique dans les deux tableaux *supra* ont été déduites par extrapolation des données issues de Météo France afin d'obtenir des coefficients de Montana pour des pluies de période de retour 2 ans, nécessaires à la suite du dossier.

2.3 - CARACTÉRISATIONS DES ÉCOULEMENTS PLUVIAUX À L'ÉTAT INITIAL

2.3.1 - DELIMITATION DU BASSIN VERSANT INTERCEPTE PAR LE PROJET

Les axes d'écoulements aux alentours de la zone du projet ont été déterminés grâce au logiciel PCSWMM. Un modèle numérique de terrain (MNT) a été établi sur la base des dalles IGN type RGE Alti au pas de 1m.
Le logiciel de modélisation PCSWMM a permis de déterminer les bassins versants aux alentours de la zone du projet.
La cartographie ci-dessous expose les axes d'écoulement autour de la zone de projet.

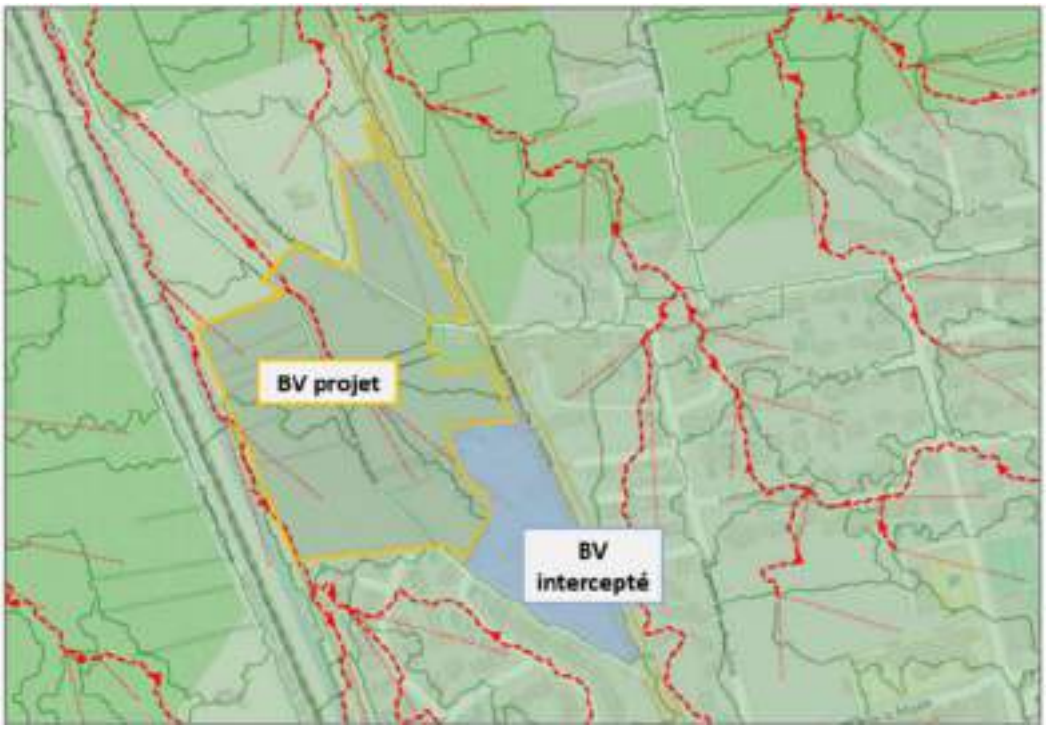


Figure 3 - Axe d'écoulement aux abords du projet

La zone du projet intercepte les écoulements d'un bassin versant amont de 1,0 ha.
La surface du bassin versant concerné par le dossier de déclaration Loi sur l'eau s'élève donc à 5,5 ha, correspondant au bassin versant total.

De potentiels écoulements peuvent arriver de la zone en amont hydraulique à l'état actuel, bien qu'à l'état futur, ces écoulements seront maîtrisés.

Afin d'optimiser la maîtrise des écoulements du bassin versant amont et, au vu de la topographie de la zone du projet, **un fossé captera les écoulements amonts du projet pour une occurrence centennale**, dirigeant les eaux dans la roubine longeant le Chemin du pont de l'Auture.

Ainsi, le dispositif de gestion des eaux pluviales de l'opération sera dimensionné pour le bassin versant de l'opération.

La surface du bassin versant étudié s'élève donc à l'assiette foncière du projet, soit 4,5 ha.

Le schéma ci-dessous permet d'apprécier le sens d'écoulement des eaux en situation actuelle à l'échelle du secteur de l'étude.

Figure 4 - Sens des écoulements à l'état initial et actuel

Les caractéristiques du bassin versant étudié sont présentées dans le tableau ci-après.

Tableau 3 - Caractéristiques morphologiques du BV à l'état actuel

	BV étudié (Etat actuel)
Superficie	4,5 ha
Plus long chemin hydraulique	300 m
Pente moyenne	0,5 %
Coefficient de ruissellement vicennal	0,23
Temps de concentration moyen	19 mn
Temps de concentration retenu	19 mn

A l'état actuel, la zone à aménager est occupée par des terrains cultivés, des terrains en friche, ainsi que deux bâtiments. Quelques haies traversent le site. Au vu de la surface actuellement imperméabilisée vis-à-vis de la surface du site, on peut considérer, que l'état actuel du site est équivalent à l'état naturel.

Les temps de concentration précédemment calculés correspondent à la moyenne des valeurs obtenues par les méthodes de Kirpich, Passini et Ventura.

Le temps de concentration retenu sera d'au minimum 6 min, les coefficients de Montana étant calculés pour des durées minimales de 6 min.
Le détail des calculs des coefficients de ruissellement et des temps de concentration est présenté en **annexe 16**.

2.3.2 - ESTIMATION DES DEBITS DE POINTE A L'ETAT ACTUEL

Les débits de pointe seront calculés grâce à la méthode rationnelle, bien adaptée aux petits bassins versants ruraux.

$$Q = K \times C \times i(t_c,T) \times A$$

Avec K : coefficient d'homogénéisation des unités, égal à 1/3.6,

C : coefficient de ruissellement, sans unité,

$i(t_c,T)$: intensité pluviométrique en mm/mn, calculée grâce à la formule de Montana $i = a \times t^{-b}$ avec a et b, les coefficients de Montana selon la période de retour, et t, le temps en min,

A : superficie du bassin versant en km².

Le tableau ci-dessous présente les valeurs obtenues de débit de pointe à l'état actuel.

Tableau 4 - Débits de pointe générés sur le BV étudié à l'état actuel

	BV projet Etat actuel
Débit biennal initial Q_i2	0,095 m³/s
Débit décennal initial Q_i10	0,145 m³/s
Débit trentennal initial Q_i20	0,294 m³/s
Débit centennal initial Q_i100	0,639 m³/s

Le détail des calculs de ces débits de pointe est présenté en **annexe 16**.

2.3.3 - DEFINITION DE L'EXUTOIRE

Les eaux ruisselées sur le site de l'opération sont dirigées gravitairement vers les noues et bassins d'infiltration.

2.4 - PRESCRIPTIONS EN MATIERE DE GESTION DES EAUX PLUVIALES

2.4.1 - LE PLAN LOCAL D'URBANISME

Les dispositions en matière d'urbanisme sur la commune de Sénas sont fixées par le Plan Local d'Urbanisme, approuvé le 20 septembre 2016 dont la dernière modification a été approuvée le 29 juin 2023.

Les parcelles d'implantation du projet se trouvent en zone 1AUd, qui correspond à une zone non équipée destinée à être urbanisée afin d'accueillir des logements et, éventuellement, des équipements.

Le PLU indique des prescriptions concernant la gestion de eaux pluviales. Ainsi, l'article ***1AU 4 - Desserte par les réseaux – eaux pluviales*** - stipule que :

Les aménagements réalisés sur tout terrain doivent être tels qu'ils garantissent l'écoulement des eaux pluviales dans le réseau public les collectant.
En l'absence de réseau ou en cas de réseau insuffisant, les aménagements réalisés sur le terrain doivent être tels qu'ils garantissent l'écoulement normal des eaux pluviales compte tenu des caractéristiques des exutoires. Dans ce même cas, les autorisations nécessaires qui devront avoir été obtenues, définiront les conditions dans lesquelles le rejet pourra éventuellement être autorisé.
Tout pétitionnaire devra respecter les prescriptions du règlement du « zonage d'assainissement pluvial » annexé au PLU (6.10.6.).

Le zonage d'assainissement pluvial, annexé au PLU a été réalisé en janvier 2016 par Artelia. Celui-ci précise les règles relatives aux nouvelles imperméabilisations des sols et les prescriptions relatives aux eaux pluviales. Concernant la zone de projet, les prescriptions en matière de compensation de l'imperméabilisation sont les suivantes :

- Zone EP2 : 500 m³ de rétention minimum/ha imperméabilisé ;
- Zone EP6 : 800 m³ de rétention minimum/ha imperméabilisé ;
- Zone EP7 : 1 000 m³ de rétention minimum/ha imperméabilisé ;

Un extrait de ce document est présenté en **annexe 17**.

2.4.2 - PRESCRIPTIONS DE LA DDTM13

Le niveau de protection est adapté en fonction du contexte local. Ici, le projet se situe en zone résidentielle, la période de protection retenue est donc de **20 ans**, conformément à la norme NF EN 752-2.

Le dimensionnement du bassin se fera par la **méthode des pluies**.
En cas de rejet au réseau, le débit de fuite se doit d'être inférieur ou égal au **débit biennal avant aménagement dans la limité de 20 l/s/ha aménagé** (et supérieur à 5 l/s pour assurer un autocurage suffisant).
Cependant, la vidange des unités de rétention étant prévu par infiltration, c'est le débit d'infiltration qui sera utilisé pour la détermination du volume de rétention par la méthode des pluies.
De plus, on veillera à limiter la stagnation de l'eau à 48 h maximum (temps de vidange), afin d'éviter la prolifération des moustiques.

2.4.3 - CONCLUSION SUR LE DIMENSIONNEMENT DES RETENTIONS

Les prescriptions mentionnées dans la doctrine de la DDTM 13 et dans le règlement du zonage d'assainissement pluvial annexé au PLU sont les seules prescriptions quantitatives. Le volume le plus préjudiciable résultant de ces deux méthodes sera donc retenu.

Suite aux différents éléments abordés supra, **le futur dispositif de gestion des eaux pluviales permettra de compenser l'imperméabilisation des sols induite par l'opération et devra respecter les préconisations énoncées ci-dessus, à savoir :**

- **Mettre en place une rétention offrant un volume égal au maximum (solution la plus contraignante) entre :**
  - **La valeur calculée à l'aide de la méthode des pluies pour une période de retour vicennale (T=20 ans),**
  - **La valeur calculée par application des ratios indiqués dans le règlement du zonage pluvial annexé au PLU et rappelés en annexe 17.**

- **Limiter le rejet au milieu récepteur au débit d'infiltration.**
- **Limiter le temps de vidange à 48h maximum.**
- **Prévoir un traitement qualitatif en fond de bassin.**

2.5 - PRESCRIPTIONS EN MATIERE D'INONDABILITE

2.5.1 - LE PLAN DE PREVENTION DU RISQUE INONDATION

La commune de Sénas est concernée par le Plan de Prévention du Risque Inondation de la basse vallée de la Durance, approuvé le 5 novembre 2014.

Comme présenté en **annexe 18**, la zone de projet est située en zones orange (R1, aléa modéré, zone peu ou pas urbanisée), bleu (B1, aléa modéré, zone urbanisée), et violet (BE, aléa exceptionnel).

Les prescriptions du PPRI sont les suivantes :

Dispositions réglementaires applicables aux projets nouveaux :

Chapitre 1 Dans les zones RH, R2, R1, B2 et B1

« Dans toutes ces zones, les projets nouveaux autorisés au titre du présent règlement doivent respecter l'ensemble des prescriptions et des règles mentionnées dans ce chapitre.

- *Les planchers doivent être implantés au minimum à 0,20m au-dessus de la cote de référence ;*
- *Les aires de stationnement souterraines doivent disposer d'un accès implanté au minimum à 0,20m au-dessus de la cote de référence ;*

Le contrôle du respect de ces deux règles relève de l'autorité responsable de la délivrance des autorisations d'urbanisme. Les demandes d'urbanisme doivent donc comporter l'ensemble des éléments permettant de les vérifier.
Pour ce qui concerne les règles de construction, d'aménagement et d'exploitation suivantes, les maîtres d'ouvrage et les gestionnaires des bâtiments et équipements sont responsables de leur application :

- *Un système d'obturation, temporaire ou permanent, des ouvertures dont tout ou partie se situe en-dessous de la cote de référence doit être prévu pour être utilisé en cas d'inondation afin d'empêcher l'eau de pénétrer, au moins lors des inondations les plus courantes : clapets antiretour, dispositifs anti-inondation (batardeaux), etc... Pour ces derniers, leur hauteur sera au minimum de 0,50 m et limitée à 0,80 m afin de permettre leur franchissement par les secours et d'éviter une différence de pression trop importante entre l'intérieur et l'extérieur.*
- *Les équipements et réseaux sensibles à l'eau, notamment les coffrets d'alimentation en électricité, doivent être placés au minimum à 0,20m au-dessus de la cote de référence. Le réseau et le tableau de distribution électrique doivent être conçus et réalisés de façon à pouvoir couper facilement l'électricité dans le niveau inondable tout en maintenant l'alimentation électrique dans les niveaux hors d'eau ;*
- *La structure du bâtiment doit résister aux pressions hydrauliques des crues, écoulements et ruissellements ;*
- *Les parties d'ouvrages situées en-dessous de la cote de référence (fondations de bâtiments et d'ouvrages, menuiseries, cloisons, vantaux, revêtements de sols et murs, isolations thermiques et phoniques …), doivent être constituées de matériaux insensibles à l'eau et conçues pour résister à la pression hydraulique, à l'érosion et aux risques d'affouillements.*

- *Les citernes et aires de stockage de produits polluants ou dangereux doivent être implantées au minimum à 0,20 m au-dessus de la cote de référence ;*
  A défaut, les citernes, cuves ou bouteilles qui ne peuvent pas être implantées au-dessus de la cote de référence doivent être arrimées à un massif de béton servant de lest. Les citernes enterrées doivent être lestées et ancrées. Les orifices non-étanches et évents doivent être situés au-dessus de la cote de référence ;
- *Les matériaux stockés, les objets ou les équipements extérieurs susceptibles de provoquer des impacts non négligeables (embâcles, pollutions...) ne doivent pas pouvoir être emportés par la crue (arrimage, ancrage, mise hors d'eau, …) ;*
  Dans le cas d'installations, ouvrages, travaux ou activités autorisés, notamment au titre des articles L.214-1 à 7 du Code de l'Environnement, les zones de stockage doivent répondre aux exigences imposées par arrêté préfectoral ;
- *Les bâtiments et les ouvrages de quelque nature que ce soit, tant au regard de leurs caractéristiques, implantations, que de leur réalisation, ne doivent pas faire obstacle à l'écoulement des eaux et ne doivent pas aggraver les risques et leurs effets pendant la crue.*
- *Les aires destinées à l'élevage ou à l'accueil des animaux doivent disposer d'une aire de repli située au-dessus de la cote de référence, préférentiellement située en-dehors de la zone inondable et intégrée au PCS.*

Chapitre 2 Dans la zone BE
La mise en œuvre de l'ensemble des règles présentées au Chapitre 1 ci-dessus est ***recommandée*** *lors de la réalisation de tout projet nouveau. »*

Recommandations générales :
« Article 1 – Dans les secteurs concernés par l'aléa inondation :

- *Maîtriser l'urbanisation dans les zones situées à l'intérieur du champ d'inondation des crues exceptionnelles ;*
- *Adapter les voies d'accès aux habitations et aux équipements par les services et les matériels de secours, tout en veillant à ne pas entraver le libre écoulement de crues ;*
- *Installer les locaux à sommeil au-dessus de la cote de référence ;*
- *Protéger les bâtiments des entrées d'eau en cas de crue. A cet effet, les ouvertures peuvent être équipées de dispositifs d'obturation partielle, capables de résister aux pressions hydrauliques ;*
- *Vérifier la bonne tenue des murs, des ouvrages de protection et des digues, de manière régulière et après chaque crue,*
- *Pour les communes ou les EPCI compétents, recenser et piloter les diagnostics de vulnérabilité des ERP situés en aléa fort. Piloter le processus de réduction de vulnérabilité issu du diagnostic. »*

Règles applicables à la zone orange (R1)
La zone orange (R1) correspond aux secteurs d'écoulement des crues soumis à un aléa modéré dans les zones peu ou pas urbanisées.

« Chapitre 1 Sont interdits :
Tous les projets nouveaux, à l'exception de ceux visés aux chapitres 2 et 3 ci-dessous.
Sont notamment interdits :

- *Les constructions nouvelles, à l'exception des cas particuliers mentionnés aux chapitres 2 et 3,*

- *La création d'Établissements Recevant du Public (ERP) quels que soient le type et la catégorie, à l'exception des cas particuliers mentionnés au chapitre 2 ,*
- *La création d'établissements stratégiques,*
- *La reconstruction ou la restauration d'un bien dont l'essentiel des murs porteurs a été détruit par l'effet d'une crue,*
- *La création ou l'aménagement de sous-sols ,*
- *La création ou l' extension d'aires de camping et de caravanage, et l'augmentation du nombre d'emplacements des aires existantes,*
- *La création ou l' extension d'aires d'accueil des gens du voyage,*
- *Tous travaux de terrassement, d'excavation ou de dessouchage ayant pour effet d'affouiller les berges naturelles, de mettre en danger la stabilité des talus de rive ou de faire obstacle au libre écoulement des eaux, sauf s'ils sont directement liés à des opérations autorisées aux chapitres 2 et 3,*
- *Les remblais, sauf s'ils sont directement liés à des opérations autorisées aux chapitres 2 et 3 ou mentionnées en tant que prescriptions ou recommandations aux Titres 6 ou 7, et à condition qu'ils soient limités à l'emprise des ouvrages, installations et aménagements autorisés (constructions, rampes d'accès, zone de repli pour animaux...), et dans le respect des dispositions prévues par le Code de l'Environnement.*

<u>Chapitre 2 Sont autorisés dans le respect des prescriptions réglementaires énoncées au Titre 6,</u>
<u>Article 1 Dans les zones R2 et R1</u>

- *Tous les projets autorisés au Titre 2 / Chapitres 2 et 3 ;*
- *La démolition-reconstruction, partielle ou complète, ou la restructuration de toute construction existante, sans augmentation de l'emprise au sol ni de la capacité d'accueil, sous réserve de ne pas créer de nouveaux logements, et dans le respect des prescriptions mentionnées au Titre 6 ou au Titre 7 suivant le type de travaux. L'opération doit conduire à une réduction globale de la vulnérabilité des biens exposés au risque et la construction doit être intégrée au PCS de la commune ;*
- *La surélévation au-dessus de la cote de référence des constructions existantes à usage d'habitation, sous réserve de ne pas créer de nouveaux logements ,*
- *La surélévation au-dessus de la cote de référence des constructions existantes*
  - *à usage d' Établissements Recevant du Public (ERP),*
  - *à usage d'établissements stratégiques,*
  - *à usage d'activité, sous réserve de n'augmenter ni la capacité d'accueil ni la vulnérabilité globale des biens exposés au risque ;*
- *L'extension limitée de l'emprise au sol de toute construction existante, notamment pour le cas où elle est nécessaire à la création d'une aire de refuge, sous réserve de n'augmenter ni la capacité d'accueil ni la vulnérabilité globale des biens exposés au risque et sans création de nouveaux logements . L' extension ne doit pas être supérieure à 20 m2 d'emprise au sol pour les constructions à usage d'habitation. Elle est limitée à 20% de l'emprise au sol existante pour les autres constructions.*
- *L'aménagement intérieur ou le changement d'usage des locaux existants situés au-dessus de la cote de référence, sans augmentation de la capacité d'accueil ni augmentation de la vulnérabilité globale des biens exposés au risque et sous réserve que le nouvel usage ne soit pas interdit par le présent règlement (chapitre 1 du présent titre) ;*
- *L'aménagement intérieur ou le changement d'usage des locaux existants situés au-dessous de la cote de référence, aux conditions de ne pas créer de nouveaux logements ni d'hébergement, sans augmentation de la capacité d'accueil ni de la vulnérabilité d'usage des locaux, lorsqu'il entraîne une diminution significative de la vulnérabilité globale des personnes et des biens exposés au risque, et sous réserve que le nouvel usage ne soit pas interdit par le présent règlement (chapitre 1 du présent titre) ;*

- *Les piscines enterrées affleurantes (murets et rehaussements interdits) sous réserve :*
  - *d'être équipées d'un dispositif ou balisage à demeure permettant de repérer leur emprise au niveau de la cote de référence en cas d'inondation,*
  - *que le local technique soit enterré ou à défaut ne dépasse pas 1 m² d'emprise au sol.*
- *Les clôtures, à condition d'en assurer la transparence hydraulique, avec la possibilité d'un mur bahut d'une hauteur maximum de 0,40 m muni d'ouvertures permettant le ressuyage ;*
- *Les aménagements d'espaces de plein air, espaces verts, équipements sportifs ouverts, équipements de loisirs..., ainsi que les installations liées aux activités nautiques et au tourisme fluvial et les aires de stationnement non closes nécessaires à ces activités. Peut être autorisée pour un maximum de 100 m² de surface de plancher, la création de locaux techniques nécessaires aux activités autorisées, sous réserve qu'ils ne fassent pas l'objet d'une occupation humaine permanente et que leur implantation en-dehors de la zone inondable soit techniquement irréalisable. L'utilisation de ces installations à des fins d'hébergement ou de restauration, même occasionnelle, est interdite ; les éléments accessoires (bancs, tables, portiques, …) doivent être ancrés au sol Le site doit faire l'objet d'un affichage et d'un plan de gestion de crise appropriés ;*
- *La création d'aires de remplissage et de lavage agricole ;*
- *Dans le cadre d'une activité agricole existante uniquement, par exception au Chapitre 1 du présent Titre, la création par changement d'usage de constructions existantes, de bâtiments à usage d' ERP de 5ème catégorie, à l'exclusion des ERP sensibles, à condition de ne pas créer de nouveaux logement ou hébergement, et dans le respect des prescriptions réglementaires énoncées au Titre 6.*
- *La création de constructions nécessaires au maintien d'une activité agricole existante à condition qu'elles soient exclusivement destinées au remisage du matériel agricole roulant et de l'ensemble des accessoires d'attelage, ou au stockage des foins et des récoltes ;*
- *La création d'aires destinées à l'élevage ou à l'accueil des animaux, sous réserve de disposer d'une zone de repli pour les animaux, préférentiellement située en-dehors de la zone inondable ou, à minima, dans une zone soumise à un aléa modéré, calée au-dessus de la cote de référence, intégrée au PCS .*

<u>Les constructions ci-après sont admises y compris si, par exception au Titre 6, les planchers sont édifiés au-dessous de la cote de référence, à condition de ne pas être enterrés.</u>

- *L' extension limitée de l'emprise au sol des constructions à usage d'activité, à l'exclusion de l'habitation et de l'hébergement, sous réserve de ne pas créer de nouveaux logements, et à condition que :*
  - *l' extension de l'emprise au sol ne soit pas supérieure à 50% de l'emprise au sol existante*
  - *dans le cas d'un ERP, l'augmentation de la capacité d'accueil ne doit pas être supérieure à 20% de la capacité existante,*
  - *l'opération inclut la réalisation d'un diagnostic de vulnérabilité portant sur l'ensemble des installations avant et après extension et permettant de justifier de la conception du projet, et que soient mis en œuvre tous les moyens nécessaires pour garantir une réduction de la vulnérabilité globale des personnes et des biens exposés aux risques,*
  - *les surfaces situées en-dessous de la cote de référence ne soient pas closes ou qu'elles soient techniquement justifiées dans le cadre du diagnostic de vulnérabilité ; dans ce cas, elles ne pourront faire l'objet que d'une occupation humaine limitée ; Cette extension peut, par exception, être admise en discontinuité avec les bâtiments existants.*
- *La création de serres et de tunnels/bi-tunnels agricoles ;*
- *La création d'abris ou appentis, clos ou non clos, dont la superficie ne dépasse pas 10m2 d'emprise au sol par logement existant sur l'unité foncière ;*

- *La création ou l' extension d'aires de stationnement collectives non closes nécessaires aux activités existantes. Le site doit faire l'objet d'un affichage et d'un plan de gestion de crise appropriés.*
- *Les installations temporaires, démontables ou mobiles, notamment celles en relation avec les activités liées au cours d'eau, ainsi que les installations nécessaires à l'organisation de manifestations événementielles temporaires, à l'exclusion des équipements destinés à l'hébergement ou au camping. Le maintien en place des installations ne doit pas excéder la durée mentionnée à l'article R.421-5 du code de l'urbanisme. Le site doit faire l'objet d'un affichage et d'un plan de gestion de crise appropriés permettant d'assurer en outre le démontage et le transport anticipés des installations hors zone à risque.*
- *La reconstruction et la restauration d'un bâtiment existant sinistré, sauf si l'essentiel des murs porteurs a été détruit par une crue, sans augmentation de l'emprise au sol ni de la capacité d'accueil, sous réserve de ne pas créer de nouveaux logements. L'opération doit conduire à une réduction globale de la vulnérabilité des biens exposés au risque et la construction doit être intégrée au PCS de la commune*

Dans la zone R1 uniquement

- *La création ou l'extension des constructions nécessaires à l'exploitation agricole ou forestière, dans le respect des prescriptions réglementaires énoncées au Titre 6. Dans ce cadre uniquement, par exception au Chapitre 1 du présent Titre ainsi qu'à l'article 1 du présent Chapitre, la création y compris par construction de bâtiments à usage d' ERP de 5ème catégorie, à l'exclusion des ERP sensibles, peut être autorisée. Lorsqu'il y a création d'un hébergement, la capacité d'accueil totale après création ne doit pas être supérieure à 15 personnes. Cette disposition concerne également les organisations agricoles à forme collective (coopératives, SICA...).*
- *Les éoliennes et les unités de production d'énergie photovoltaïque au sol peuvent être autorisées dans la mesure où les dispositifs sensibles sont situés 0,20 m au-dessus de la cote de référence. Les structures doivent être conçues et posées de manière à résister aux écoulements et aux embâcles. Les modalités de protection et d'entretien du site doivent tenir compte de son inondabilité ; en particulier, un dispositif de mise hors tension en cas de crue doit être intégré ;*

Les constructions ci-après sont admises y compris si, par exception au Titre 6, les planchers sont édifiés au-dessous de la cote de référence, à condition de ne pas être enterrés.

- *Les bâtiments nécessaires à l'exploitation agricole ou forestière exclusivement destinés au remisage du matériel roulant et de l'ensemble des accessoires d'attelage ;*
- *La création de garages individuels fermés, dont la superficie ne dépasse pas 20 m2 d'emprise au sol par logement existant sur l'unité foncière ; »*

Règles applicables à la zone bleu (B1)
La zone bleu (B1) correspond aux secteurs d'écoulement des crues soumis à un aléa modéré dans les secteurs urbanisés, centres urbains et autres zones urbanisées.

« Chapitre 1 Sont interdits
Tous les projets nouveaux, à l'exception de ceux visés aux chapitres 2 et 3 ci-dessous.
Sont notamment interdits :

- *La création d' Établissements Recevant du Public (ERP) sensibles quelle que soit la catégorie, à l'exception des cas particuliers mentionnés au chapitre 2,*
- *La création d'établissements stratégiques,*
- *La reconstruction ou la restauration d'un bien dont l'essentiel des murs porteurs a été détruit par l'effet d'une crue,*

- *La création ou l'aménagement de sous-sols, à l'exception des cas particuliers mentionnés au chapitre 2,*
- *La création ou l' extension d'aires de camping et de caravanage, et l'augmentation du nombre d'emplacements des aires existantes,*
- *La création ou l' extension d'aires d'accueil des gens du voyage,*
- *Tous travaux de terrassement, d'excavation ou de dessouchage ayant pour effet d'affouiller les berges naturelles, de mettre en danger la stabilité des talus de rive ou de faire obstacle au libre écoulement des eaux, sauf s'ils sont directement liés à des opérations autorisées aux chapitres 2 et 3,*
- *Les remblais, sauf s'ils sont directement liés à des opérations autorisées aux chapitres 2 et 3 ou mentionnées en tant que prescriptions ou recommandations aux Titres 6 ou 7, et à condition qu'ils soient limités à l'emprise des ouvrages, installations et aménagements autorisés (constructions, rampes d'accès, zone de repli pour animaux...), et dans le respect des dispositions prévues par le Code de l'Environnement.*

Chapitre 2 Sont autorisés
dans le respect des prescriptions réglementaires énoncées au Titre 6,

Article 1 Dans les zones B2 et B1

- *Tous les projets autorisés au Titre 3 / Chapitres 2 et 3 ;*
- *La création, l' extension de l'emprise au sol et la surélévation de constructions :*
  - *à usage d'habitations (individuelles ou collectives),*
  - *à usage d'activité. Lorsqu'il y a augmentation de la capacité d'accueil, la totalité des effectifs doit être prise en compte dans le dimensionnement de la zone de refuge. Les ERP doivent faire l'objet d'un affichage et d'un plan de gestion de crise appropriés ;*
- *L' extension limitée de l'emprise au sol et la surélévation des constructions existantes :*
  - *à usage d'établissement stratégique,*
  - *à usage d' ERP sensible,*

  sous réserve de n'augmenter ni la capacité d'accueil ni la vulnérabilité globale des biens exposés au risque.
  L' extension ne doit pas être supérieure à 20% de l'emprise au sol existante.
- *L'aménagement intérieur ou le changement d'usage des locaux existants situés au-dessus de la cote de référence sous réserve que le nouvel usage ne soit pas interdit par le présent règlement (chapitre 1 du présent titre) ;*
- *L'aménagement intérieur ou le changement d'usage des locaux existants situés au-dessous de la cote de référence, aux conditions de ne pas créer de nouveaux logements ni d'hébergement et sous réserve que le nouvel usage ne soit pas interdit par le présent règlement (chapitre 1 du présent titre). La conception du projet doit être justifiée dans le cadre d'un diagnostic de vulnérabilité, visant notamment à assurer que l'opération prévoit une diminution de la vulnérabilité structurelle du bien;*

Les constructions ci-après sont admises y compris si, par exception au Titre 6, les planchers sont édifiés au-dessous de la cote de référence, à condition de ne pas être enterrés.

- *La création de garages individuels fermés, dont la superficie ne dépasse pas 20 m2 d'emprise au sol par logement sur l'unité foncière ;*
- *La création ou l' extension d'aires de stationnement collectives, closes ou non. Le site doit faire l'objet d'un affichage et d'un plan de gestion de crise appropriés ;*

- *Par exception au Chapitre 1 du présent Titre, la création d'aires de stationnement souterraines peut être autorisée sous réserve que :*
  - *l'accès soit implanté au minimum à 0,20m au-dessus de la cote de référence*
  - *une étanchéïté suffisante et des moyens d'assèchement adéquats soient mis en œuvre*
  - *le site fasse l'objet d'un affichage et d'un plan de gestion de crise appropriés*

Article 2 Dans la zone B1 uniquement

- *Par exception au chapitre 1 de ce titre, la création par construction ou par changement d'usage de bâtiments à usage d' ERP sensibles de 4ème et 5ème catégorie, sans hébergement, peut être autorisée dans le cas où l'impossibilité d'une implantation alternative hors zone inondable est démontrée dans le cadre d'une analyse territoriale menée à l'échelle intercommunale pour les établissements de rayonnement intercommunal et à l'échelle communale pour les équipements de rayonnement communal ou de quartier, et à condition de faire l'objet d'un affichage et d'un plan de gestion de crise appropriés ;*
- *Par exception à l'article 1 du présent chapitre, l' extension de l'emprise au sol des constructions à usage d' ERP sensibles de 4ème et 5ème catégorie n'est pas limitée, à condition que l'établissement fasse l'objet d'un affichage et d'un plan de gestion de crise appropriés. Dans le cas où elle engendre une augmentation de la capacité d'accueil, la totalité des effectifs reçus doit être prise en compte dans le dimensionnement de la zone de refuge ; »*

Règles applicables à la zone violet (BE)
La zone violet (BE) correspond aux secteurs soumis à des crues exceptionnelles supérieures à la crue de référence, de fréquence plus rare.

« Chapitre 1 Sont interdits

- *La création d'établissements stratégiques, sauf si l'impossibilité d'une implantation alternative en dehors de la zone inondable est démontrée dans le cadre d'une analyse territoriale menée à l'échelle intercommunale pour les établissements de rayonnement intercommunal et à l'échelle communale pour les équipements de rayonnement communal ou de quartier menée, et à condition qu'ils restent fonctionnels en cas de crise.*
- *La création ou l'aménagement de sous-sols, à l'exception des cas particuliers mentionnés au chapitre 2,*

Chapitre 2 Sont autorisés
Tout ce qui n'est pas interdit au Chapitre 1 est autorisé en respectant les dispositions réglementaires énoncées au Titre 6.
Sont notamment autorisés l'ensemble des projets mentionnés aux Titres précédents. »

2.5.1 - PRESCRIPTIONS DE LA DDTM 13

La commune de Sénas est concernée par le Plan de Prévention du Risque Inondation de La Durance, approuvé le 05/11/2014. La zone de projet se situe dans le lit majeur de la Durance.

En cas de la mise en œuvre d'installations, ouvrages ou remblais en lit majeur de cours d'eau, la doctrine de la DDTM13 concernant la rubrique 3.2.2.0 stipule les éléments suivants :

« …l'objectif recherché est d'une part de ne pas aggraver les phénomènes de crue et d'autre part de limiter les conséquences de ces aménagements sur la continuité écologique. Cet objectif se traduit par la séquence ERC (EVITER – REDUIRE – COMPENSER).

1. ***EVITER** – le pétitionnaire doit démontrer dès la conception, qu'il a recherché l'évitement pour le choix du site et la nécessité d'un remblaiement ou d'une surélévation du terrain naturel pour réaliser son projet dans le cas où celui-ci est faisable au titre d'autres réglementations en vigueur (PLU, PPRI, etc.). **La règle est de préserver les zones inondables.***
2. ***REDUIRE** – L'installation, l'ouvrage, les travaux, l'activité ou l'ICPE nécessitant un remblai autorisé doit être étudié de sorte à ce que son emprise soit la plus réduite possible. **Le principe est d'assurer la transparence des écoulements jusqu'à la crue de référence.***
3. ***COMPENSER** – en cas de remblai en zone inondable non totalement transparent aux écoulements, ce remblai ne doit pas générer d'impact sur l'écoulement des eaux et ceci au moins jusqu'à la crue de référence. **Si des impacts sont avérés, ils doivent faire l'objet de mesures correctrices**. De plus, lorsque ce remblai se situe en champ d'expansion de crue alors, même en cas d'impact hydraulique nul, une compensation volumique est demandée afin de conserver l'intégralité du volume utile à l'expansion de crue.*

La mise en œuvre de la séquence « Eviter, Réduire, Compenser » passe par 9 étapes :

- ***Etape 1 :** Conception du projet sans positionner d'installations, d'ouvrages ou de remblais en zone inondable (séquence EVITER) ;*
- ***Etape 2 :** Suite à une démonstration de l'utilité de l'installation, de l'ouvrage ou du remblai en zone inondable, le pétitionnaire analysera l'impact hydraulique des installations, ouvrages ou remblais ;*
- ***Etape 3 :** si des impacts sont détectés à l'issue de l'étape n°2, le pétitionnaire recherchera l'optimisation de la position et des caractéristiques des installations, ouvrages ou remblais pour minimiser les incidences sur la zone inondable (séquence REDUIRE n °1).*

  On peut envisager différentes alternatives de positionnement du remblai, de diminuer la hauteur du remblai, de prévoir de placer la plus grande longueur du remblai parallèlement au sens d'écoulement des eaux… ;
- ***Etape 4 :** Analyse de l'impact hydraulique des installations, ouvrages ou remblais après application de l'étape n°3 ;*
- ***Etape 5 :** Si des impacts subsistent à l'issue de l'étape n°4 alors on étudiera de la mise en transparence des installations, ouvrages ou remblais (séquence REDUIRE n°2).*

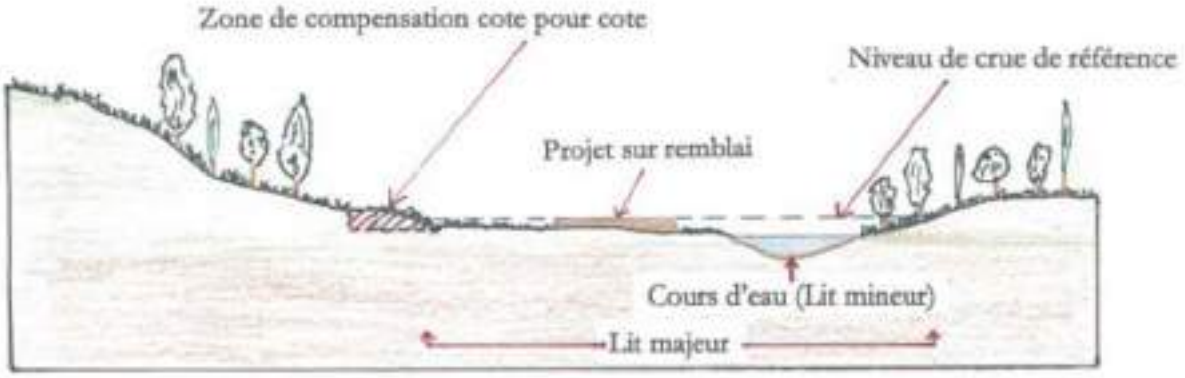
  Cette mesure peut prendre la forme d'ouvrages de transparence sous les infrastructures, de constructions sur pilotis, de constructions sur vide-sanitaire ouverts, de dispositions constructives particulières (ouvertures pour permettre la circulation de l'eau…) ;
- ***Etape 6 :** Analyse de l'impact hydraulique des installations, ouvrages ou remblais après application de l'étape n°5 ;*
- ***Etape 7 :** Si à l'issue de l'étape n°6 des impacts subsistent alors des mesures de compensation doivent être proposées (séquence COMPENSER) :*

  A – Le principe est la compensation « en volume, cote pour cote »

  La compensation en volume correspond à 100% du volume prélevé sur le champ d'expansion de crues pour la crue de référence et doit être conçue de façon à être progressive et également répartie pour les événements d'occurrence croissante : compensation « cote pour cote ». Cette compensation « cote pour cote » signifie que le déblai de compensation doit être positionné aux

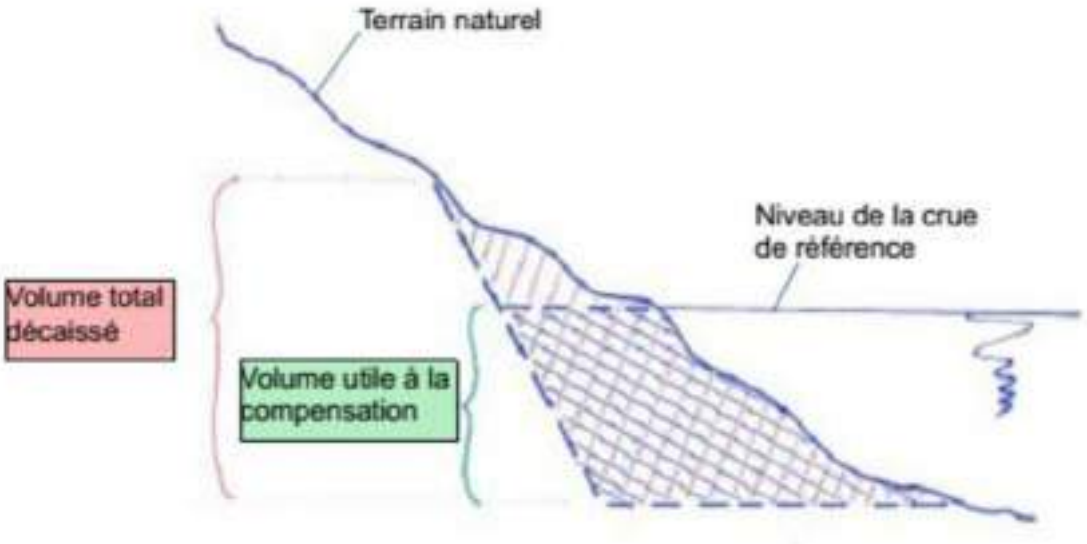
mêmes altitudes que le remblai : en d'autres termes, la courbe hauteur NGF / volume du déblai doit être identique à la courbe hauteur NGF / volume du remblai. Dans ces conditions, l'expansion des eaux est strictement maintenue pour tout type de crues.

La compensation cote pour cote, pour être efficace, doit être réalisée au voisinage du site du projet. Pour chaque période de retour de crue, le volume compensé doit être au moins égal (voire supérieur) au volume soustrait par l'effet du remblai comme illustré sur le graphique suivant :



COMPENSATION VOLUMIQUE COTE POUR COTE

Le principe consiste donc à décaisser des terrains situés à la même cote que le projet de remblai afin de les rendre inondables. A noter qu'il est également possible d'effacer des remblais existants afin de libérer un espace d'expansion de crue. Seuls les volumes décaissés situés sous le niveau de la cote de référence sont comptabilisés.



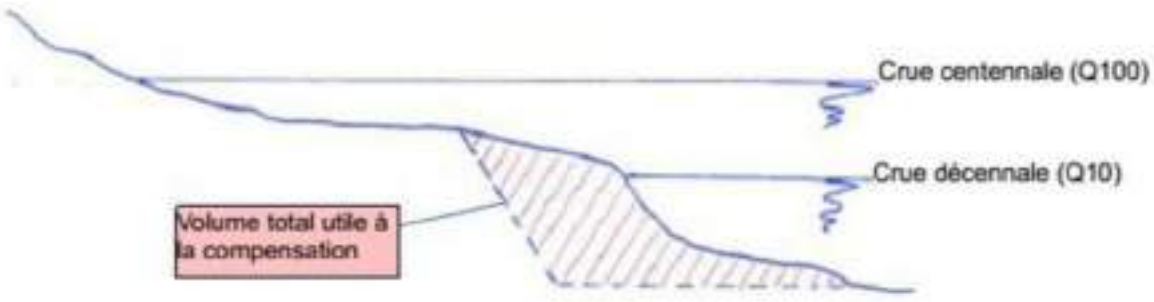
Dans certains cas, et sur la base de la démonstration de l'impossibilité technico-économique d'effectuer cette compensation de façon stricte, il peut être accepté une surcompensation des événements d'occurrence plus faible (vingtennale ou moins) mais en tout état de cause le volume total compensé correspond à 100% du volume soustrait au champ d'expansion de crues.

B – La compensation « cote pour cote » modulée

Lorsque la configuration du terrain n'est pas adaptée à la compensation cote pour cote (vallée très large) ou lorsque d'autres contraintes apparaissent (environnementales, foncières, sociales) alors on peut envisager une compensation dite « cote pour cote modulée ».

Ce type de compensation suit le principe « cote pour cote », mais partiellement, tout en garantissant qu'à la cote maximum, le volume total est bien compensé. Il s'agit ici de compenser davantage les tranches basses du remblai (concernées par les crues faibles et moyennes Q2, Q10…), et moins les tranches hautes (concernées par les crues fortes).

- *Elle permet une localisation plus facile des déblais : plus de souplesse dans le choix des sites.*
- *En élargissant le choix des sites, elle peut permettre de prendre en compte et de réduire les impacts environnementaux liés à cette mesure compensatoire.*

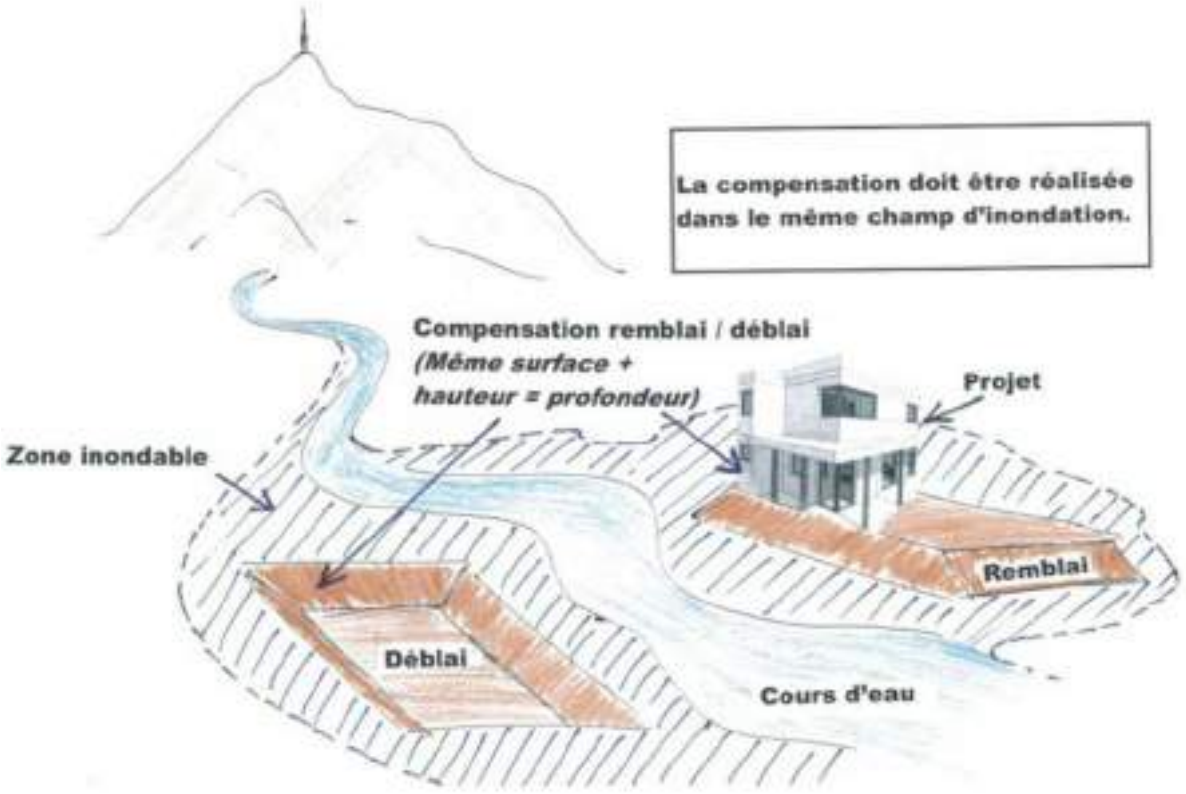


Dans l'exemple illustré ci-dessus, on voit que l'on compense beaucoup plus pour les petites crues (à Q10 on a déjà quasiment 80 % de la compensation volumique qui est opérationnelle).

C – La compensation en volume décaissé

Dans les cas particuliers de fonctionnement de la zone inondable en casiers avec des champs d'expansion relativement statiques, le décaissement de secteurs situés sous la cote du TN pourra être proposé.

L'objectif est toujours, au final, de retrouver l'intégralité du volume soustrait à la crue.



Lorsque la configuration du terrain n'est pas adaptée à la compensation cote pour cote (vallée très large) ou lorsque d'autres contraintes apparaissent (environnementales, foncières, sociales) alors on peut envisager une compensation dite « cote pour cote modulée ».

- ***Etape 8 :*** *Analyse de l'impact hydraulique des installations, ouvrages ou remblais après application de l'étape n°7 ;*
- ***Etape 9 :*** *A l'issue de l'étape 8, les impacts doivent être :*
  - *Totalement gommés par les installations, ouvrages ou remblais en champ d'expansion de crue*
  - *Réduits au minimum pour les installations, ouvrages ou remblais hors champs d'expansion de crue ou en champ d'expansion de crue protégé par un ouvrage de protection ou un système de protection de niveau de protection au moins égal à la crue de référence et de niveau de sûreté au moins égal à la crue exceptionnelle.*

Si des impacts subsistent au-delà des valeurs acceptables alors :

- *Soit on recommence la séquence ERC en imaginant des mesures plus efficaces,*
- *Soit les mesures ne sont pas réalisables (analyse technico-économique) alors le projet n'est pas compatible avec le SDAGE et l'avis sera défavorable.*

Les impacts acceptables sont les suivants :

- ***En champ d'expansion de crue (zone peu ou pas urbanisée) :*** *l'impact doit être :*
  - *Inférieur à 1 cm dans les zones à enjeux*
  - *Inférieur à 5 cm en dehors des zones à enjeux*

La compensation en volume doit correspondre à 100 % du volume prélevé sur le champ d'expansion de crues pour la crue de référence. Sur la base de la démonstration de l'impossibilité technico-économique d'effectuer cette compensation de façon stricte, il peut être accepté une surcompensation des événements d'occurrence plus faible (vingtennale ou moins) mais en tout état de cause le volume total compensé correspond à 100 % du volume soustrait au champ d'expansion de crues. Lorsque la configuration du terrain n'est pas adaptée à la compensation cote pour cote (vallée très large) ou lorsque d'autres contraintes apparaissent (environnementales, foncières, sociales) alors on peut envisager une compensation dite « cote pour cote modulée ».
Le pétitionnaire démontrera la non-aggravation de la classe de l'aléa (croisement de la hauteur et de la vitesse, qui par application d'une grille permet de qualifier celui-ci. Cette grille peut être différente suivant que l'on se trouve en inondation de plaine ou torrentielle).

- ***Hors champ d'expansion de crue (zone urbanisée) :*** *l'impact doit être :*
  - *Inférieur à 1 cm dans les zones à enjeux*
  - *Inférieur à 5 cm en dehors des zones à enjeux*

  Le pétitionnaire démontrera la non-aggravation de la classe de l'aléa (croisement de la hauteur et de la vitesse, qui par application d'une grille permet de qualifier celui-ci. Cette grille peut être différente suivant que l'on se trouve en inondation de plaine ou torrentielle).

Dans tous les cas, le pétitionnaire recherchera à ne pas modifier la vitesse d'écoulement (celles-ci ne devront pas être majorées de plus de 5 %).

3 - MODELISATION HYDRAULIQUE

La zone de projet se situe dans le lit majeur de La Durance.
La surface de remblais prévue est comprise entre 400 m² et 10 000 m².
Le projet est donc concerné par la rubrique 3.2.2.0 de l'article R.214-1 du Code de l'Environnement :

« Installations, ouvrages, remblais dans le lit majeur d'un cours d'eau :
- *Surface soustraite supérieure ou égale à 10 000 m2 (A) ;*
- *Surface soustraite supérieure ou égale à 400 m2 et inférieure à 10 000 m2 (D).*

Au sens de la présente rubrique, le lit majeur du cours d'eau est la zone naturellement inondable par la plus forte crue connue ou par la crue centennale si celle-ci est supérieure. La surface soustraite est la surface soustraite à l'expansion des crues du fait de l'existence de l'installation ou ouvrage, y compris la surface occupée par l'installation, l'ouvrage ou le remblai dans le lit majeur.»

Conformément aux prescriptions de la DDTM13 concernant cette rubrique, la réalisation d'une modélisation hydraulique est nécessaire afin de prouver que le projet n'aggrave pas la situation des parcelles avoisinantes en terme de hauteur d'eau, de vitesse d'eau et d'aléa.
Le rapport de modélisation hydraulique est présenté en **annexe 19**.

4 - DEFINITION DE L'ETAT PROJET

4.1 - DESCRIPTION DU PROJET

Un plan d'aménagement du projet est présenté en **annexe 20** de la présente note. Le BV projet s'étend sur une superficie de 4,5 ha.

Le projet consiste en la création de 159 logements.

Le schéma ci-dessous permet d'apprécier le sens d'écoulement des eaux en situation actuelle à l'échelle du secteur de l'étude.

Figure 5 - Sens des écoulements à l'état projet

Le détail des surfaces constituant le BV projet est renseigné dans le tableau ci-dessous :

Tableau 5 - Détail des surfaces après projet

Nature des surfaces	Surface	Coefficient de ruissellement (C10)	Surface active
Bâtiments	6 295 m²	1,00	6 295 m²
Terrasses / Balcon	890 m²	1,00	890 m²
Rampes BD+escaliers+abris+béton	728 m²	1,00	728 m²
Ombrière	288 m²	1,00	288 m²
Voirie et stationnement en enrobé	7 159 m²	1,00	7 159 m²
Trottoirs enrobé	1 237 m²	1,00	1 237 m²
Piste cyclable et voie de service stabilisé	1 272 m²	0,60	763 m²
Parkings en stabilisé	1 995 m²	0,70	1 397 m²
Bassins et noues	5 134 m²	0,90	4 621 m²
Espaces verts	19 535 m²	0,10	1 954 m²
Total	**44 533 m²**	**0,57**	**25 331 m²**

4.2 - RAISONS POUR LESQUELLES LE PROJET A ETE RETENU

Le site du projet s'inscrit dans une logique d'extension de l'urbanisation dans une zone prévue à cet effet au PLU de la commune de Sénas. Il est classé en zone 1AUd, qui « zone non équipée destinée à être urbanisée afin d'accueillir des logements et, éventuellement, des équipements ».

Les principales raisons de ce choix sont les suivantes :

- L'insertion du projet dans une zone à usage d'habitations ;
- La proximité d'un grand axe routier tel que la Route Nationale RN7 ;
- La proximité des réseaux V.R.D. existants en périphérie du site.

L'accès au projet est prévu au droit de la Route Nationale RN7, moyennant l'aménagement de cet accès (création d'un giratoire).

Ainsi, le projet s'est fait en parfaite connaissance des potentialités urbanistiques, paysagères et environnementales du secteur.

L'aménagement de cette surface se fera tout en améliorant l'intégration urbaine et paysagère de cet espace, et en tenant compte de son environnement. Il bénéficiera d'un traitement paysager remarquable afin d'optimiser l'intégration paysagère des futurs bâtiments.

La gestion des eaux pluviales de la zone à aménager se fera notamment par la création de noues et bassins d'infiltration. Il s'agit de garantir une rétention maximale avant le rejet dans le milieu naturel. Le choix de régulation des apports vers le sous-sol par infiltration permet ainsi d'assurer de manière autonome et efficace la gestion des eaux pluviales sur le site, et doit ainsi protéger les zones en aval contre d'éventuels débordements.

C'est pour ces différentes raisons que le projet a été retenu.

4.3 - PLANNING DE L'OPERATION

Le démarrage des travaux est prévu au cours du premier semestre de l'année 2025, avec une durée des travaux estimée à 24 mois.

Le service en charge de la police de l'eau et l'Office français de la biodiversité (OFB) seront préalablement informés du démarrage des travaux avec un préavis de quinze jours.

4.4 - CARACTERISTIQUES DES ECOULEMENTS PLUVIAUX A L'ETAT PROJET

4.4.1 - DELIMITATION DU BASSIN VERSANT PROJET

Comme précisé *supra*, le BV étudié dans le cadre de cette opération correspond au BV projet (assiette foncière de l'opération).

Les coefficients de ruissellement et d'imperméabilisation avant et après aménagement du BV étudié sont définis dans le tableau suivant :

Tableau 6 - Coefficients de ruissellement et d'imperméabilisation du BV étudié

	BV projet	
	Etat actuel	**Etat après aménagement**
Coefficient d'imperméabilisation	3,5 %	42 %
Coefficient de ruissellement décennal	0,13	0,57

4.4.2 - ANALYSE QUANTITATIVE DES EAUX PLUVIALES

Le tableau ci-dessous synthétise les caractéristiques des bassins versants à l'état projet :

Tableau 7 - Caractéristiques des surfaces relatives au bassin versant projet

	BV projet
Superficie (ha)	4.5
Pente (%)	0,5
Plus long chemin hydraulique (ml)	300
Coefficient de ruissellement	
T = 10 ans	0,57
T = 20 ans	0,60
T = 100 ans	0,66
Temps de concentration (Tc)	
Tc calculé	6 min

Le détail des calculs des coefficients de ruissellement et des temps de concentration du BV Projet après aménagement est présenté en **annexe 21**.

Les débits de pointe de l'état aménagé du BV projet, ont été calculés à partir de la méthode rationnelle (cf. **annexe 21**) ; ils sont présentés dans le tableau ci-après.

Tableau 8 - Débits générés à l'état projet

Période de retour	BV projet, sans mesures compensatoires
T = 2 ans	0,754 m³/s
T = 10 ans	1,039 m³/s
T = 20 ans	1,237 m³/s
T = 100 ans	1,650 m³/s

Comme mis en évidence précédemment, à l'état projet, les eaux pluviales seront tamponnées avant d'être infiltrées dans le sous-sol.

4.4.3 - STRATEGIE D'ASSAINISSEMENT PLUVIAL PROJETEE

La stratégie d'assainissement pluvial retenue consiste à collecter les eaux pluviales des toitures et celles issues du ruissellement des surfaces imperméabilisées dans un réseau de collecte enterré. La capacité d'avalement du drainage du réseau sera **dimensionnée pour une pluie d'occurrence 20 ans** au minimum.

Ce réseau sera dirigé vers un dispositif constitué de plusieurs bassins de rétention, permettant d'écrêter les débits de pointe générés par l'imperméabilisation de la parcelle.

Les eaux pluviales seront évacuées par infiltration dans le sol.

4.4.4 - ANALYSE QUALITATIVE DES EAUX PLUVIALES

En raison de la présence de la nappe à faible profondeur, la stratégie d'assainissement pluvial retenue consiste à laisser ruisseler les eaux pluviales issues du ruissellement des surfaces imperméabilisées en direction des noues et bassins d'infiltration.

Le dispositif de rétention permettra d'écrêter les débits de pointe générés par l'imperméabilisation des parcelles.

Le rejet pluvial du projet sera réalisé par infiltration dans le sous-sol.

4.4.5 - ANALYSE QUALITATIVE DES EAUX PLUVIALES

Les différents types de pollution engendrés par les rejets d'eaux pluviales issues du projet de construction peuvent être classés en quatre catégories :

- pollution liée aux travaux de construction,
- pollution saisonnière,
- pollution chronique,
- pollution accidentelle.

4.4.5.1 - *Pollution liée aux travaux de construction*

La pollution liée aux travaux de construction correspond à un risque ponctuel dans le temps puisque strictement limité à la durée du chantier ; ce risque correspond au possible entraînement de matières en suspension (lessivage des sols et talus mis à nu) ou de fuites accidentelles de produits polluants (huile, laitance du béton, ...) issus des engins et de leur entretien ou des matériaux de construction utilisés ou stockés sur le site.

Si la pollution liée aux travaux de construction peut être ponctuellement importante, notons qu'il s'agit d'un risque strictement limité à la durée du chantier.

Ces risques peuvent être aisément réduits par l'aménagement d'aires de confinement et de bacs de rétention installés à l'aval immédiat des zones de terrassement et de manipulation ou stockage de produits polluants.

4.4.5.2 - *Pollution saisonnière*

La pollution saisonnière est liée à l'entretien hivernal des chaussées par les produits de déverglaçage et de sablage (essentiellement : fondants chimiques tels que chlorures de sodium et de calcium et saumures). Or, dans la région de Sénas, le climat méditerranéen rend le verglas et les chutes de neiges très occasionnelles.

Les incidences du projet en matière de pollution saisonnière seront par conséquent très faibles voire nulles.

4.4.5.3 - *Pollution chronique*

La pollution chronique est due au lessivage de la chaussée par les pluies. Elle est produite par la circulation des véhicules : usure de la chaussée et des pneumatiques, émission de gaz d'échappement, corrosion des éléments métalliques… Du fait de leur origine variée, les polluants sont de nature chimique différente :

- des matières organiques (gommes de pneumatiques) ;
- des hydrocarbures ;
- des métaux (Zn, Fe, Cu, Cr, Cd, Ni).

Il s'agit du principal risque de pollution concernant le projet.

Au vu de l'activité prévue sur le site, nous retiendrons les valeurs moyennes de la bibliographie pour une pollution chronique, principalement due aux espaces de voirie et de stationnements aériens.

D'après la bibliographie, l'événement le plus pénalisant en termes de pollution correspond généralement aux premières pluies survenant après une forte période d'étiage, qui lessivent les sols et présentent les concentrations en polluants les plus élevées.

La pluie de référence sera donc la pluie maximale journalière de période de retour 1 an de la station météorologique de Salon-de-Provence, soit la hauteur estimée d'environ 54 mm (extrapolation des données pluviométriques de 1982 à 2016).

D'après Chebbo, la masse de polluants de l'événement de référence s'obtient donc par la formule suivante :

% moyen mobilisable x Sa (ha) x M (masse mobilisable en kg/ha/an)

Tableau 9 - Masse mobilisable en kg par polluant (données issues de la littérature)

	Masse Annuelle (kg/ha/an)	% mobilisable	Masse pollution annuelle mobilisable (kg/ha/an)
MES	487	84%	80,4
DBO5	59	90%	5,9
DCO	358	84%	59,1
N-NH4+	1,76	90%	0,2
N total	9,9	90%	1,0
P total	1,8	90%	0,2
Pb total	0,83	88%	0,1
Zn total	1,15	90%	0,1
Cu total	2,79	90%	0,3
HCT	1,8	90%	0,2
HAP	0,002	90%	0,0

Soit pour la voirie et les stationnements de projet (Sa = 9 319 m²) :

Tableau 10 - Masse mobilisable en kg pour l'évènement annuel

Masse mobilisable pour l'évènement le plus pénalisant (Kg)										
MES	DBO5	DCO	N-NH4+	N total	P total	Pb total	Zn total	Cu total	HCT	HAP
74,9	5,5	55,0	0,16	0,9	0,17	0,10	0,11	0,26	0,17	0,00019

Soit, en considérant le volume de l'orage annuel d'une durée de 24 h :

Va = L (m) x Sa (m²)

Avec :

- L = lame d'eau journalière d'un orage annuel = 0,054 m
- Sa = Surface active : 25 331 m² pour le BV projet

Soit : Va = 1 368 m^3

Les flux polluants maximales sont synthétisés dans les tableaux suivants :

Tableau 11 - Flux de polluants de l'évènement annuel

	MES	DBO5	DCO	N-NH4+	N total	P total	Pb total	Zn total	Cu total	HCT	HAP
en Kg\m³	0,0547	0,0040	0,0402	0,0001	0,0007	0,0001	0,0001	0,0001	0,0002	0,0001	0,0000001
en mg\L	54,7	4,0	40,2	0,1	0,7	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,0001

Les résultats sont présentés en **annexe 22**.

4.4.5.4 - *Pollution accidentelle*

Pour ce projet, en phase exploitation, les véhicules pouvant accéder au site seront composés presque exclusivement de véhicules légers.

La pollution accidentelle est un déversement de matières polluantes consécutif à un accident ; évènement dont la probabilité dépend du type d'occupation urbaine mais qui reste relativement faible voire nul du fait de l'usage de la zone de projet à l'état futur.

4.5 - TRAITEMENT DES EAUX USEES ET ALIMENTATION EN EAU POTABLE

Le projet prévoit la création de 159 logements, représentant environ 487 EH (équivalent habitants). La consommation d'eau journalière d'un habitant est estimée à 150 L.

Le projet sera raccordé au réseau public EU existant à proximité du site, sous le chemin du Pont de l'Auture, au Sud du projet.

Le projet sera raccordé au réseau public AEP existant à proximité du site, sous l'avenue de Cambrai, au Sud du projet.

4.5.1 - TRAITEMENT DES EAUX USEES

Le projet va générer à terme, un flux d'effluents supplémentaire. **Le site sera raccordé au réseau public d'assainissement collectif. Les effluents seront donc acheminés jusqu'à la station d'épuration de Sénas** (code de la station : 06 09 13 105 002)**,** située à 500 m au Nord-Ouest de la zone de projet.

Selon les données fournies sur le portail d'information sur l'assainissement communal, **la capacité de cette station d'épuration est de 6 000 EH.** En 2019, la somme des charges entrantes était **de 4 932 EH**, pour un débit entrant moyen de 1 482 m³/j. **Cette station est en conformité vis-à-vis des équipements et de la performance en 2019** (voir **annexe 8**).

Les effluents générés sur site seront uniquement des eaux usées domestiques.

❖ Estimation du débit moyen journalier

Qm (m³/j) = Nombre d'E.H. x consommation journalière
Qm (L/s) = Qm (m³/j) / (24 * 3600) * 1000

Sur la base d'une consommation journalière de 150 L/j/E.H., le débit moyen journalier engendré par le projet est **de 73 m³/j, soit 0,84 L/s.**

❖ Estimation du débit de pointe

Qp (l/s) = (1,5 + (2.5/√Qm)) x Qm

Sur la même base, le débit de pointe est estimé **à 3,57 L/s.**

Les effluents en sortie du site seront renvoyés dans le réseau communal d'eaux usées situé sous le chemin du Pont de l'Auture au Sud de l'opération.

Selon les éléments précisés *supra*, la station d'épuration de Sénas sera en capacité d'accepter l'apport supplémentaire lié au projet.

4.5.2 - ALIMENTATION EN EAU POTABLE

Le projet sera raccordé au réseau AEP existant situé sous l'Avenue de Cambrai, au Sud de l'opération.

Les apports d'eau potable seront faits au travers du réseau d'AEP de la commune pour un total de 487 EH. Selon les données précisées *supra*, le volume maximum journalier consommé par le projet sera **de l'ordre de 73 m³/j**.

5 - INCIDENCES DU PROJET SUR LE MILIEU RECEPTEUR

5.1 - MILIEU PHYSIQUE

5.1.1 - HYDROGRAPHIE ET RISQUE INONDATION

5.1.1.1 - *Incidence quantitative des eaux pluviales*

L'incidence sur le ruissellement est principalement causée par les apports supplémentaires dus à l'imperméabilisation des surfaces (voiries, bâtiments, …). Cette imperméabilisation conduit à augmenter le coefficient de ruissellement (et donc le volume ruisselé par rapport au volume infiltré). Ce phénomène implique l'augmentation du débit de pointe par temps de pluie.

Les débits de pointe de l'état aménagé, sans mesures compensatoires, ont été calculés à partir de la méthode rationnelle ; ils sont présentés dans le tableau suivant. Les débits de pointe à l'état naturel sont aussi rappelés dans ce tableau.

Tableau 12 - Comparaison des débits de référence générés sur l'impluvium propre au projet

Durée de retour T	Débits de pointe		
	A l'état actuel	A l'état projet, sans mesures compensatoires	Ecart
2 ans	0,095 m³/s	0,754 m³/s	+ 690 %
10 ans	0,145 m³/s	1,039 m³/s	+ 615 %
20 ans	0,294 m³/s	1,237 m³/s	+ 320 %
100 ans	0,639 m³/s	1,650 m³/s	+ 158 %

De manière générale, la comparaison des valeurs avant et après aménagement sans mesures compensatoires, montre que l'augmentation future de l'imperméabilisation a une incidence importante sur les débits de pointe générés.

Cette augmentation de débit générée par le projet n'est pas souhaitable.

Il convient donc de mettre en place des ouvrages assurant la régulation des débits de manière à limiter voire annihiler l'impact du projet sur les écoulements par temps de pluie.

5.1.1.2 - *Incidence qualitative des eaux pluviales*

❖ **Pollution chronique**

A titre d'information, le tableau ci-après permet la comparaison des flux de polluants générés par le projet (cf. ***4.4.5.3 - Pollution chronique***) avec les classes de qualité de l'eau par altération telles que définies dans le SEQ-Eau (Système d'Évaluation de la Qualité des Eaux).

Le SEQ-Eau est un outil de caractérisation de l'état physico-chimique des masses d'eau, dont la dernière version a été publiée en 2003 par le Ministère de l'Environnement et du Développement Durable et les Agences de l'Eau. Il est à noter qu'en 2010, le SEQ-Eau a été remplacé par le SEEE (Système d'Évaluation de l'État des Eaux). Cependant, certains paramètres comme les MES (Matières En Suspension) ne sont pas étudiés par le SEEE, le SEQ-Eau reste analysé ici à titre indicatif.

La classe "bleu" de référence, permet la vie aquatique attendue pour le milieu aquatique considéré, la production d'eau potable après une simple désinfection et les loisirs et sports aquatiques. La classe "rouge" ne permet plus de satisfaire au moins l'un de ces deux usages ou les équilibres biologiques.

Tableau 13 - Comparaison des flux de polluants générés par le projet avec les classes par altération du SEQ EAU

Paramètre	Flux polluant de l'événement (mg/l)	Bleu	Vert	Jaune	Orange	Rouge
MES	**55**	2	25	38	50	>
DBO_5	**4**	3	6	10	25	>
DCO	**40**	20	30	40	80	>

Ces valeurs correspondent à des valeurs brutes avant le passage dans un dispositif de rétention/restitution.

Avant passage dans un ouvrage de rétention, la classe de qualité pour les paramètres analysés est donc mauvaise, compte tenu de la concentration élevée en MES.

❖ Pollution accidentelle

La phase de travaux implique la circulation d'engins de chantier transportant des matériaux potentiellement polluants (béton, bitume…) et néfastes pour le milieu naturel, notamment en cas de fuites d'huiles, de graisses, de carburants. Les travaux peuvent également entraîner une pollution occasionnelle d'origine mécanique induite par la manipulation des matériaux et une pollution d'origine chimique. En ce qui concerne les mouvements de terre, ceux-ci auront principalement lieu à faible profondeur ce qui limite fortement le risque d'interférence avec la nappe.
En définitive, bien qu'il reste minime, le risque de pollution accidentelle de la nappe d'eau souterraine est bien réel, des mesures de réduction ont donc été définies.

5.1.2 - HYDROGEOLOGIE

Le site d'étude sera connecté au réseau AEP communal.
Le projet n'aura donc pas d'incidence négative sur l'exploitation de la nappe.

5.2 - INCIDENCE SUR L'INONDABILITE – MODELISATION HYDRAULIQUE A L'ETAT PROJET

5.2.1 - SCENARIO DE MODELISATION

La mise en œuvre de la séquence « Eviter, Réduire, Compenser » a été réalisée dans le cadre du projet.

Pour rappel, l'étape 1 consiste en la conception du projet sans positionner d'installations, d'ouvrages ou de remblais en zone inondable.

Ainsi, la modélisation à l'état projet a été réalisée en comprenant :

- L'ensemble des bâtiments projetés ;
- La mise en place d'un bassin de compensation au centre de la zone de projet, comme présenté en **annexe 19.** Le bassin de compensation correspond au bassin n°9 sur le plan de gestion des eaux pluviales (**annexe 24**).

Dans le cadre de la modélisation hydraulique, les bassins de compensation à l'imperméabilisation sont considérés comme pleins. Ils ne sont donc pas représentés dans le modèle.

Le bassin de compensation réduit efficacement l'impact sur les hauteurs au droit des parcelles attenantes au projet.

5.2.2 - RESULTATS DE MODELISATION

Les cartographies des hauteurs et vitesses d'eau maximales obtenues pour la simulation de la pluie de projet en considérant le scénario présenté dans le paragraphe précédent sont données en **annexe 19**.

Les résultats de la modélisation des écoulements pour la crue centennale confirment l'absence d'impacts en terme de hauteur, vitesse et aléa sur les zones avoisinantes en raison des mesures compensatoires choisies.

Une comparaison des hauteurs, vitesses d'écoulement et aléas a été réalisée sur la totalité du bassin versant d'étude (y compris hors zone de projet) entre l'état actuel et l'état projet afin de vérifier l'impact des aménagements projetés sur les zones environnantes du projet. Le but de l'opération étant de respecter les prescriptions de la DDTM des Bouches-du-Rhône en termes d'inondabilité, pour rappel :

- L'impact des aménagements projetés doit présenter une différence de hauteur de moins de 1 cm dans les zones à enjeux et une différence de hauteur de moins de 5 cm en dehors des zones à enjeux, les zones à enjeux étant des zones proches des bâtiments existants ;
- Les vitesses d'écoulement ne doivent pas être majorées de plus de 5 % ;
- La classe de l'aléa inondation ne doit pas être aggravée entre l'état actuel et l'état projet. Le graphique ci-dessous présente la classification de l'aléa inondation dans le bassin versant étudié.

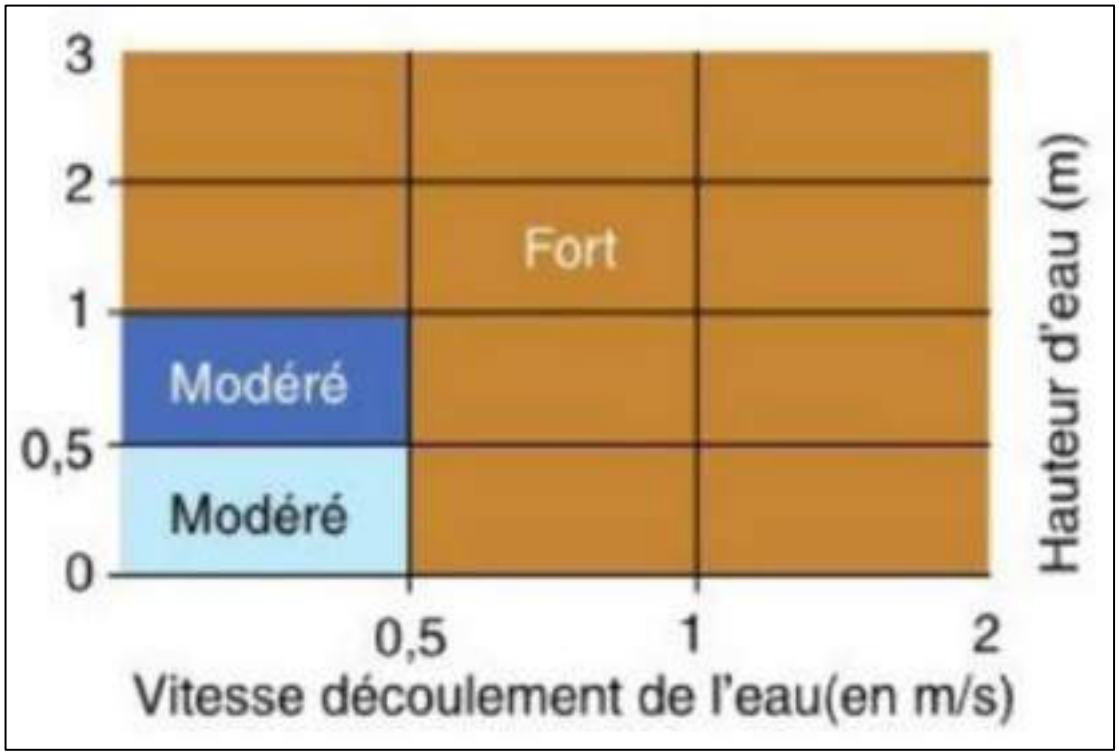


Figure 6 - Aléa inondation pour le bassin versant étudié

Le rapport de modélisation hydraulique complet est présenté en annexe 19.
Il y inclut les cartographies montrant la comparaison des hauteurs d'eau, vitesses d'écoulement et aléas inondation entre l'état actuel et l'état projet, avec et sans mesures compensatoires.

5.1 - MILIEU NATUREL

5.1.1 - NATURA 2000

Les parcelles d'implantation du projet se trouvent à environ 30 m du site le plus proche recensé au titre du réseau Natura 2000.

Une étude écologique a été réalisée par le bureau d'études Ecomed dans le cadre de la procédure d'examen au cas par cas. Celle-ci permet d'apprécier les éventuelles incidences du projet sur les zones Natura 2000.

5.1.2 - ZNIEFF

Les parcelles d'implantation du projet se trouvent hors des périmètres de protection et à faible distance de toutes ces zones d'intérêt faunistique ou floristique. Le projet n'aura donc pas d'impact sur une ZNIEFF.

5.1.3 - ZICO

En raison de la distance entre la ZICO la plus proche et la zone de projet, aucune incidence n'est attendue.

5.1.4 - PARC NATUREL / ARRETE DE BIOTOPE

La zone de projet est située dans le périmètre de protection du Parc Naturel Régional des Alpilles. Le PLU de Salon de Provence intègre les prescriptions nécessaire pour éviter toutes incidences sur le parc.

5.1.5 - SITES INSCRITS / SITES CLASSES

En raison de la distance entre le site inscrit ou classé le plus proche et la zone de projet, aucune incidence n'est attendue.

5.1.6 - PLAN NATIONAL EN FAVEUR DES ESPECES MENACEES

La zone de projet n'est pas située au sein d'un périmètre du Plan National d'Action en faveur de la tortue d'Hermann ou du faucon crécerellette.

Néanmoins, elle est située au sein du périmètre du Plan National d'Action en faveur de l'Aigle de Bonelli.

5.2 - MILIEU HUMAIN

5.2.1 - OCCUPATION DES SOLS

A l'heure actuelle, le site est occupé par des terrains cultivés, des terrains en friche, ainsi que deux bâtiments. La réalisation du projet aura un impact quant à l'occupation des sols.

5.2.2 - INCIDENCE SUR LES EAUX USEES

Le site d'étude est raccordé au réseau d'assainissement collectif communal.
Le projet n'aura donc pas d'impact sur la qualité des eaux souterraines ou superficielles.

5.2.3 - INCIDENCE SUR LA RESSOURCE EN EAU

Le site d'étude est connecté au réseau AEP communal.
Le projet n'aura donc pas d'incidence sur la productivité de la nappe.

5.3 - PATRIMOINE

Le projet se situe en dehors de tout périmètre de protection aux abords des monuments historiques.

Concernant le volet archéologique, la zone de projet se situe en dehors de toute zone de présomption archéologique.

6 - MESURES COMPENSATOIRES

6.1 - MILIEU PHYSIQUE

6.1.1 - HYDROGRAPHIE ET RISQUE INONDATION

Afin de compenser l'augmentation de l'imperméabilisation induite par l'opération, le projet intègre la création d'un réseau permettant la collecte des eaux pluviales et leur acheminement vers un dispositif de rétention pluvial.

Ce dispositif sera dimensionné conformément aux prescriptions réglementaires et se vidangera par infiltration, après traitement qualitatif des eaux pluviales.

6.1.1.1 - *Surface drainée par le dispositif de gestion des eaux pluviales*

Tel que défini au ***4.4.3 -*** , le dispositif de gestion des eaux pluviales sera conçu pour gérer les eaux du bassin versant projet, **soit une surface de 44 533 m².**

Les caractéristiques de cette surface seront donc considérées pour le dimensionnement du volume de rétention et du débit d'infiltration du dispositif compensatoire.

Les notes de calcul des débits de pointe à l'état naturel et à l'état projet de la surface drainée par ce dispositif sont renseignées en **annexes 16 et 21**, et sont rappelées dans les paragraphes suivants.

6.1.1.2 - *Dimensionnement du fossé de collecte des ruissellements amont*

Les ruissellements du bassin versant amont interceptés par l'opération seront capté par un fossé créé dans le cadre de l'opération, sur la partie Est du terrain, comme indiqué sur la figure ci-après.

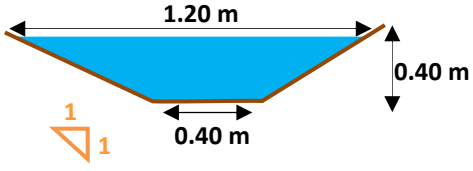
Le fossé sera situé en limite Nord de la zone de projet et sera dimensionné pour récupérer **les eaux de ruissellements d'une pluie d'occurrence centennale**.

L'estimation du débit centennal généré par le bassin versant amont est présenté en **Annexe 28**.

Le rejet de ce fossé s'effectuera dans la roubine existante longeant le Chemin du pont de l'Auture.

Le dimensionnement du fossé de collecte des ruissellements amont est présenté ci-dessous :

Tableau 14 - Dimensionnement et coupe type du fossé d'interception à créer

	Fossé d'interception du BV amont	
Q100 total	0,299 m³/s	
Type	Trapèze	
Nature	Terre enherbée	
Pente minimale	0,5 %	
Fruit talus	1/1 (1H/1V)	
Coefficient de Strickler	40	
Débit admissible	0,318 m³/s	

6.1.2 - DIMENSIONNEMENT DU DISPOSITIF DE RETENTION

6.1.2.1 - *Débit de fuite maximal*

Le débit de fuite de l'ensemble de l'opération a été calculé selon la doctrine de la DDTM13. La valeur la plus contraignante sera retenue.

Les résultats sont présentés dans le tableau ci-dessous :

Tableau 15 - Détermination du débit de fuite

DEBIT DE FUITE		
DDTM 13		A RETENIR
Q2i (Q biennal à l'état naturel)	20 l/s/ha aménagé	Débit de fuite MIN
95 l/s	89 l/s	89 l/s

Le calcul du débit naturel biennal, selon la prescription de la doctrine des Bouches-du-Rhône, est présenté en **annexe 16**.

D'après le tableau de calcul ci-avant, **le débit de fuite le plus contraignant à retenir pour l'ensemble de l'opération correspond au débit biennal à l'état naturel, à savoir un débit maximal de fuite de 89 L/s.**

Comme précisé ci-avant, le rejet pluvial du projet sera effectué par infiltration, il n'est donc pas nécessaire de respecter cette valeur minimale de débit de fuite, mais de respecter une vidange de l'ouvrage de rétention de moins de 48h.

Tableau 16 - Calcul du débit de fuite par infiltration

Surface projetée du bassin de rétention	5 134 m²
Perméabilité du sol	35 mm/h
Pourcentage de colmatage	30 %
Débit d'infiltration	35 L/s
Volume de rétention (détaillé *infra*)	1 971 m³
Temps de vidange du bassin	16 h

6.1.2.2 - *Volume de rétention*

Comme pour la détermination du débit de fuite, le volume de l'ouvrage de rétention (c'est à dire le volume nécessaire à l'écrêtement) pour l'ensemble de l'opération a été calculé selon les prescriptions de la Doctrine de la DDTM13. Une seule méthode de calcul est donc appliquée. Il s'agit de la méthode des pluies pour une période de retour de 20 ans.

Le tableau suivant présente les surfaces imperméabilisées à l'issue de l'aménagement :

Tableau 17 - Surfaces actives pour le BV à l'état projet

Nature des surfaces	Surface	Coefficient de ruissellement (C10)	Surface active
Bâtiments	6 295 m²	1,00	6 295 m²
Terrasses / Balcon	890 m²	1,00	890 m²
Rampes BD+escaliers+abris+béton	728 m²	1,00	728 m²
Ombrière	288 m²	1,00	288 m²
Voirie et stationnement en enrobé	7 159 m²	1,00	7 159 m²
Trottoirs enrobé	1 237 m²	1,00	1 237 m²
Piste cyclable et voie de service stabilisé	1 272 m²	0,60	763 m²
Parkings en stabilisé	1 995 m²	0,70	1 397 m²
Bassins et noues	5 134 m²	0,90	4 621 m²
Espaces verts	19 535 m²	0,10	1 954 m²
Total	**44 533 m²**	**0,57**	**25 331 m²**

Au total, la surface active du projet est de 25 331 m² pour une occurrence décennale.

Pour des périodes de retour supérieures à 10 ans, la formule du Guide Technique de l'Assainissement Routier est employée :

$$C_{(T)} = 0.8 \times \left(1 - \frac{P_{(0)}}{Pj_{(T)}}\right)$$ Si C(T) < 0,8 et avec $$P_0 = \left(1 - \frac{C_{(10)}}{0.8}\right) \times Pj_{(10)}$$

C(T) = coefficient de ruissellement pour une période de retour T (sans unité)
P0 (mm)
Pj(T) = hauteur de pluie journalière de période de retour T
Le coefficient de ruissellement pour la période de retour 20 ans s'élève donc à 0,60.
Au total, la surface active du projet pour T=20 ans est de 26 880 m².

Le calcul du volume de rétention par l'application de la méthode des pluies est présenté en **annexe 23**.
Selon ces éléments, il sera retenu les caractéristiques suivantes pour l'ensemble de l'opération :

- **Volume de rétention minimum : 1 694 m³, soit 68 L/m² de surface active,**
- **Débit d'infiltration de 35 L/s, soit 8 L/s/ha de surface drainée**

6.1.2.3 - *Prescriptions du zonage d'assainissement pluvial*

Le règlement du zonage d'assainissement pluvial annexé au PLU de la Commune de Sénas possède ses propres prescriptions en matière de compensation de l'imperméabilisation :
« *Le service gestionnaire, lors de l'instruction des autorisations d'urbanisme, impose un volume de stockage, calculé sur la base de la surface nouvellement imperméabilisée à laquelle est affecté un volume spécifique variable selon la vulnérabilité du bassin versant concerné par l'implantation.* »

La zone de projet se situe en zone EP2, EP6 et EP7 sur la carte du zonage pluvial (présentée en annexe 17).
Les ratios de compensation sont les suivants :

- Zone EP2 : 500 m³ de rétention/ha nouvellement imperméabilisé ;
- Zone EP6 : 800 m³ de rétention/ha nouvellement imperméabilisé ;
- Zone EP7 : 1 000 m³ de rétention/ha nouvellement imperméabilisé.

Le tableau suivant présente les surfaces par zones à l'issue de l'aménagement :

Tableau 18 – Tableau des surfaces réparties par zones

Nature des surfaces	EP2	EP6	EP7	Total
Bâtiments	0 m²	3 327 m²	2 968 m²	**6 295 m²**
Terrasses / Balcon	0 m²	411 m²	479 m²	**890 m²**
Rampes BD+escaliers+abris+béton	0 m²	400 m²	328 m²	**728 m²**
Ombrière	0 m²	175 m²	113 m²	**288 m²**
Voirie et stationnement en enrobé	930 m²	2 421 m²	3 808 m²	**7 159 m²**
Trottoirs enrobé	234 m²	280 m²	723 m²	**1 237 m²**
Piste cyclable et voie de service stabilisé	0 m²	662 m²	610 m²	**1 272 m²**
Parkings en stabilisé	0 m²	704 m²	1 291 m²	**1 995 m²**
Bassins et noues	114 m²	2 268 m²	2 752 m²	**5 134 m²**
Espaces verts	6 235 m²	6 965 m²	6 335 m²	**19 535 m²**

Surface imperméabilisée future	**1 267 m²**	**9 945 m²**	**12 166 m²**	**23 377 m²**
Surface nouvellement imperméabilisée	**434 m²**	**9 532 m²**	**11 865 m²**	**21 397 m²**
Surface zones EP au droit du site	7 513 m²	17 613 m²	19 407 m²	44 533 m²

Ratio prescrit au PLU	**500 m³/ha imp**	**800 m³/ha imp**	**1 000 m³/ha imp**

Volume de rétention	**22 m³**	**763 m³**	**1 187 m³**	**1 971 m³**

Un tableau détaillant les surfaces existantes et nouvelles sur les différents zonage est disponible en **Annexe 25**.

6.1.2.4 - *Caractéristiques du dispositif de rétention*

Comme précisé ci-avant, il est envisagé de mettre en place des noues d'infiltration. Le volume de rétention à mettre en place correspond à la valeur calculée la plus préjudiciable entre la doctrine de le DDTM13 et celle du zonage pluvial :
Le volume de rétention calculé selon la doctrine de la DDTM13 s'élève à 1 694 m³ ;
Le volume de rétention calculé selon les prescriptions du zonage pluvial s'élève à 1 971 m³.

Le volume de rétention total sera donc de 1 971 m³ minimum.

Le système de rétention aura les caractéristiques suivantes :

Tableau 19 - Caractéristique du dispositif de rétention

Surface totale fond de bassin	3 902 m²
Surface totale haut de talus	5 134 m²
Surface totale moyenne	4 518 m²
Hauteur moyenne	0,45 m
Pente des talus	3/2
Volume de rétention	2 004 m³

Les déblais des bassins s'élèvent à 2 600 m³ environ. Une partie de la terre végétale déblayée sera utilisée pour les espaces verts si les déblais répondent aux exigences de bonne qualité du fascicule 35 du CCTG. Le volume de déblais restant sera acheminé en décharge agréée.

Toutes les eaux de ruissellement du projet seront dirigées gravitairement vers les unités de rétention grâce à un système de pentes.

La vidange du bassin s'effectuera par infiltration.

Un plan de principe de l'assainissement pluvial projeté est donné en **annexe 24**. Notons que ce schéma pourra être adapté par le bureau d'études VRD à condition de conserver la capacité de collecte et de stockage calculés dans ce rapport ainsi que le débit de fuite maximal autorisé.

Les travaux de réalisation des unités de rétention ne seront engagés qu'après validation par la DDTM.

6.1.2.5 - *Ouvrage de sécurité*

Dans le cas d'événements pluvieux rares de périodes de retour supérieures à la période de retour de dimensionnement du dispositif de rétention et jusqu'à la centennale ou plus, les ouvrages de rétention seront saturés, et les débits excédentaires ne pourront pas être admis dans la zone du stockage.

Par conséquent, en cas de saturation de la capacité du stockage, les eaux excédentaires s'écouleront gravitairement comme c'est le cas actuellement.

6.1.3 - ASPECT QUALITATIF DES EAUX PLUVIALES

Compte tenu des éléments énoncés *supra*, les flux de pollution chronique ne seront pas négligeables.
La distance entre le toit de la nappe et le fond des noues s'élève à 0,46m minimum.
Pour éviter toute pollution des nappes souterraines, un traitement qualitatif doit être considéré.

Deux méthodes de traitement seront appliquées :

- Un abattement de la pollution par décantation dans les noues et bassins de rétention ;
- Un aquatextile dépolluant de type TenCate GeoClean sera posé en fond de noues et bassins lorsque la distance entre le fond du bassin et le toit de la nappe est inférieure à 1 m.

6.1.3.1 - *Principe de decantation*

L'épuration des eaux se fait par décantation des particules les plus facilement décantables (d > 100 µm) qui entraîne l'immobilisation en profondeur, grâce à un temps de séjour suffisant, des polluants adsorbés à leur surface.

La rétention a un rôle épuratoire non négligeable, notamment vis-à-vis des MES, DCO et DBO5. Aux matières en suspension (représentant 80% des particules accumulées sur les chaussées), sont associées de l'ordre de 30% de la DCO et 70% des métaux lourds, la décantation des particules entraîne donc la décantation des éléments polluants.

6.1.3.2 - *Dispositif de décantation*

A titre d'information, le tableau ci-après permet la comparaison des flux de polluants générés par le projet avant et après décantation dans les ouvrages de rétention / restitution avec les classes de qualité de l'eau par altération telles que définies dans le SEQ-Eau (Système d'Évaluation de la Qualité des Eaux).

Tableau 20 - Comparaison des flux de polluants générés par le projet avec les classes par altération du SEQ EAU avant et après décantation

Paramètre	Flux polluant de l'événement sans décantation (mg/l)	Flux polluant de l'événement avec décantation (mg/l)	Bleu	Vert	Jaune	Orange	Rouge
MES	**55**	**8,2**	2	25	38	50	>
DBO_5	**4**	**0,7**	3	6	10	25	>
DCO	**40**	**8,0**	20	30	40	80	>

La classe de qualité par altération pour les paramètres analysés est donc très bonne pour les paramètres DBO_5 et DCO après décantation et bonne pour le paramètre MES.

6.1.3.3 - *Principe de traitement par aquatextile*

L'aquatextile dépolluant de type TenCate GeoClean dépollue les eaux pluviales chargées en hydrocarbures et en HAP qui le traversent afin de permettre la protection de la biodiversité des milieux et de la qualité des eaux souterraines et superficielles.

❖ Durabilité du matériau

L'aquatextile a une durée vie correspondant au moins à celle de la structure d'infiltration dans lequel il est installé.
En effet :

1. La capacité d'infiltration élevée est maintenue dans le temps grâce à la forte perméabilité de l'aquatextile (> 10^{-2} m/s), largement supérieure à la perméabilité des sols en contact ;
2. La matrice de l'aquatextile est imputrescible et chimiquement stable lorsqu'elle installée dans le sol ;
3. La fixation des hydrocarbures, dont les HAP, est pérenne, car l'adsorption est une propriété intrinsèque du matériau figée dans le temps grâce à sa stabilité chimique ;
4. La biodégradation est infinie car :
   - Elle fait intervenir des microorganismes endémiques du site ;
   - L'activateur de croissance, étant minéral, celui-ci se maintient dans la structure et alimente les générations successives de microorganismes.

❖ Performance par rapport aux hydrocarbures HAP

Concernant les HAP (Hydrocarbures Aromatiques Polycyliques), il s'agit de polluants organiques toxiques et persistants dans l'environnement. Ils proviennent d'une combustion incomplète de matières organiques, telles que les carburants, les fuites d'huiles usagées, les gaz et fumées d'échappement des moteurs diesel et sont classés composés cancérogènes probables. Ils représentent 2/3 des micropolluants quantifiés dans les rivières.

Sur les 10 HAP principalement présents dans les eaux de ruissellement (faisant partie des 16 de la liste de l'US-EPA), 6 HAP sont déjà classés comme cancérigènes et la concentration dissoute de 4 HAP a été trouvée au-dessus des limites de qualité environnementale (NQE-CMA).

Une étude réalisée au Cerema (Mai 2021) montre que l'aquatextile GeoClean offre un abattement de 60 à 80% des HAP les plus toxiques, aux concentrations rencontrées dans les eaux de ruissellement. Cet abattement permet de réduire les concentrations des HAP à des niveaux proches ou en-dessous de leur seuil NQE-CMA.

6.1.3.4 - *Mesures compensatoires en phase chantier*

Pour limiter les incidences durant les travaux, quelques règles à adopter sont données ci-dessous :

- Une aire de stationnement et de stockage de matériaux, imperméabilisée (géomembrane…) sera imposée aux entreprises. C'est sur cette aire que seront réalisées toutes les opérations de ravitaillement et d'entretien d'urgence ;
- On veillera à ce que le matériel utilisé soit en bon état de marche et ne présente pas de fuite d'huile. L'entretien des engins sera réalisé autant que possible dans les ateliers spécialisés des entreprises et non sur le site ;
- L'approvisionnement en carburant se fera quotidiennement à partir de l'extérieur ;
- Par ailleurs, le chantier sera pourvu de sanitaires chimiques ou bien raccordé au réseau EU ;
- Les engins du chantier seront équipés d'un kit anti-pollution ;
- En fin de travaux, les entreprises seront tenues à une complète remise en état des lieux.

Le respect de ces règles en phase chantier permettra de ne pas générer d'impact qualitatif sur le milieu naturel.

6.2 - MILIEU NATUREL

6.2.1 - NATURA 2000

Une étude écologique a été réalisée par le bureau d'études Ecomed dans le cadre de la procédure d'examen au cas par cas. Celle-ci permet d'apprécier les éventuelles incidences du projet sur les zones Natura 2000, ainsi que les mesures compensatoires à mettre en œuvre.

6.2.2 - ZNIEFF

Aucune incidence n'est attendue sur les ZNIEFF alentours. Aucune mesure compensatoire n'est donc prévue.

6.2.3 - ZICO

Aucune incidence n'est attendue sur les ZICO alentours. Aucune mesure compensatoire n'est donc prévue.

6.2.4 - PARC NATUREL / ARRETE DE BIOTOPE

Aucune incidence n'est attendue sur les sites parcs naturels ou arrêtés de biotope alentours. Aucune mesure compensatoire n'est donc prévue.

6.2.5 - SITES INSCRITS / SITES CLASSES

Aucune incidence n'est attendue sur les sites inscrits ou classés aux alentours du site. Aucune mesure compensatoire n'est donc prévue.

6.2.6 - PLAN NATIONAL EN FAVEUR DES ESPECES MENACEES

Aucune incidence n'est attendue sur les périmètres concernés par un plan national en faveur des espèces menacées aux alentours du site. Aucune mesure compensatoire n'est donc prévue.

6.3 - MILIEU HUMAIN

6.3.1 - OCCUPATION DES SOLS

Aucune incidence n'est attendue sur l'usage des sols. Aucune mesure compensatoire n'est donc prévue.

6.3.2 - INCIDENCE SUR LA RESSOURCE EN EAU POTABLE

Aucune incidence n'est attendue sur la qualité de l'eau provenant des captages d'eau potable. Aucune mesure compensatoire n'est donc prévue.

6.3.3 - MESURES SUR LES EAUX USEES

Aucune incidence n'est attendue sur la qualité des eaux souterraines ou superficielles. Aucune mesure compensatoire n'est donc prévue.

6.4 - PATRIMOINE

Aucune incidence n'est attendue sur quelconque monument historique ou site archéologique. Aucune mesure compensatoire n'est donc prévue.

7 - SURVEILLANCE ET ENTRETIEN DES OUVRAGES

7.1 - DISPOSITIONS GENERALES

Le Maître d'Ouvrage assurera à ses frais par lui-même ou par toute structure mandatée par lui, la surveillance, maintenance et entretien des ouvrages principaux et annexes réalisés dans le cadre du dossier de déclaration au titre de la loi sur l'eau.

D'un point de vue global, pour le projet, les ouvrages de gestion des eaux pluviales sont les suivants :

- Les réseaux, regards, dégrilleurs et grilles de collecte des eaux pluviales,
- Bassins de rétention des eaux enterrés.

Un contrôle des installations sera réalisé de manière régulière et après chaque pluie significative par le gestionnaire. Ces visites permettront d'inspecter l'état des équipements, d'identifier les instabilités ou les points sensibles des ouvrages, et le cas échéant de procéder à leur entretien ou leur réparation. La présente note décrit les procédures et les fréquences de contrôle des ouvrages.

Les équipements de gestion des eaux pluviales seront entretenus de manière à garantir leur bon fonctionnement permanent.

Tous les équipements nécessitant un entretien régulier seront pourvus d'un accès permettant leur desserte en toute circonstance notamment par des véhicules d'entretien.

Le maître d'ouvrage laissera le libre accès des agents de la police de l'eau des Bouches-du-Rhône à l'ensemble du réseau pluvial, et au dispositif de rétention.

Lors de l'entretien des ouvrages, un curage pourra être réalisé par une entreprise spécialisée à l'aide d'hydrocureuses et d'aspiratrices.

L'exploitant consignera les opérations d'entretien et les résultats des contrôles effectués dans un registre tenu à disposition du service chargé de la police de l'eau.

7.2 - DISPOSITIONS SPECIFIQUES

7.2.1 - DISPOSITIF DE COLLECTE ET DE STOCKAGE DES EAUX DE RUISSELLEMENT

Le réseau de collecte des eaux pluviales sera muni de grilles et/ou d'avaloirs couplés à des regards de visite implantés à intervalle régulier.

Les eaux de ruissellement se déverseront dans les canalisations enterrées à l'aide des ouvrages de collecte. Ils pourront être équipés d'une fosse de décantation. Ce type de dispositif collectera les fines et limitera donc le transfert de sables, graviers et autres déchets au bassin de rétention, et donc son colmatage.

Les regards permettent de surveiller et de nettoyer les dispositifs enterrés. En cas de besoin, le nettoyage peut être confié à une entreprise spécialisée.

Les caractéristiques des canalisations dédiées aux eaux pluviales (matériaux, diamètres et pentes) satisferont les conditions d'autocurage, assurant ainsi la limitation de dépôts de sédiments dans le fond des tuyaux.

Les travaux de maintenance régulière de ce type d'ouvrage se décomposent en :

- Une inspection visuelle et/ou vidéo pour évaluer les besoins de nettoyage de l'ouvrage ;
- Un nettoyage complet par simple curage ou, si nécessaire, hydrocurage et aspiration pour retrouver les capacités de décantation des regards et d'évacuation des canalisations ;

La fréquence d'exécution conseillée des **inspections visuelles et/ou vidéo** est la suivante :

- Avant la réception pour s'assurer de la propreté de l'ouvrage exécuté ;
- Une fois minimum dans les 12 mois suivant la réception de l'ouvrage ;
- Après un évènement météorologique exceptionnel (forte quantité de matières en suspension – MES – entraînée) ;
- **Au minimum tous les ans.**

L'inspection annuelle des regards et des canalisations sera réalisée avant le début de l'automne, soit avant la saison des fortes pluies.

La fréquence d'exécution conseillée des **curages ou, si nécessaire, des hydrocurages et aspirations** est la suivante :

- Dès qu'une inspection visuelle fait rapport d'un taux d'encrassement non négligeable ;
- Une fois minimum dans les 12 mois suivant la réception de l'ouvrage ;
- Après un évènement météorologique exceptionnel (forte quantité de MES entraînée) ;
- **Au minimum tous les 2 ans.**

Tout objet flottant (ou autre macro-déchet) constaté dans le réseau de collecte et d'acheminement des eaux pluviales, et pouvant l'obstruer, devra être immédiatement enlevé.

7.2.2 - DISPOSITIF DE RETENTION ET DE TRAITEMENT QUALITATIF

Le dispositif de traitement permettant d'assurer le piégeage des MES est le bassin de rétention lui-même (décantation dans le bassin).

Les travaux de maintenance régulière de ce type d'ouvrage font l'objet d'une inspection vidéo pour évaluer les besoins de nettoyage des ouvrages ;

Ce dispositif devra être inspecté selon les fréquences suivantes :

- Après un évènement météorologique exceptionnel (forte quantité de matières en suspension entraînée) ;
- **Au minimum tous les ans.**

Dans le cas où le bénéfice de la déclaration serait transmis par le demandeur à une autre entité, le nouveau bénéficiaire en fera la déclaration à la Préfecture, tel que stipulé dans l'article R.214-40-2 du Code de l'Environnement. Il s'engagera alors à poursuivre l'entretien des ouvrages hydrauliques tel que mentionné dans le présent document.

Fait à , le

Signature du demandeur

8 - COMPATIBILITE AVEC LES DOCUMENTS CADRES

8.1 - P.G.R.I.

Le site d'étude est concerné par le Plan de Gestion des Risques Inondation (PGRI) 2022-2027 du bassin Rhône Méditerranée.

Les grands objectifs de ce PGRI sont les suivants :

- **Grand objectif n°1 :** Mieux prendre en compte le risque dans l'aménagement et maîtriser le coût des dommages liés à l'inondation ;
- **Grand objectif n°2 :** Augmenter la sécurité des populations exposées aux inondations en tenant compte du fonctionnement naturel des milieux aquatiques ;
- **Grand objectif n°3 :** Améliorer la résilience des territoires exposés ;
- **Grand objectif n°4 :** Organiser les acteurs et les compétences ;
- **Grand objectif n°5 :** Développer la connaissance sur les phénomènes et les risques d'inondation.

Comme mis en évidence précédemment, le site d'étude est situé dans le lit majeur de La Durance.

La mise en place d'un bassin de compensation au centre de la zone de projet, comme présenté en annexe 19 permet d'éviter tout impact en terme de hauteur, vitesse et aléa sur les parcelles avoisinantes.

De plus, la réalisation des noues d'infiltration permet de ramener les débits rejetés à une valeur inférieure à l'actuelle pour une précipitation donnée et donc de participer à la réduction des risques de dysfonctionnement des réseaux pluviaux à l'aval. La pollution chronique des eaux issues de la voie subira un traitement par décantation en fond de bassin et par passage au travers d'un aquatextile.

Le projet, tel que présenté répond aux objectifs du P.G.R.I.

8.2 - SDAGE RHONE MEDITERRANEE

La compatibilité du projet de création de logements sur la commune de Sénas vis à vis des orientations fondamentales du Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux du bassin Rhône - Méditerranée a été vérifiée.

- **S'adapter aux effets du changement climatique**

La réalisation des noues d'infiltration permet de limiter l'impact engendré par l'augmentation de l'intensité des pluies et par conséquent l'augmentation du ruissellement des parcelles.

- **Privilégier la prévention et les interventions à la source pour plus d'efficacité.**

La réalisation des noues d'infiltration permet de gérer l'ensemble des eaux pluviales jusqu'à une pluie de période de retour supérieure à 20 ans. La pollution chronique des eaux issues des voies sera décantée au passage des noues.

- **Concrétiser la mise en œuvre du principe de non-dégradation des milieux aquatiques.**

Une zone humide est présente au Nord de l'opération. Aucune construction ne sera faite en zone humide.

Jusqu'à un épisode de période de retour supérieure à 20 ans, aucun rejet supplémentaire ne sera effectué.

Le rejet des eaux pluviales après régulation se fera par infiltration dans les noues. Les eaux de voiries subiront un traitement par décantation, au passage de ces dernières.

- **Intégrer les dimensions sociales et économiques dans la mise en œuvre des objectifs environnementaux.**

Sans objet.

- **Renforcer la gestion locale et assurer la cohérence entre aménagement du territoire et gestion de l'eau.**

La régulation des eaux pluviales pour un évènement d'occurrence au minimum vicennale présente un objectif cohérent de régulation des débits, compte tenu des enjeux existants en aval.

- **Lutter contre les pollutions en mettant la priorité sur les pollutions par les substances dangereuses et la protection de la santé.**

Compte tenu de l'usage du site, les risques de pollution peuvent être considérés comme faibles. Les eaux de ruissellement issues des zones de voiries subiront un traitement par décantation au passage des noues d'infiltration, avant rejet au milieu récepteur.

- **Préserver et redévelopper les fonctionnalités naturelles des bassins et des milieux aquatiques.**

Sans objet.

- **Atteindre l'équilibre quantitatif en améliorant le partage de la ressource et en anticipant l'avenir.**

Sans objet.

- **Augmenter la sécurité des populations exposées aux inondations en tenant compte du fonctionnement naturel des milieux aquatiques.**

Comme mis en évidence précédemment, le site d'étude est situé à l'état actuel en zone inondable. Les aménagements projetés permettent de ne pas aggraver la situation des parcelles avoisinantes du projet en matière d'inondation. Les cartes de modélisation hydraulique montrent que le projet n'aggrave ni les hauteurs, ni les vitesses, ni l'aléa inondation aux alentours de la zone de projet.

Ainsi, le projet est compatible avec les différents objectifs du SDAGE évoqués précédemment.

8.3 - CONTRIBUTION AUX OBJECTIFS VISES PAR L'ARTICLE L.211-1 DU CODE DE L'ENVIRONNEMENT

Les contributions du projet et des mesures de protection de l'eau et des milieux aquatiques qui lui sont assorties sont déclinées vis-à-vis des objectifs visés par l'article L. 211-1 du code de l'environnement :

I - Les dispositions des chapitres Ier à VII du présent titre ont pour objet une gestion équilibrée et durable de la ressource en eau ; cette gestion prend en compte les adaptations nécessaires au changement climatique et vise à assurer :

1. **La prévention des inondations et la préservation des écosystèmes aquatiques, des sites et des zones humides**

Le site d'étude est situé à l'état actuel en zone inondable. La mise en place d'un bassin au centre du projet permet d'éviter tout impact en terme de hauteur, vitesse et aléa sur les parcelles avoisinantes comme le montrent les cartes de modélisation hydraulique en **annexe 19**.

De plus, la réalisation des noues d'infiltration permet de ramener les débits rejetés à une valeur inférieure à l'actuelle pour une précipitation donnée et donc de participer à la réduction des risques de dysfonctionnement des réseaux pluviaux à l'aval. La pollution chronique des eaux issues de la voie subira un traitement par décantation en fond de bassin et par passage au travers d'un aquatextile.

2. La protection des eaux et la lutte contre toute pollution par déversements, écoulements, rejets, dépôts directs ou indirects de matières de toute nature et plus généralement par tout fait susceptible de provoquer ou d'accroître la dégradation des eaux en modifiant leurs caractéristiques physiques, chimiques, biologiques ou bactériologiques, qu'il s'agisse des eaux superficielles, souterraines ou des eaux de la mer dans la limite des eaux territoriales

Des dispositions seront prises concernant les pollutions susceptibles de dégrader les eaux (superficielles, souterraines), à savoir la pollution en phase chantier, et la pollution chronique.

3. La restauration de la qualité de ces eaux et leur régénération

Sans objet.

4. Le développement, la mobilisation, la création et la protection de la ressource en eau

Le projet ne se situe dans aucun périmètre de protection de captage pour l'alimentation en eau potable.

5. La valorisation de l'eau comme ressource économique et, en particulier, pour le développement de la production d'électricité d'origine renouvelable ainsi que la répartition de cette ressource

Sans objet.

6. La promotion d'une utilisation efficace, économe et durable de la ressource en eau

Sans objet.

Un décret en Conseil d'Etat précise les critères retenus pour l'application du 1°.

II - La gestion équilibrée doit permettre en priorité de satisfaire les exigences de la santé, de la salubrité publique, de la sécurité civile et de l'alimentation en eau potable de la population. Elle doit également permettre de satisfaire ou concilier, lors des différents usages, activités ou travaux, les exigences :

1. De la vie biologique du milieu récepteur, et spécialement de la faune piscicole et conchylicole

Le rejet des eaux pluviales du projet s'effectuera après traitement (décantation, passage au travers d'un aquatextile) vers le même exutoire qu'actuellement.

2. De la conservation et du libre écoulement des eaux et de la protection contre les inondations

Comme mis en évidence, le site d'étude est situé à l'état actuel en zone inondable. Les aménagements projetés permettent de préserver la zone de projet et les parcelles avoisinantes du risque inondation. Les cartes de modélisation hydraulique montrent que le projet améliore l'aléa inondation dans la zone de projet et ne l'aggrave pas aux alentours de la zone de projet.

3. De l'agriculture, des pêches et des cultures marines, de la pêche en eau douce, de l'industrie, de la production d'énergie, en particulier pour assurer la sécurité du système électrique, des transports, du tourisme, de la protection des sites, des loisirs et des sports nautiques ainsi que de toutes autres activités humaines légalement exercées

La zone de projet étant classée comme « à urbaniser » au PLU, l'incidence négative du projet sur les activités citées précédemment est compensée par les bénéfices apportés par celui-ci.

CONCLUSION

Bouygues Immobilier prévoit la création d'un ensemble immobilier de 159 logements sur la commune de Sénas, au Nord du centre-ville.

Le système d'assainissement pluvial proposé permettra de compenser, **à hauteur d'une période de retour supérieure à 20 ans,** l'intégralité de l'imperméabilisation générée par le projet.

L'altimétrie projetée permettra aux eaux pluviales de ruisseler en direction des noue d'infiltration. Après régulation et traitement qualitatif, ces eaux seront rejetées par infiltration dans le sol.

En cas d'événement exceptionnel, la zone de rétention sera saturée et les écoulements s'effectueront en surface vers l'aval hydraulique, en direction du Nord de la zone de projet.

Les aménagements projetés sont conçus de manière à supprimer l'aléa inondation à l'état actuel au droit de la zone du projet, et à ne pas aggraver l'aléa inondation aux alentours du site, à assurer la sécurité des biens et des personnes.

Les préconisations de la doctrine de la DDTM 13 et du PLU communal seront ainsi respectées.

Le projet sera par ailleurs compatible avec les préconisations SDAGE Rhône Méditerranée et n'aura aucune incidence sur les zones Natura 2000.

ANNEXES

ANNEXE 1 : Extrait du zonage du PLU ;

ANNEXE 2 : Plan topographique du site ;

ANNEXE 3 : Objectifs d'état de la masse d'eau fortement modifiée (MEFM) ;

ANNEXE 4 : Extrait de l'atlas des zones inondables ;

ANNEXE 5 : Extrait de la carte géologique ;

ANNEXE 6 : Contexte hydrogéologique ;

ANNEXE 7 : Risque remontée de nappe ;

ANNEXE 8 : Fiche caractéristique de la STEP de Sénas ;

ANNEXE 9 : Cartographies des zones NATURA 2000 à proximité de la zone de projet ;

ANNEXE 10 : Rapport d'étude écologique d'Ecomed ;

ANNEXE 11 : Evaluation simplifiée des incidences sur les sites Natura 2000 ;

ANNEXE 12 : Cartographies des zones ZNIEFF I et II à proximité de la zone de projet ;

ANNEXE 13 : Cartographies des ZICO à proximité de la zone de projet ;

ANNEXE 14 : Cartographies des Parcs Naturels Régionaux à proximité de la zone de projet ;

ANNEXE 15 : Cartographies des arrêtés de protection de biotope à proximité de la zone de projet ;

ANNEXE 16 : Note de calcul des débits de pointe à l'état naturel du BV projet ;

ANNEXE 17 : Extrait du zonage d'assainissement pluvial ;

ANNEXE 18 : Extrait du Plan de Prévention du Risque Inondation ;

ANNEXE 19 : Rapport de modélisation hydraulique ;

ANNEXE 20 : Plan masse de l'aménagement ;

ANNEXE 21 : Note de calcul des débits de pointe à l'état projet du BV projet ;

ANNEXE 22 : Estimation du flux de pollution dans les eaux pluviales drainées ;

ANNEXE 23 : Note de calcul du volume de rétention par la méthode des pluies – T20 ans ;

ANNEXE 24 : Plan du dispositif de gestion des eaux pluviales ;

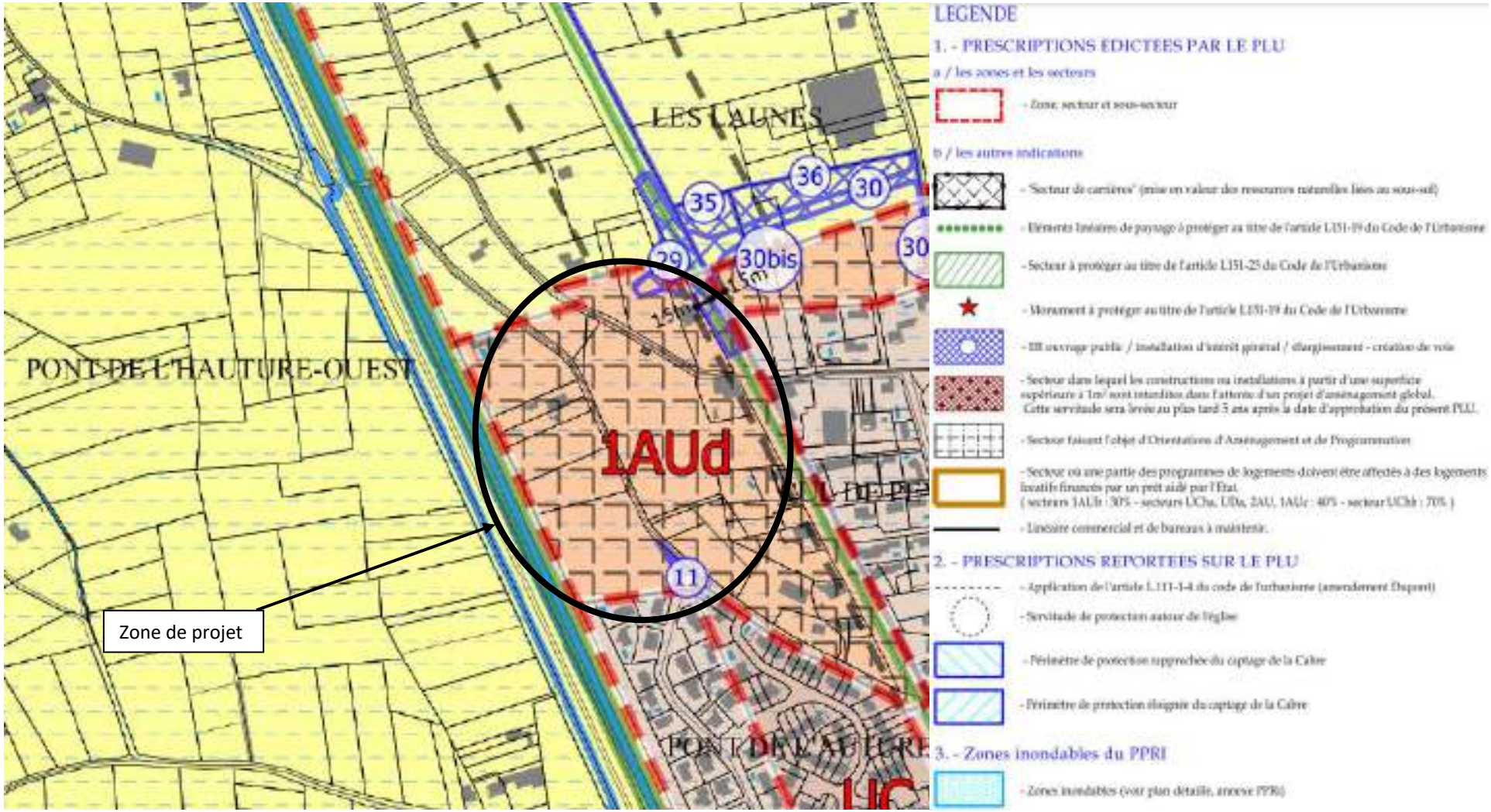
ANNEXE 25 : Détaille des surfaces nouvellement imperméabilisées ;

ANNEXE 26 : Document attestant que le déclarant est le propriétaire du terrain ;

ANNEXE 27 : Fiche CEREMA Aquatextile ;

ANNEXE 28 : Débit centennal généré par le bassin versant amont.

ANNEXE 1 : Extrait du zonage du PLU


LES LAUNES
PONT-DE-L'HAUTURE-OUEST
1AUd
Zone de projet
35
36
30
30bis
29
11
LEGENDE
1. - PRESCRIPTIONS EDICTEES PAR LE PLU
a / les zones et les secteurs
- Zone, secteur et sous-secteur
b / les autres indications
- Secteur de carrières (mise en valeur des ressources naturelles liées au sous-sol)
- Eléments linéaires de paysage à protéger au titre de l'article L151-19 du Code de l'Urbanisme
- Secteur à protéger au titre de l'article L151-25 du Code de l'Urbanisme
- Monument à protéger au titre de l'article L151-19 du Code de l'Urbanisme
- ER ouvrage public / installation d'intérêt général / élargissement - création de voie
- Secteur dans lequel les constructions ou installations à partir d'une superficie supérieure à 1m² sont interdites dans l'attente d'un projet d'aménagement global. Cette servitude sera levée au plus tard 5 ans après la date d'approbation du présent PLU.
- Secteur faisant l'objet d'Orientations d'Aménagement et de Programmation
- Secteur où une partie des programmes de logements doivent être affectés à des logements locatifs financés par un prêt aidé par l'Etat.
(secteurs 1AUb : 30% - secteurs UCha, UDa, 2AU, 1AUc : 40% - secteur UChb : 70%)
- Linéaire commercial et de bureaux à maintenir.
2. - PRESCRIPTIONS REPORTEES SUR LE PLU
- Application de l'article L.111-1-4 du code de l'urbanisme (amendement Dupont)
- Servitude de protection autour de l'église
- Périmètre de protection rapprochée du captage de la Cabre
- Périmètre de protection éloignée du captage de la Cabre
3. - Zones inondables du PPRI
- Zones inondables (voir plan détaillé, annexe PPRi)

ANNEXE 2 : Plan topographique du site

SENAS (13560)

Propriété de L'Indivision MAURIN

Cadastrée section AC n°2, 344 et AD n°178

Propriété de L'Indivision LOUIS

Cadastrée section AC n°90, 414, 619, 622, 624, 625 et AD n°20

Propriété de L'Indivision LOUIS / POURCEL

Cadastrée section AC n°617

Propriété de L'Indivision DE LUCA

Cadastrée section AC n°93 et 94

Propriété de M. DE LUCA Olivier

Cadastrée section AC n°91

Propriété de M. DE LUCA René

Cadastrée section AC n°92

Propriété de la SCI HENRI ALBERT

Cadastrée section AD n°25 et 26

Sises Chemin du pont de l'Auture / Chemin des Launes / R.N. 7

PLAN D'ETAT DES LIEUX

Echelle 1/200

Cabinet RAMOND - SELARL de Géomètre expert DPLG - OGE n° 05174
25, Boulevard Joseph Reybaud - 13300 PLAN DE CUQUES
Tél: 04 91 68 26 43 Fax: 04 91 05 51 39 E-mail: scp.ramond@gmail.com

Référence : 19043 A200

Dressé le 4 mars 2019

Contenance des parcelles composantes		
Parcelle AD n°20	Indice AD	
Parcelle AD n°20		4682 m²
Parcelle AD n°25		4199 m²
Parcelle AD n°26		1107 m²
Parcelle AD n°178		107 m²
Parcelle AC n°2	Indice AC	
Parcelle AC n°3		21 m²
Parcelle AC n°4		8440 m²
Parcelle AC n°6		3523 m²
Parcelle AC n°90		1190 m²
Parcelle AC n°91		1746 m²
Parcelle AC n°92		131 m²
Parcelle AC n°93		1572 m²
Parcelle AC n°94		57 m²
Parcelle AC n°344		1 m²
Parcelle AC n°617		107 m²
Parcelle AC n°622		6651 m²
Parcelle AC n°624		1158 m²
Total		43908 m²

NOTA : Les limites définies sur ce document ne sont pas garanties, établies uniquement d'après état des lieux ou documentation fiscale (plan cadastral), bornage contradictoire, délimitation administrative et alignement non réalisés.
En l'absence de bornage contradictoire, l'implantation des bâtiments projetés devra être définie par rapport aux murs intérieurs des murs définis sur ce document.
Ce document ne tient pas compte des servitudes existantes éventuelles.

Planimétrie : système de coordonnées RGF93 (CC44)
Altimétrie : nivellement dans le système NGF (IGN 69)

ANNEXE 3 : Objectifs d'état de la masse d'eau fortement modifiée (MEFM)

7 - Durance

Basse Durance - DU_13_04

FRDR246b La Durance de l'aval de Mallemort au Coulon | Cours d'eau | MEFM

Etat écologique :	Moyen	**Objectif :**	bon potentiel	2027	
Motivations en cas de recours aux dérogations :	CN, CD, FT				
Paramètres faisant l'objet d'une adaptation :	hydrologie, morphologie				

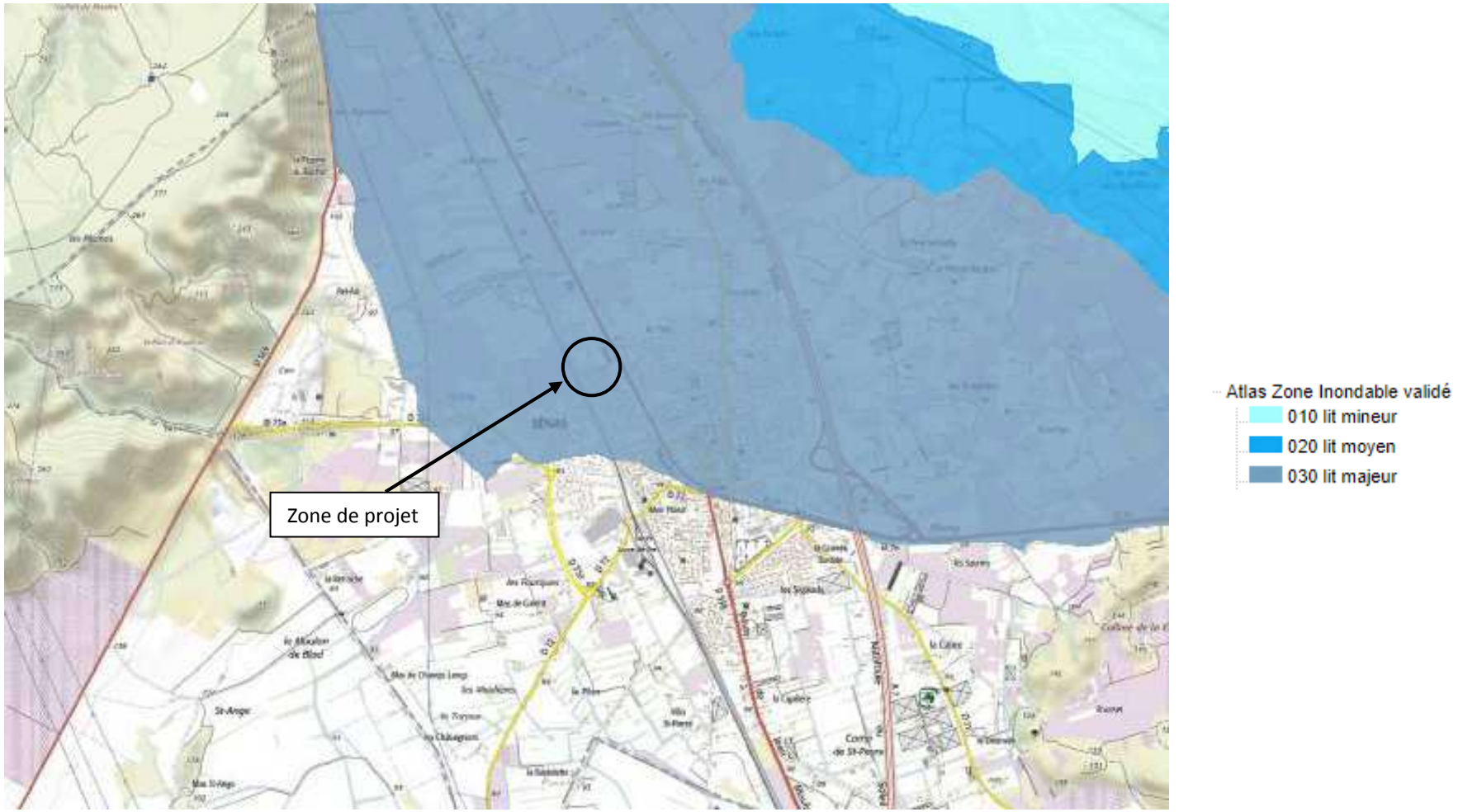
Etat chimique sans ubiquiste :	Bon	**Objectif :**	2015	
Etat chimique avec ubiquiste :	Bon	**Objectif**	2015	
Motivations en cas de recours aux dérogations :				
Paramètres faisant l'objet d'une adaptation :				

Commentaire

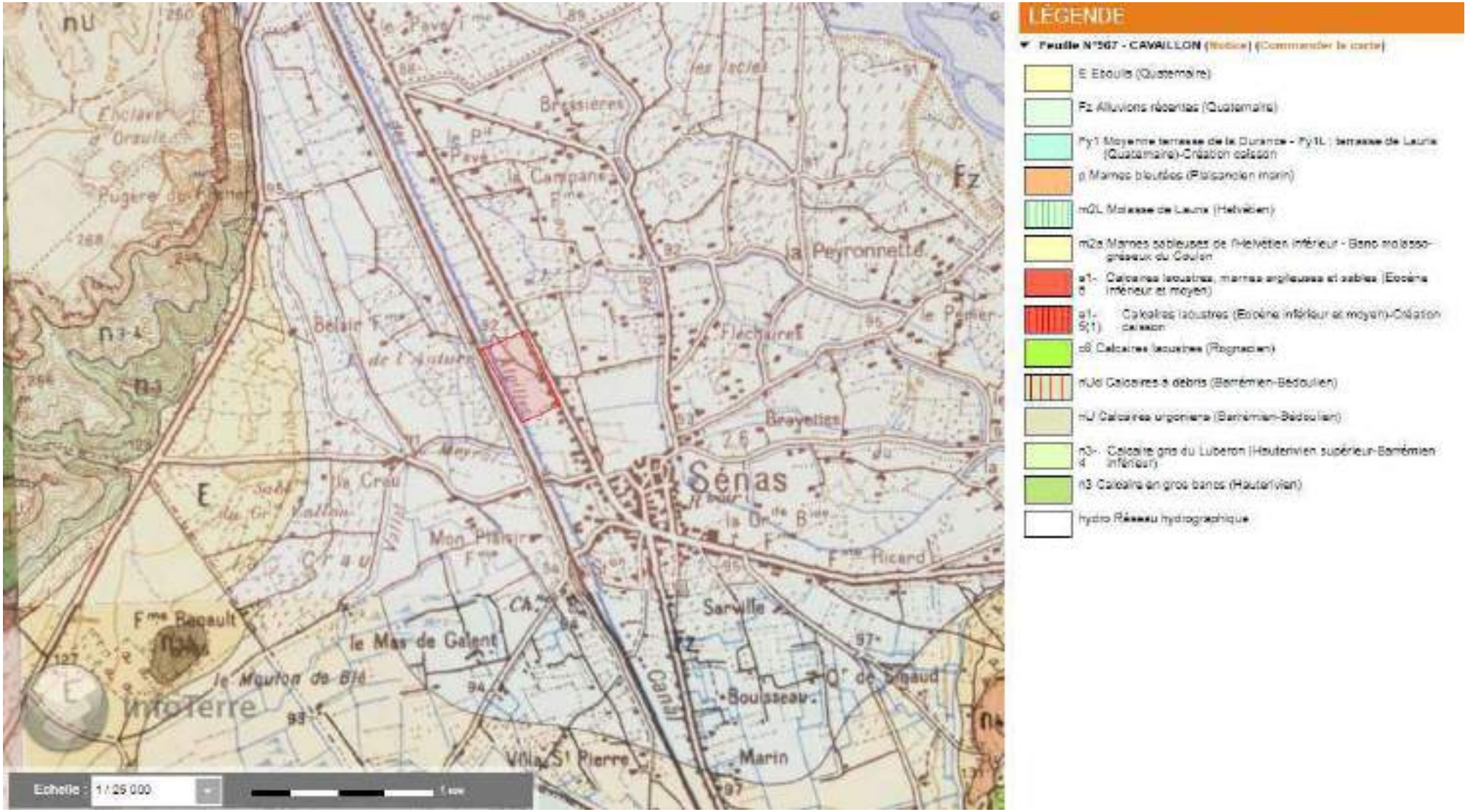
Mesures pour atteindre les objectifs de bon état

Pression à traiter :	**Altération de la continuité**	
	MIA0303	Coordonner la gestion des ouvrages
Pression à traiter :	**Altération de la morphologie**	
	MIA0203	Réaliser une opération de restauration de grande ampleur de l'ensemble des fonctionnalités d'un cours d'eau et de ses annexes
	MIA0204	Restaurer l'équilibre sédimentaire et le profil en long d'un cours d'eau
Pression à traiter :	**Prélèvements**	
	RES0101	Réaliser une étude globale ou un schéma directeur visant à préserver la ressource en eau
	RES0303	Mettre en place les modalités de partage de la ressource en eau

ANNEXE 4 : Extrait de l'atlas des zones inondables


Zone de projet
Atlas Zone Inondable validé
010 lit mineur
020 lit moyen
030 lit majeur

ANNEXE 5 : Extrait de la carte géologique


LÉGENDE
Feuille N°567 - CAVAILLON (Notice) (Commander la carte)
E Eboulis (Quaternaire)
Fz Alluvions récentes (Quaternaire)
Fy1 Moyenne terrasse de la Durance - Fy1L : terrasse de Lauris (Quaternaire)-Création colsson
g Marnes bleutées (Pliocène marin)
m2L Molasse de Lauris (Helvétien)
m2a Marnes sableuses de l'Helvétien inférieur - Banc molasso-gréseux du Coulon
e1-6 Calcaires lacustres, marnes argileuses et sables (Eocène inférieur et moyen)
e1-S(1) Calcaires lacustres (Eocène inférieur et moyen)-Création colsson
c6 Calcaires lacustres (Rognacien)
nUd Calcaires à débris (Barrémien-Bédoulien)
nU Calcaires urgoniens (Barrémien-Bédoulien)
n3-4 Calcaire gris du Luberon (Hauterivien supérieur-Barrémien inférieur)
n3 Calcaire en gros bancs (Hauterivien)
hydro Réseau hydrographique
Sénas
Mont Plaisir
le Mas de Galent
le Mouton de Blé
Bouisseau
Marin
Villa St Pierre
Echelle : 1 / 25 000

ANNEXE 6 : Contexte hydrogéologique

Code de la masse d'eau V2 : **FRDG359**

Etat des connaissances 2014

Libellé de la masse d'eau V2 : **Alluvions basse Durance**

Date impression fiche : 12/12/2014

1. IDENTIFICATION ET LOCALISATION GEOGRAPHIQUE

Correspond à tout ou partie de(s) ME V1 suivante(s):

Code ME V1	Libellé ME souterraines V1
FRDG323	Alluvions du Rhône du confluent de la Durance jusqu'à Arles et Beaucaire + alluvions du Bas Gardon
FRDG302	Alluvions de la Durance aval et moyenne et de ses affluents

Code(s) SYNTHESE RMC et BDLISA concerné(s)

Code SYNTHESE	Code BDLISA	Libellé ENTITE
PAC02E	760AG11	Alluvions récentes de la Basse Durance

Superficie de l'aire d'extension (km2) :

totale	à l'affleurement	sous couverture
485.33	485.33	0

Type de masse d'eau souterraine : Alluviale

Limites géographiques de la masse d'eau

La masse d'eau des alluvions de la basse Durance s'étend entre la cluse de Mirabeau à l'est et la confluence avec le Rhône au sud d'Avignon et inclue le bassin de Graveson-Maillane, dans les départements du Vaucluse et des Bouches-du-Rhône.
La plaine alluviale de la basse Durance est encadrée par la montagne du Luberon au nord, et les massifs des Alpilles et de la Trévaresse au sud. Le bassin alluvial de Graveson-Maillane est entouré par les reliefs crétacés de la Montagnette (à l'ouest) et des Alpilles (au sud), et par la butte miocène de la petite Crau (à l'est).
Les limites géographiques de cette masse d'eau sont :
-Limite nord : la Montagne du Luberon ;
-Limite est : la cluse de Mirabeau ;
-Limite sud : le massif des Alpilles, la chaine des Costes, la chaine de la Trévaresse et le massif de Meyrargues ;
-Limite ouest : la confluence avec le Rhône et le massif de la Montagnette.

Département(s)

N°	Superficie concernée (km2)
13	331.41
84	153.92

District gestionnaire : Rhône et côtiers méditerranéens (bassin Rhône-Méditerranée-Corse)

Trans-Frontières : ☐ **Etat membre :** **Autre état :**

Trans-districts : ☐ **Surface dans le district (km2) :**

Surface hors district (km2) : **District :**

Caractéristiques principales de la masse d'eau souterraine : Libre et captif associés - majoritairement libre

Caractéristiques secondaires de la masse d'eau souterraine

Karst	Frange litorale avec risque d'intrusion saline	Regroupement d'entités disjointes
☐	☐	☐

Existence de Zone(s) Protégée(s) ☑

Avertissement : pour les ME de type imperméable localement aquifère, les chapitres suivants s'attachent à ne décrire que les caractéristiques des quelques systèmes aquifères pouvant localement exister

2. DESCRIPTION DE LA MASSE D'EAU SOUTERRAINE CARACTERISTIQUES INTRINSEQUES

2.1. DESCRIPTION DU SOUS-SOL

2.1.1 DESCRIPTION DE LA ZONE SATUREE

2.1.1.1 Caractéristiques géologiques et géométriques des réservoirs souterrains

La masse d'eau se situe dans le domaine de la Provence calcaire. Elle présente un allongement est-ouest correspondant au tracé de la Durance, soit une orientation guidée par les grands plissements provençaux affectant les séries calcaires du Jurassique et Crétacé.
La séparation avec le secteur de la Moyenne Durance se fait au droit de la cluse de Mirabeau, verrou rocheux où la Durance traverse une structure

anticlinale (calcaires crétacés).
On distingue deux secteurs :
1. Basse Durance :
L'aquifère alluvial de la Basse Durance est constitué essentiellement par les alluvions récentes de la Durance (et du Rhône dans la partie aval), et parfois par des alluvions anciennes (Riss, Würm).
Entre la cluse de Mirabeau et la confluence avec le Rhône, la plaine alluviale est très étendue, soit une largeur moyenne d'environ 3 à 5 km. L'extension alluviale est plus réduite dans les secteurs de Cavaillon et de Chateaurenard où l'on constate l'affleurement du substratum calcaire barrémien sous forme d' « îlots » émergeant au sein des formations alluviales anciennes (et miocènes sous-jacentes) du Comtat.
Les alluvions reposent sur un substratum généralement peu perméable, constitué par les molasses miocènes, ou par les argiles pliocènes, qui comblent le paléo-canyon de la Durance (crise messinienne). Localement, elles reposent directement sur les formations calcaires crétacées.
Les alluvions récentes sont de nature sablo-graveleuses, et parfois recouvertes par une couche limoneuse de l'ordre de 1 à 2 m, mais pouvant atteindre 10 m localement (partie aval). Les alluvions anciennes ont un facies plus argileux et sont parfois indurées en poudingues. Le remplissage alluvial présente très souvent de fortes hétérogénéités, liées au mode de dépôts des alluvions (anciens chenaux du cours d'eau).
Dans l'ensemble, le comblement alluvial est généralement peu épais, soit une épaisseur de l'ordre de 10 m, mais pouvant atteindre 30 à 35 m dans la partie aval (secteur de Cheval Blanc, secteurs de Chateaurenard et d'Avignon).
2. Couloir de Graveson-Maillane :
Le couloir de Graveson-Maillane est essentiellement constitué de galets et sables fluviatiles, recouverts localement de sables et silts limoneux. L'origine de ces alluvions est durancienne et rhodanienne. En effet, le bassin de Graveson-Maillane a pour origine un ancien cours du Rhône, qui passait alors à l'est de la Montagnette. C'est lors de la transgression flandrienne que le lit du Rhône, obstrué par ses propres alluvions et celles de la Durance, se détourne pour passer à l'ouest de la Montagnette. L'épaisseur alluviale atteint 30 m dans certains sillons.
Ce couloir alluvial est constitué par :
-Alluvions fluviatiles (FzG) holocènes : sables, graviers, galets et tourbe. Le terme ultime du remblaiement correspond à des tourbes, significatif d'un marécage lors de l'abandon de son lit par le fleuve (Rhône).
-Alluvions fluviatiles modernes (FzV) du Vertet et du Vigueirat : dépôts limoneux, riches en matière organique.
Dans le secteur sud (entre Maillane et Tarascon), les alluvions gravelo-sableuses perméables sont recouvertes par des limons (peu perméables) dont l'épaisseur peut atteindre 10 m. La nappe y est captive.
Le substratum du bassin est généralement constitué par des formations à dominante marneuse (peu perméables) d'âge miocène.

Lithologie dominante de la masse d'eau Alluvions graveleuses (graviers, sables)

2.1.1.2 Caractéristiques géométriques et hydrodynamiques des limites de la masse d'eau

Le substratum constitué par les molasses miocènes (à dominante marneuse dans le secteur de Graveson-Maillane), par les argiles pliocènes ou par les formations variées à dominante tertiaire de la basse et moyenne vallée de la Durance est généralement peu perméable. Localement, les formations calcaires crétacées participent à l'alimentation de la masse d'eau.
Les limites hydrodynamiques sont les suivantes :
+ En amont, la masse d'eau est alimentée par la nappe alluviale des "Alluvions de la Moyenne Durance (FRDG357).
+ Juste après la clue de Mirabeau, les alluvions sont en contact avec les massifs carbonatées de la St Victoire (FRDG166) et Mirabeau (FRDG139). Des venues sous alluviales sont possibles mais restent à être démontrées.
+ Entre Pertuis et Mallemort, les limite nord et au sud sont considérées comme « imperméable » ; l'encaissant constitué par les « formations gréseuses et marno-calcaires tertiaires dans BV Basse Durance » (FRDG213).
+ Entre Mallemort et Cavaillon, les alluvions sont en contact avec les massifs carbonatées du Luberon (FRDG133) en rive droite et des Alpilles en rive gauche (FRDG247). Des venues sous alluviales sont suspectées mais restent à être démontrées.
+ Entre Cavaillon et Châteaurenard, les alluvions de la basse Durance sont en contact avec les alluvions de la Sorgue. Cette limite correspond à une limite de flux entre les deux masses d'eau, ce qui implique une absence d'échanges entre les deux nappes.
+ Plus à l'Ouest, les alluvions sont en contact avec les calcaires de la Montagnette. Des venues sous alluviales sont suspectées mais restent à être démontrées.
+ L'exutoire de la nappe des alluvions de la basse Durance correspond aux alluvions du Rhône entre Avignon et Arles (FRDG323).

2.1.2 DESCRIPTION DES ECOULEMENTS

2.1.2.1 Recharges naturelles, aire d'alimentation et exutoires

La nappe alluviale est principalement alimentée par la Durance et ses canaux d'irrigation. La réalisation d'analyses isotopiques, dans le cadre d'une thèse réalisée au début des années 90, a permis d'estimer à environ 75 % la part d'eaux issues de la Durance.
Dans une moindre mesure, la nappe bénéficie des apports liés aux précipitations, et localement à la recharge issue des aquifères encaissants, lorsque les alluvions reposent sur les formations calcaires, potentiellement karstiques.
Ce schéma est confirmé par une étude récente (SOGREAH, 2011). La nappe d'accompagnement de la Durance est en relation directe avec la rivière. La recharge s'effectue ainsi par les précipitations mais aussi par le canal EDF et l'irrigation. Cette dernière joue un rôle important dans le maintien de l'équilibre entre la rivière et sa nappe en particulier en période d'étiage. En effet c'est à cette période de l'année que les prélèvements sont les plus importants (irrigation) et c'est à cette même période que la restitution des eaux à la nappe est au maximum.
Le Schéma d'Aménagement de la Moyenne et Basse Durance estime ainsi que 50% de l'alimentation de la nappe de la Basse-Durance provient des excédents de l'irrigation gravitaire, ce qui explique que la nappe présente son niveau maximum au mois d'août. Sur la Basse Durance, le flux annuel est estimé à 88 Mm3/an, dont 22 Mm3/an d'apports pluviaux et 66 Mm3/an d'autres apports (excédents de l'irrigation gravitaire essentiellement).
Dans le couloir de Graveson-Maillanne, la nappe bénéficie globalement d'une bonne réalimentation. Elle est peu sensible aux phénomènes de sécheresse. Elles sont soutenues par les précipitations, les apports issus de la Durance et de ses canaux (percolations liées à l'irrigation) et par le substratum qui semble jouer un rôle de réalimentation dans certains secteurs (aquifères miocènes et calcaires crétacés de la chaine des Alpilles).
Recharge naturelle :
-échanges avec les eaux de surface (Durance, canaux d'irrigation) ;
-infiltration des précipitations : l'aire d'alimentation correspond peu ou prou à toute la zone d'affleurement des alluvions ;
-apports issus du substratum (massifs calcaires karstifiés, voire miocènes).
L'exutoire de la masse d'eau correspond à la confluence avec le Rhône. Une partie des eaux de la Durance est dérivée vers Salon et St-Chamas (hydroélectricité).

Types de recharges : **Pluviale** ☑ **Pertes** ☐ **Drainance** ☑ **Cours d'eau** ☑ **Artificielle** ☑

Si existence de recharge artificielle, commentaires

- Surplus d'irrigation, notamment en période estivale ;
aval de Manosque : 3 M m3/mois ;
canal de la Brillane : 6 Mm3/mois ;

- Fuites au niveau des canaux et des rigoles :
canal de Manosque : 660 000 m3/mois en période estivale ;
canal de la Brillane : 390 000 m3/mois en période estivale ;
20 à 40 % des débits transitant pour les rigoles en général.

- Fuites ponctuelles du canal EDF

DURANCE AVAL :
1 centre de réinjection compensatoire EDF 5 Mm3/an + irrigations gravitaires.

qualité : bonne;
source : expertise

2.1.2.2 Etat(s) hydraulique(s) et type(s) d'écoulement(s)

La nappe alluviale de la Basse Durance est continue au sein des alluvions récentes. Elle est généralement libre et peu profonde et peu devenir captive ou semi-captive sous les recouvrements limoneux, notamment au sud-ouest du tracé Eyrargues-Maillane-Graveson.
Les écoulements sont de type poreux.

Type d'écoulement prépondérant :

2.1.2.3 Piézomètrie, gradient et direction d'écoulement

La nappe alluviale est en liaison hydraulique avec la Durance et sa piézométrie est étroitement liée au cours d'eau.
Elle est généralement peu profonde (environ 3 m en moyenne par rapport au sol). Le niveau piézométrique devient plus proche de la surface du sol dans la partie aval de la masse d'eau et présente un caractère captif sous couverture limoneuse.
La nappe s'écoule selon une direction principale est-ouest, parallèlement au cours d'eau, et son gradient hydraulique est de l'ordre de 2 à 4 pour mille environ. Il est plus faible dans la partie aval, soit un gradient d'environ 2 pour mille dans les secteurs de Saint-Andiol et de Chateaurenard.
Généralement, la nappe est drainée par la Durance, en particulier au droit des zones de resserrement de la vallée. Au contraire, elle bénéficie d'apports d'eau issus de la Durance en amont des principaux bassins alluviaux (Sénas, Saint-Andiol, Chateaurenard).
En raison des nombreuses extractions de graviers dans le lit de la Durance, en particulier dans les années 60-70, on a constaté une baisse du niveau piézométrique dans de nombreux secteurs. Le niveau statique a été stabilisé sous l'effet de seuils hydrauliques, aménagés afin d'éviter les phénomènes d'érosion induits et maintenir la ligne d'eau. Par ailleurs, plusieurs « centres » de réinjection d'eaux de surface vers la nappe alluviale ont été mis en oeuvre (EDF). Il s'agit de réalimenter la nappe en aval de Mallemort afin de compenser l'abaissement du niveau piézométrique lié à l'aménagement de Serre-Ponçon et les dérivations des eaux de la Durance vers Salon et St-Chamas (hydro-électricité). L'efficacité de ces réinjections est réduite en raison de phénomènes de colmatage importants.
Dans le couloir de Graveson-Maillane, l'écoulement s'effectue globalement vers le Rhône (sud-ouest). La nappe se met en charge sous les limons de surface au sud-ouest du tracé Eyrargues-Maillane-Graveson. Un réseau de drainage important (Vigueirat-Bagnolet) assèche cette zone où la surface piézométrique est très proche du sol. Le toit de la nappe est situé à quelques mètres de profondeur par rapport au sol. Parfois, la nappe devient affleurante et peut donner naissance à des laurons (sources de débordement).

2.1.2.4 Paramètres hydrodynamiques et vitesses de transfert

Les alluvions récentes sont constituées par des sédiments de nature grossière qui présentent une bonne perméabilité, de l'ordre de 10-2 m/s. Les recouvrements argileux sont peu perméables et conduisent à une mise en charge de la nappe.
Le gradient hydraulique moyen est de l'ordre de 2 à 4 pour mille environ. Il est d'environ 2 pour mille en partie aval (Saint-Andiol et Chateaurenard).
Les paramètres hydrodynamiques de la nappe de la basse Durance sont les suivants (selon synthèse BRGM) : épaisseur mouillée variant entre 10 et 30 mètres, porosité comprise entre 10 et 15%, vitesse d'écoulment de l'ordre de 10 à 20 m/j.
Notons que le rôle des apports d'eaux issues de la Durance (environ 75 %) est à noter du point de vue qualitatif, puisque ces eaux (de bonne qualité) contribuent à maintenir des teneurs en nitrates à un niveau modéré au sein de la nappe alluviale, malgré une agriculture intensive.

2.1.3 Description de la zone non saturée - Vulnérabilité

La nappe étant peu profonde (environ 3m), l'épaisseur de la zone non saturée est généralement faible. De plus, l'absence ou la faible épaisseur de couverture limoneuse protectrice dans certaines zones, rend la ressource vulnérable aux pollutions accidentelles.
Compte-tenu de la forte perméabilité des alluvions et la faible profondeur de la nappe, les eaux souterraines sont fortement vulnérables aux éventuelles pollutions de surface (pressions agricoles notamment, urbanisation,...), excepté localement sous couverture limoneuse.
La vulnérabilité est donc forte vis-à-vis des pollutions de surface et localement modérée sous recouvrement limoneux.

Avertissement : les 2 champs suivants ne sont renseignés que pour les ME présentant une homogénéité (essentiellement ME de type alluvionnaire)

Epaisseur de la zone non saturée : **Perméabilité de la zone non saturée :**

qualité de l'information sur la ZNS : **source :**

Avertissement : la caractérisation des liens avec les eaux de surface et les zones humides n'est pas renseignée pour des ME globalement imperméables car non pertinente

2.2 CONNEXIONS AVEC LES EAUX DE SURFACE ET LES ECOSYSTEMES TERRESTRES ASSOCIES

Avertissement : pour les cours d'eau, la qualification de la relation avec la ME souterraine, rend compte de la relation la plus représentative à l'échelle de la ME de surface en situation d'étiage

2.2.1 Caractérisation des échanges Masses d'eau Cours d'eau et masse d'eau souterraine :

Code ME cours d'eau	Libellé ME cours d'eau	Qualification Relation
FRDR2032	La Durance du canal EDF au vallon de la Campane	Pérenne drainant
FRDR244	La Durance du Coulon à la confluence avec le Rhône	Pérenne drainant
FRDR245b	Le Coulon de Apt à la confluence avec la Durance et l'Imergue	Pérenne drainant
FRDR246a	La Durance du vallon de la Campane à l'amont de Mallemort	Pérenne drainant
FRDR246b	La Durance de l'aval de Mallemort au Coulon	Pérenne drainant
FRDR247	L'Aigue Brun	
FRDR248	L'Èze	Pérenne drainant

Commentaires :

Bossy (1966) propose une description fine et détaillée des relations entre la Durance et sa nappe alluviale :
+ De Jouques à Cadenet, en rive droite, les relations sont faible avec des sens c'écoulement parallèles à la rivière. En rive gauche, par contre, la nappe ne reçoit pratiquement jamais d'alimentation de la rivière. Les alimentations latérales sont telles que pratiquement sur toute sa longueur, la nappe se déverse dans la rivière.
+ Entre la Roque-d'Anthéron et Orgon, les relations sont dans le sens d'une alimentation de la Durance par sa nappe alluviale en rive gauche comme en rive droite.
+ Entre Cheval Blanc et Novès, on observe clairement une alimentation de la Durance par sa nappe en rive droite (suralimentation des calcaires du Luberon). En rive gauche, on aurait plutôt une alimentation de la plaine alluviale par le cours d'eau.
+ De Novès à la confluence avec le Rhône, on observe plutôt une alimentation des plaines alluviales de Graveson-Maillane au Sud et d'Avignon au Nord par la Durance.
La carte piézométrique pour l"Utilisation des eaux souterraines comme source froide des pompes à chaleur" , éditée par le BRGM et EDF en 1982, confirme ces relations entre la nappe alluviale et la Durance.

qualité info cours d'eau : bonne **Source :** technique

2.2.2 Caractérisation des échanges Masses d'eau Plan d'eau et masse d'eau souterraine :

Commentaires :

Cette masse d'eau est caractérisée par la présence de nombreuses gravières en arrêt d'exploitation ou en activité. Les plans d'eau associés forment une mosaïque étendue (communes de Sénas, de Caumont sur Durance, de Cavaillon, de Mallemort,...). Parmi les plus importants en surface, citons la gravière de Plantin; ce plan d'eau de 51.9 ha est situé au nord de Peyrolles-en-Provence. On peut donc supposer des relations classiques pour les gravières non colmatées, avec une alimentation du plan d'eau à l'amont hydraulique et un drainage vers l'aval.
Mentionnons aussi la retenue de Mirabeau. Cette retenue de 58.5 ha est située au nord de Peyrolles-en-Provence et repose sur des terrains alluvionnaires qui sont en relation directe avec ce réservoir.
Pour finir, citons aussi des aménagements réalisés par EDF pour compléter le dispositif de retenues hydro électriques :
+ Barrage de Mallemort.
+ Barrage de Bompas.
Ces ouvrages ont probablement des impacts sur la nappe alluviale dans leur proximité immédiate.

qualité info plans d'eau : bonne **Source :** technique

2.2.3 Caractérisation des échanges Masses d'eau Eaux côtières ou de transition et masse d'eau souterraine :

Commentaires :

qualité info ECT : **Source :**

2.2.4 Caractérisation des échanges ZP habitats et Oiseaux avec la masse d'eau souterraine :

CodeZP	Libellé ZP	Type ZP	Qualification relation
FR9301589	LA DURANCE	SIC 2011	Avérée forte
FR9312003	La Durance	ZPS rapportage 2010	Avérée forte

2.2.5 Caractérisation des échanges Autres zones humides avec la masse d'eau souterraine :

ID DIREN	ID SPN	Libellé	Réferentiel	Qualification relation
13150140	930020222	La basse Durance des iscles des Capelans	ZNIEFF1	Avérée forte
13150141	930012393	La basse Durance, des rochers Rouges au pont de Mirabeau	ZNIEFF1	Avérée forte
13150142	930020486	La basse Durance, du pont de Pertuis au pont de Cadenet	ZNIEFF1	Avérée forte
13150143	930012396	La basse Durance des iscles de Cheval-Blanc	ZNIEFF1	Avérée forte
13150144	930020453	La basse Durance, des iscles des Grands Campas aux iscles de la Font du Pin	ZNIEFF1	Potentiellement significative
13150147	930020223	La basse Durance, des Alouettes à la confluence avec le Rhône	ZNIEFF1	Avérée forte
13150148	930020224	La basse Durance, à la confluence avec l'Anguillon	ZNIEFF1	Avérée forte
13150149	930020225	La basse Durance, du barrage de Bonpas à la petite Castelette	ZNIEFF1	Avérée forte
13150162	930012397	La basse Durance, des iscles du Temple aux iscles du Loup	ZNIEFF1	Avérée forte
84100138	930012366	L' Aigue Brun	ZNIEFF1	Avérée forte
84123130	930020477	La basse Durance, des Rochers Rouges au pont de Mirabeau	ZNIEFF1	Avérée forte
84123131	930020478	La basse Durance, du pont de Pertuis au pont de Cadenet	ZNIEFF1	Avérée forte
84123132	930020479	La basse Durance, des Iscles des Grands Campas aux Iscles de la Font du Pin	ZNIEFF1	Avérée forte
84123133	930020480	La basse Durance des Iscles de Cheval-Blanc	ZNIEFF1	Avérée forte
84123134	930020481	La basse Durance, des Iscles du Temple aux Iscles du Loup	ZNIEFF1	Avérée forte
84123135	930020328	La basse Durance, du barrage de Bonpas à la Petite Castelette	ZNIEFF1	Avérée forte
84123136	930020329	La basse Durance, à la confluence avec l'Anguillon	ZNIEFF1	Avérée forte
84123137	930012386	La basse Durance, des Alouettes à la confluence avec le Rhône	ZNIEFF1	Avérée forte
84123139	930012395	La basse Durance, de la Roque Hauturière au barrage de Mallemort	ZNIEFF1	Avérée forte

Commentaires :

La zone protégée correspond au lit majeur du fleuve de la Durance et dépend fortement de la nappe alluviale de la Durance. La qualité des eaux de la nappe et le niveau piézométriques sont d'une importance majeure pour la conservation de la zone humide.
Ce corridor alluvial est une zone humide de première importance au niveau régional ; elle est à ce titre bien évidemment identifiée dans l'inventaire départemental.
Cette richesse écologique est attestée par la présence de quelques zones d'intérêt écologique, correspondant en totalité ou en partie à des zones humides.

qualité info ZP/ZH : moyenne **Source :** technique

2.2.6 Liste des principaux exutoires :

2.3 ETAT DES CONNAISSANCES ACTUELLES SUR LES CARACTERISTIQUES INTRINSEQUES

Le niveau des connaissances de l'aquifère est globalement bon. Il a notamment fait l'objet d'une thèse au début des années 1990, d'études de vulnérabilité vis-à-vis des captages AEP de la vallée (pour le SMAVD en 1997) et pour le projet TGV Méditerranée (en 1991).
La nappe alluviale de la Durance fait l'objet d'un suivi quantitatif (piézomètres équipés d'enregistreurs automatiques).
Un diagnostic de la gestion quantitative de la ressource en eau (région PACA) a été réalisé en 2008 pour la DIREN et l'Agence de l'eau RMC. Un bilan hydrogéologique y a notamment été établi (éléments de bilan communs aux alluvions de la moyenne et de la basse Durance).
Une étude d'incidence des prélèvements d'eau à usage agricole a également été réalisé pour la Chambre d'Agriculture en 2005.

3. INTERET ECONOMIQUE ET ECOLOGIQUE DE LA RESSOURCE EN EAU

Intérêt écologique ressource et milieux aquatiques associés:

Cette masse d'eau présente un intérêt écologique exceptionnel.
Elle participe en deux nombreux secteurs à la suralimentation du cours d'eau, notamment en période estivale. A ce titre, elle joue un rôle important pour les milieux aquatiques associés au corridor alluvial, qui font l'objet d'une protection réglementaire NATURA2000.
Fréquentée par plus de 260 espèces d'oiseaux, la vallée de la Durance est certainement l'un des sites de France où la diversité avifaunistique est la plus grande. La plupart des espèces françaises (à l'exception de celles inféodées aux rivages marins ou aux étages montagnards) peut y être rencontrée. La Durance est régulièrement fréquentée par plus de 60 espèces d'intérêt communautaire, ce qui en fait un site d'importance majeure au sein du réseau NATURA 2000.
D'un point de vue qualitatif, le rôle des apports d'eau de la Durance est à noter, puisque ces eaux (de bonne qualité) contribuent à maintenir des teneurs en nitrates à un niveau modéré au sein de la nappe alluviale, malgré une agriculture intensive. Toutefois, des impacts par les nitrates et les hydrocarbures ont été signalés.
De la bonne gestion quantitative et qualitative de cette masse d'eau, dépend donc le bon état écologique de ces milieux aquatiques.

Intérêt économique ressource et milieux aquatiques associés:

L'intérêt économique de cette masse d'eau est exceptionnel.

Elle représente l'une des masses d'eau les plus contributives de la région PACA en termes de prélèvements. Selon l'Agence de l'eau RM&C (2008), les prélèvements connus sur la nappe de la Basse Durance se sont élevés à environ 40 millions de m3/an, dont 16 millions de m3/an pour le champ captant AEP de la Seignone (ville d'Avignon). Dans le secteur de Gaveson-Maillane, les volumes prélevés sont estimés à environ 3,7 millions de m³ pour l'AEP et 17,7 millions de m³ pour l'AEI. Selon l'Agence de l'Eau, les prélèvements AEP dans cette masse d'eau ont cumulé environ 41 Mm3/an pour l'année 2010.
Selon le SOURSE PACA, la masse d'eau est classée comme ressource patrimoniale et comme ressource stratégique pour l'AEP. La réserve renouvelable est estimée à 110 Mm3/an et les réserves seraient de l'ordre de 150 Mm3.
Du point de vue quantitatif, le bilan est équilibré malgré les nombreux prélèvements, grâce aux irrigations gravitaires. Toutefois, il y a un risque de baisse du niveau piézométrique dans certains secteurs (Chateaurenard, Saint-Andiol notamment) en raison d'une augmentation des forages domestiques et agricoles.
L'intérêt économique de cette masse d'eau est également important pour la production d'hydroélectricité, compte-tenu des débits dérivés par les prises d'eau sur la Durance.

4. REGLEMENTATION ET OUTILS DE GESTION

4.1. Réglementation spécifique existante :

4.2. Outil et modèle de gestion existant :

Contrat de rivière Val de Durance
Contrat de rivière Calavon, Coulomp
Parc régional des Alpilles
Parc régional du Lubéron
SAGE Calavon, Coulomp

5. BESOINS DE CONNAISSANCE COMPLEMENTAIRE

Certains termes du bilan n'ont pas été évalués, notamment les apports issus des formations aquifères encaissantes et latérales, ainsi que les exutoires naturels de la nappe.

6. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES PRINCIPALES

Salquèbre D., Gandolfi J.M. - 2011 - Appui technique sur la connaissance des eaux souterraines dans le cadre du « SOURSE » - « Schéma d'Orientations pour une Utilisation Raisonnée et Solidaire de la ressource en Eau en PACA » - 23 p., 3 ill., 1 ann.

SOGREAH - 2011 - Etude de diagnostic et prospective sur les ressources et les besoins en eau du territoire du Parc Naturel Régional des Alpilles - Rapport d'étude pour le compte du PNR, 173 p. + annexes.

SOGREAH - 2010 - Schéma d'orientations pour une utilisation raisonnée et solidaire de la ressource en eau - Rapport de diagnostic, version 2.1b de septembre 2010, 197 p.

Agence de l'Eau RM&C - 2009 - Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux. SDAGE et documents d'accompagnements - Programme de mesures - rapport d'évaluation environnementale. -

DREAL PACA, Agence de l'Eau RM&C - 2009 - Diagnostic de la gestion quantitative de la ressource en eau en région PACA - Rapport d'étude, 142 p., 19 annexes.

DIREN PACA - 1993 - Cartographie piézométrique de la nappe de la Basse Durance - Période de janvier à février 1992. -

Deschanel L. - 1992 - Etat quantitatif et qualitatif des ressources en eau souterraine des aquifères de Crau et de basse Durance - Rapport DIREN.

Monjuvent G., Masse J.P., Ballessio R., Alabouvette B., Masse P.J., Blavoux B., Dupias G., Granier J., Philip J. - 1991 - Notice explicative de la carte géologique au 1 : 50 000 de Avignon - Document BRGM, 90 p.

Lacroix M. - 1991 - Impact de l'irrigation sur un aquifère alluvial – Dynamique du système de Basse Durance - Thèse, Université de Franche-Comté.

BRGM - 1991 - TGV Mediterranée : étude hydrogéologique bibliographique du secteur de la vallée de la Durance entre les communes d'Avignon et de Mallemort - Ref. BRGM/RR-32901-FR.

Burgeap - 1987 - Etude de la vulnérabilité des captages AEP de la vallée de la Durance en cas de pollution accidentelle - Etude réalisée pour le SMAVD.

BRGM - 1985 - Synthèse hydrogéologiques de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur, Quantité –Qualité, état des connaissances en 1985 - Fiches de synthèse, notice et documents d'accompagnement, cartes.

Clauzon G. - 1979 - Le canyon messinien de la Durance (Provence, France) : une preuve paléogéographique du bassin profond de dessiccation. -

Catzigras, F., Colomb E., Damiani L., Durand J.P., Durozoy G., Féraud J., Gervais J., Masse J.P., Rouire J., Rousset C., Triat J.M., Truc G. - 1977 - Notice explicative de la carte géologique au 1 : 50 000 de Chateaurenard - Document BRGM, 25 p.

Durozoy G. - 1972 - Evaluation des ressources hydrauliques. carte hydrogéologique des Bouches du Rhône - échelle 1 : 200 000.Notice explicative - Rapport BRGM, 72 SGN 394 PRC, 46 p. + carte.

Gouvernet C., Rouire J., Rousset C. - 1970 - Notice explicative de la carte géologique au 1 : 50 000 de Pertuis - Document BRGM, 17 p.

BRGM - 1970 - Etude des ressources hydrologiques et hydrogéologiques du Sud-est de la France, fascicule 14. Bassins de la Basse Durance, de la Touloubre et de la vallée des Baux - Rapport n° 70 SGN 193 PRC.

RUBY ingénieurs conseils - 1967 - Etude des ressources en eau entre Mirabeau et La Roque d'Anthéron - Rapport d'étude.

BRGM - 1966 - Notice explicative de la carte géologique au 1 : 50 000 de Cavaillon - Document BRGM, 13 p.

Bossy G. - 1965 - Documents sur la nappe alluviale de la Basse Durance et de la Crau. 1953-1962 - Institut de Géologie CERGA, Université de Montpellier II, Faculté des Sciences, en association avec l'Université d'Aix Marseille. 53 p.

Gouvernet C. - 1959 - Aménagement hydroélectrique de la Durance ses répercussions sur le régime des circulations souterraines alluviales et sur l'équilibre de la nappe aquifère - Rapport BRGM DG957.

7. EXISTENCE DE ZONES PROTEGEES AEP

Existence de prélèvements AEP > 10 m3/j ou desservant plus de 50 habitants ☑

Enjeu ME ressources stratégiques pour AEP actuel ou futur ☑

Zones stratégiques délimitées ☐

Zones stratégiques restant à délimiter ☑

Commentaires :

ressource largement sollicité et d'enjeu régional

Identification de zones stratégiques pour l'AEP future

8. PRESSIONS ET IMPACTS SUR L'ETAT DES EAUX SOUTERRAINES

8.1 OCCUPATION GENERALE DES SOLS

Surfaces (d'après Corine Land Cover 2006) en % de la surface totale :

Territoires artificialisés	*11 %*	*Territoires agricoles à faible impact potentiel*	*0.8 %*
Zones urbaines	6.9	Prairies	0.8
Zones industrielles	3.2	*Territoires à faible anthropisation*	*11 %*
Infrastructures et transports	0.8	Forêts et milieux semi-naturels	9.4
Territoires agricoles à fort impact potentiel	*77 %*	Zones humides	0
Vignes	0.9	Surfaces en eau	1.6
Vergers	24.3		
Terres arables et cultures diverses	52		

Commentaires sur l'occupation générale des sols

8.2 VOLUMES PRELEVES EN 2010 répartis par usage (données Redevances Agence de l'Eau RMC)

Usage	Volume prélevé (m3)	Nombre de pts	% vol
Prélèvements AEP	34095500	27	79.4%
Prélèvements agricoles	7113700	313	16.6%
Prélèvements autres	4900	10	0.0%
Prélèvements carrières	287600	5	0.7%
Prélèvements industriels	1466400	24	3.4%
Total	42 968 100		

8.3 TYPES DE PRESSIONS IDENTIFIEES

Type(s) de pression identifiée	*Impact sur l'état des eaux souterraines*	*Origine RNAOE*	*Commentaires*	*Polluants à l'origine du RNAOE 2021*
Agriculture - Azote	Moyen ou localisé	☐	Présence de cultures de fruits et maraîchages non prises en compte par la méthode NOPOLU	
Agriculture - Pesticides	Moyen ou localisé	☐		
Prélèvements	Faible	☐		

8.4 ETAT DE CONNAISSANCE SUR LES PRESSIONS

9. SYNTHESE EVALUATION RISQUE DE NON ATTEINTE DES OBJECTIFS ENVIRONNEMENTAUX (RNAOE) 2021

Tendance évolution Pressions de pollution :		RNAOE QUALITE 2021
Délai renouvellement - datations et bilan données existantes 2013 (années) :	5-8	non
Tendance évolution Pressions de prélèvements :		RNAOE QUANTITE 2021
		non

10. ETAT DES MILIEUX

10.1. EVALUATION ETAT QUANTITATIF révisé 2013

Etat quantitatif : Bon

Niveau de confiance de l'évaluation : Faible

Commentaires :

Si état quantitatif médiocre, raisons :

Si impact ESU ou écosystèmes, type d'impact :

10.2. EVALUATION ETAT CHIMIQUE révisé 2013

Etat chimique : Bon

Niveau de confiance de l'évaluation : Moyen

Commentaires :

Sur la période 2006-2011 :
- 25 points avec des données nitrates, tous en bon état et seulement 3 présentant des indices de dégradation
- une dizaine de points avec des données pesticides, tous en bon état

A noter :
- une contamination localisée par du lindane en 2009 sur 09667X0026/P - PUITS DES PALUDS localisé au niveau du bassin de Noves - origine ?
- une contamination localisée en 2011 par des HAP sur 09675X0070/P - LES ISCLES (point DCE)

Si état chimique médiocre, raisons :

Paramètres à l'origine de l'état chimique médiocre

Commentaires sur les caractéristiques hydrochimiques générales

Eau de type bicarbonatée calcique parfois magnésienne et généralement dure

Commentaires sur existence éventuelle fond géochimique naturel

Liste des captages abandonnés sur la période 1998-2008

10.3 NIVEAU DE CONNAISSANCE SUR L'ETAT DES EAUX SOUTERRAINES

Code de la masse d'eau V2 : FRDG531 *Etat des connaissances 2014*

Libellé de la masse d'eau V2 : Argiles bleues du Pliocène inférieur de la vallée du Rhône

Date impression fiche : 12/12/2014

1. IDENTIFICATION ET LOCALISATION GEOGRAPHIQUE

Correspond à tout ou partie de(s) ME V1 suivante(s):

Code ME V1	Libellé ME souterraines V1

Code(s) SYNTHESE RMC et BDLISA concerné(s)

Code SYNTHESE	Code BDLISA	Libellé ENTITE
PAC04K	529AA00	Argiles bleues du Pliocène inférieur de la moyenne et basse vallée du Rhône et affluents

Superficie de l'aire d'extension (km2) :

totale	à l'affleurement	sous couverture
4390.97	702.1	3688.87

Type de masse d'eau souterraine : Imperméable localement aquifère

Limites géographiques de la masse d'eau

Cette masse d'eau s'étend sur l'ensemble de la vallée du Rhône entre la région lyonnaise au Nord et l'embouchure du fleuve au Sud en Camargue et couvre une partie des régions Rhône-Alpes, Languedoc-Roussillon et Provence-Alpes-Côte d'Azur. Elle est présente sur les départements d'Ardèche, de la Drôme, du Gard, de l'Isère, de la Loire, du Vaucluse.

En région Languedoc-Roussillon et PACA son extension dessine globalement un triangle dont les sommets sont Pont-Saint-Esprit au Nord-est, Sète au Sud-ouest et Port-Saint-Louis-du-Rhône au Sud-est.

En région Languedoc-Roussillon:
La masse d'eau comprend toute la vallée du Rhône à l'exception d'un petit secteur entre Sauveterre et Barbentane. La limite Est est dessinée par le Rhône, de Pont Saint-Esprit à Arles, puis rejoint la Mer en suivant la limite administrative du Gard, mais s'étend à l'Est de cette limite dans les Bouches-du-Rhône jusqu'à la limite orientale du delta du Rhône. La limite Ouest s'étend de Pont-Saint-Esprit à Séte en passant par Bagnols-sur-Cèze, Connaux, Saint-Laurent-des-Arrbres, Rochefort-du-Gard, Remoulin, Nîmes, Lunel, et Montpellier en longeant l'autoroute A9 à partir de Remoulins.

Dans le département du Gard on la retrouve à l'affleurement (ou subaffleurante) dans deux secteurs séparés par le recouvrement des alluvions du Bas Gardon entre Remoulins et Beaucaire:
- Le secteur le plus septentrional est dessiné par une ligne allant de Saint-Laurent-des-Arbres à Roquemaure au Nord puis rejoint Montfrin vers le Sud en passant par Sauveterre, Pujaut, Villeneuve-lès-Avignon, Saze, et Théziers. La limite Ouest suit une ligne allant de Montfrin à Fournès, et la limite Nord-Ouest rejoint Saint-Laurent-des-Arbres en passant par Rochefort-du-Gard, Tavel et Lirac.

- Le secteur affleurant le plus méridional, longe vers le Sud puis le Sud-Ouest les reliefs des Costières de Nîmes en une fine bande de 500m de large environ, allant de Sernhac au Nord à Saint-Gilles au Sud, et passant par Meynes, Comps, Jonquières-Saint-Vincent où cette bande s'élargie localement jusqu'à Beaucaire, puis se retrécie de nouveau pour rejoindre la limite Sud d'affleurement en passant par Bellegarde.

Hormis ces deux secteurs les formations argileuses et marneuses du Pliocène inférieur sont sous couverture.

Qualité: bonne
Source: technique

Département(s)

N°	Superficie concernée (km2)
07	109.5
13	1430.57
26	719.99
30	1328.28
34	425.91
38	85.43
42	7.09
69	29.06
84	253.58

District gestionnaire : Rhône et côtiers méditerranéens (bassin Rhône-Méditerranée-Corse)

Trans-Frontières : ☐ **Etat membre :** **Autre état :**

Trans-districts : ☐ **Surface dans le district (km2) :**

Surface hors district (km2) : **District :**

Caractéristiques principales de la masse d'eau souterraine : Inconnu

Caractéristiques secondaires de la masse d'eau souterraine

Code de la masse d'eau V2 : **FRDG531** *Etat des connaissances 2014*

Libellé de la masse d'eau V2 : **Argiles bleues du Pliocène inférieur de la vallée du Rhône**

Karst	Frange litorale avec risque d'intrusion saline	Regroupement d'entités disjointes	Existence de Zone(s) Protégée(s)
☐	☑	☑	☐

Avertissement : pour les ME de type imperméable localement aquifère, les chapitres suivants s'attachent à ne décrire que les caractéristiques des quelques systèmes aquifères pouvant localement exister

2. DESCRIPTION DE LA MASSE D'EAU SOUTERRAINE CARACTERISTIQUES INTRINSEQUES

2.1. DESCRIPTION DU SOUS-SOL

2.1.1 DESCRIPTION DE LA ZONE SATUREE

2.1.1.1 Caractéristiques géologiques et géomètriques des réservoirs souterrains

Contexte géologique:
Lors de la mise en place des chaînes subalpines (Vercors, Chartreuse) pendant les phases orogéniques rhôdanienne et messinienne à la fin du Miocène (5.5 millions d'année), une phase d'érosion régressive due à l'abaissement du niveau de la Mer Méditerrannée (par fermeture de la connexion avec l'Atlantique), a permis le surcreusement de la vallée du Rhône.
Au Pliocène inférieur, la réouverture du détroit de Gilbraltar entraine une remontée du niveau marin. La mer envahit alors la ria en y déposant en discordance sur les molasses miocènes ou sur du socle, une série d'argiles et de marnes bleues du Plaisancien (Pliocène inférieur) constituant la présente masse d'eau.

Extension:
Ces formations marines sont globalement subaffleurantes sous les alluvions du Rhône. Dans sa partie la plus méridionale, ces formations ont recouvert le delta du Rhône de Sète à Fos-sur-Mer.

Epaisseur:
La puissance des formations du Plaisancien est variable allant de quelques dizaines de mètres à plusieurs centaines de mètres au droit des paléo-canyons du Rhône creusés au Messinien (Miocène supérieur). L'épaisseur peut dépasser 300 m dans la plaine de la Vistrenque et 500 m au Nord d'Aigues Mortes.

Litho-stratigraphie:
Substratum: molasses miocènes;
Pliocène inférieur: en discordance, dépôt d'argiles et de marnes bleues du Plaisancien;
Pliocène supérieur continental: sables fluviatiles fins, avec lentilles graveleuses et caillouteuses, peu épaisses mais pouvant atteindre 50m localement (Saint-Laurent-des-Arbres);
Alluvions quaternaires;

Hydrogéologie:
Globalement les formations plaisanciennes sont imperméables, mais offrent très localement des forages avec un débit spécifique pouvant atteindre 1 m3/h/m dans les horizons profonds. Ils restent cependant inexploitables. Elles ne sont donc pas considérées comme aquifères.
En générale elles sont à l'origine de la captivité des masses d'eau sous-jacentes et leurs servent d'écran protecteur.

Qualité: bonne
Source: technique

Lithologie dominante de la masse d'eau Argiles

2.1.1.2 Caractéristiques géométriques et hydrodynamiques des limites de la masse d'eau

Les limites de la masse d'eau sont considérées étanches vis-à-vis des masses d'eau voisines.

Qualité: approximative
Source: technique

2.1.2 DESCRIPTION DES ECOULEMENTS

2.1.2.1 Recharges naturelles, aire d'alimentation et exutoires

Les seuls horizons aquifères non exploités se trouve dans les horizons profonds du plaisancien imperméable. L'alimentation de ces horizons est vraisemblablement en lien avec les formations sous-jacentes (molasses miocènes) ou adjacentes.

Qualité: approximative
Source: expertise

Types de recharges : **Pluviale** ☐ **Pertes** ☐ **Drainance** ☑ **Cours d'eau** ☐ **Artificielle** ☐

Si existence de recharge artificielle, commentaires

pas de recharge artificielle

Qualité : bonne
Source: expertise

2.1.2.2 Etat(s) hydraulique(s) et type(s) d'écoulement(s)

L'aquifère n'étant pas sollicité et considéré imperméable, l'état hydraulique et le type d'écoulement n'ont pas été qualifiés.
Cependant il est vraisemblable que les horizons profonds soit captifs et que les écoulements se fassent en milieu poreux.

Qualité: approximative
Source: expertise

Type d'écoulement prépondérant : poreux

2.1.2.3 Piézomètrie, gradient et direction d'écoulement

La piézométrie n'a pas été qualifié du fait de l'inexploitabilité de cette masse d'eau.

Qualité: approximative
Source: expertise

2.1.2.4 Paramètres hydrodynamiques et vitesses de transfert

Formations imperméables.
Très localement débit spécifique de 1 m3/h/m dans les horizons profonds qui sont difficiles à mettre en production.

Qualité: approximative
Source: expertise

2.1.3 Description de la zone non saturée - Vulnérabilité

Le Plaisancien étant représenté essentiellement par des formations argileuses imperméables dont l'épaisseur varie de quelque mètres à plusieurs centaines de mètres la zone non-saturée peut avoir une puissance équivalente.

Les horizons profonds montrant localement quelques perméabilités sont peu vulnérables largement protégés par les formations argilo-marneuses sus-jacentes.

Qualité: approximative
Source: expertise

Avertissement : les 2 champs suivants ne sont renseignés que pour les ME présentant une homogénéité (essentiellement ME de type alluvionnaire)

Epaisseur de la zone non saturée : très grande (e>50m)

Perméabilité de la zone non saturée : Peu perméable : K<10-8 m/s

qualité de l'information sur la ZNS : approximative **source :** expertise

Avertissement : la caractérisation des liens avec les eaux de surface et les zones humides n'est pas renseignée pour des ME globalement imperméables car non pertinente

2.2 CONNEXIONS AVEC LES EAUX DE SURFACE ET LES ECOSYSTEMES TERRESTRES ASSOCIES

Avertissement : pour les cours d'eau, la qualification de la relation avec la ME souterraine, rend compte de la relation la plus représentative à l'échelle de la ME de surface en situation d'étiage

2.2.1 Caractérisation des échanges Masses d'eau Cours d'eau et masse d'eau souterraine :

Code ME cours d'eau	Libellé ME cours d'eau	Qualification Relation
FRDR10638	ruisseau la raille	
FRDR10666	ruisseau d'ozon	
FRDR11778	ruisseau de riaille	
FRDR2009	Le Rhône de Beaucaire au seuil de Terrin et au pont de Sylveréal	Indépendant de la nappe
FRDR3108b	Le canal du Rhône à Sète entre le seuil de Franquevaux et Sète	Pérenne drainant
FRDR377	Le Gard de Collias à la confluence avec le Rhône	Indépendant de la nappe

Commentaires :

La masse d'eau n'a pas de relations hydrauliques significatives avec les cours d'eau principaux recoupant son périmètre.

qualité info cours d'eau : bonne **Source :** technique

2.2.2 Caractérisation des échanges Masses d'eau Plan d'eau et masse d'eau souterraine :

Commentaires :

pas de masses d'eau plan d'eau en relation hydraulique avec les argiles et marnes bleues.

qualité info plans d'eau : moyenne **Source :** technique

2.2.3 Caractérisation des échanges Masses d'eau Eaux côtières ou de transition et masse d'eau souterraine :

Commentaires :

pas de masses d'eaux côtières ni de transitions en relation hydraulique avec les argiles et marnes bleues.

qualité info ECT : moyenne **Source :** technique

2.2.4 Caractérisation des échanges ZP habitats et Oiseaux avec la masse d'eau souterraine :

2.2.5 Caractérisation des échanges Autres zones humides avec la masse d'eau souterraine :

Commentaires :

qualité info ZP/ZH : bonne **Source :** technique

2.2.6 Liste des principaux exutoires :

2.3 ETAT DES CONNAISSANCES ACTUELLES SUR LES CARACTERISTIQUES INTRINSEQUES

Etat des connaissances faible concernant les paramètres hydrauliques, car les formations ne sont pas exploitées du fait de leur très faible perméabilité.

La géométrie de l'aquifère semble cependant relativement bien connu selon les secteurs car de nombreux forages recoupent les formations du Plaisancien pour capter les aquifères protégés sous-jacents.

3. INTERET ECONOMIQUE ET ECOLOGIQUE DE LA RESSOURCE EN EAU

Intérêt écologique ressource et milieux aquatiques associés:

Pas d'intérêt écologique particulier si ce n'est son rôle de protection des ressources en eaux sous-jacentes.
L'imperméabilité des formations plaisanciennes permet la présence de quelques zones humides sur son périmètre affleurant.

Intérêt économique ressource et milieux aquatiques associés:

pas d'intérêt économique sur le secteur du Gard.

4. REGLEMENTATION ET OUTILS DE GESTION

4.1. Réglementation spécifique existante :

La zone vulnérable de la nappe de la Vistrenque et des Costières du Gard (Gard et Hérault) recoupe le secteur affleurant en bordure des costières de Nîmes.
Arrêté préfectoral (décembre 2002) définissant le programme d'action sur la zone vulnérable nitrates pour la réduction des pollutions.

4.2. Outil et modèle de gestion existant :

Les SAGE de la Vistrenque, des Gardons et de la petite camargue recoupent les périmètres affleurants des formations du Plaisanciens mais ne sont pas en gestion de sa ressource (non aquifère).

Contrat de milieux:
Les Gardons (en cours d'exécution): en lien indirect avec la masse d'eau. Les argiles et les marnes bleues du Pliocène inférieur sont à l'origine d'une ligne de sources de débordement aux Nord de la nappe de la Vistrenque dont les eaux rejoingnent le cours du Gard.

Espaces Naturels Sensibles:
Etang asséché de la Palud (30-35)
Etang asséché de l'estang Vacquières (30-13)

5. BESOINS DE CONNAISSANCE COMPLEMENTAIRE

6. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES PRINCIPALES

BRGM - 2011 - Synthèse hydrogéologique du Languedoc Roussillon – Bassin Rhône Méditerranée - BRGM/RP-60305-FR

HUNEAU F., BLAVOUX B., BELLION Y., - 2001 - Différence entre vitesses hydrauliques et vitesses radiométriques des eaux d'un réservoir profond : proposition d'explication pour l'aquifère miocène du bassin de Valréas (Sud-Est de la France). - Université d'Avignon

BEL F. - 1998 - Synthèse hydrogéologique de la nappe miocène du comtat Venaissin (Vaucluse). - Rapport BRGM n° R 40236

MANDIER P. - 1988 - Le relief de la moyenne vallée du Rhône au Tertiaire et au Quaternaire – essai de synthèse paléogéographique – 3 tomes. -

JEANNOLIN F. - 1985 - Sédimentologie et hydrogéologie du néogène de l'est valentinois et du bassin de Crest (Drôme – France) - Thèse de Doctorat de l'Université Scientifique et médicale de Grenoble.

ROUDIER P. - 1984 - Etude hydrogéologique du bassin miocène de Valréas- Vaison-Malaucène - Université Claude Bernard (Lyon I).

CLAUZON G. - 1982 - Le canyon messinien du Rhône : une preuve décisive du « dessicated deep-basin model » (Hsu, Cita et Ryan, 1973) - Bull Soc. Geol. France, (7), XXIV, 3, p 597-610.

DUROZOY G. - 1973 - Etude hydrogéologique des plaines du Comtat. Volume II Nappe du Miocène. - Rapport BRGM n° 73 SGN 240 PRC.

7. EXISTENCE DE ZONES PROTEGEES AEP

Existence de prélèvements AEP > 10 m3/j ou desservant plus de 50 habitants ☐

Enjeu ME ressources stratégiques pour AEP actuel ou futur ☐

Zones stratégiques délimitées ☐

Zones stratégiques restant à délimiter ☐

Commentaires :

Identification de zones stratégiques pour l'AEP future

8. PRESSIONS ET IMPACTS SUR L'ETAT DES EAUX SOUTERRAINES

8.1 OCCUPATION GENERALE DES SOLS

Surfaces (d'après Corine Land Cover 2006) en % de la surface totale :

Territoires artificialisés	*7.6 %*	*Territoires agricoles à faible impact potentiel*	*1.1 %*
Zones urbaines	6.5	Prairies	1.1
Zones industrielles	0.9	*Territoires à faible anthropisation*	*30 %*
Infrastructures et transports	0.2	Forêts et milieux semi-naturels	6.4
Territoires agricoles à fort impact potentiel	*61 %*	Zones humides	16.8
Vignes	31.6	Surfaces en eau	7.2
Vergers	1.6		
Terres arables et cultures diverses	27.7		

Commentaires sur l'occupation générale des sols

8.2 VOLUMES PRELEVES EN 2010 répartis par usage (données Redevances Agence de l'Eau RMC)

8.3 TYPES DE PRESSIONS IDENTIFIEES

8.4 ETAT DE CONNAISSANCE SUR LES PRESSIONS

9. SYNTHESE EVALUATION RISQUE DE NON ATTEINTE DES OBJECTIFS ENVIRONNEMENTAUX (RNAOE) 2021

Tendance évolution Pressions de pollution :	RNAOE QUALITE 2021
Délai renouvellement - datations et bilan données existantes 2013 (années) :	non
Tendance évolution Pressions de prélèvements :	RNAOE QUANTITE 2021
	non

10. ETAT DES MILIEUX

10.1. EVALUATION ETAT QUANTITATIF révisé 2013

Etat quantitatif : Bon

Niveau de confiance de l'évaluation : Faible

Commentaires :

Si état quantitatif médiocre, raisons :

Si impact ESU ou écosystèmes, type d'impact :

10.2. EVALUATION ETAT CHIMIQUE révisé 2013

Etat chimique : Bon

Niveau de confiance de l'évaluation : Haut

Commentaires :

ME imperméable

Si état chimique médiocre, raisons :

Paramètres à l'origine de l'état chimique médiocre

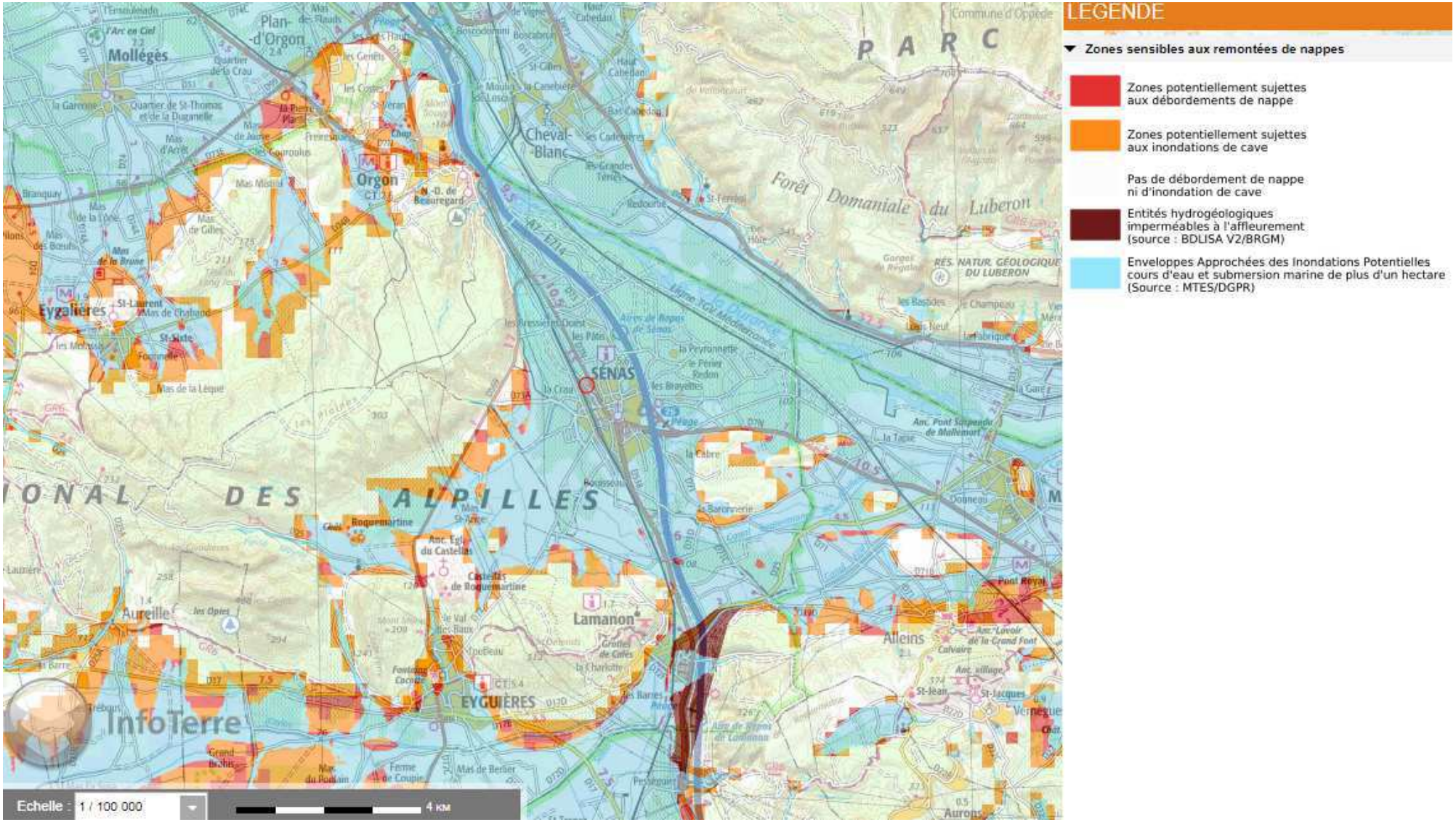
Commentaires sur les caractéristiques hydrochimiques générales

Commentaires sur existence éventuelle fond géochimique naturel

Liste des captages abandonnés sur la période 1998-2008

10.3 NIVEAU DE CONNAISSANCE SUR L'ETAT DES EAUX SOUTERRAINES

ANNEXE 7 : Risque remontée de nappe


LEGENDE
Zones sensibles aux remontées de nappes
Zones potentiellement sujettes aux débordements de nappe
Zones potentiellement sujettes aux inondations de cave
Pas de débordement de nappe ni d'inondation de cave
Entités hydrogéologiques imperméables à l'affleurement (source : BDLISA V2/BRGM)
Enveloppes Approchées des Inondations Potentielles cours d'eau et submersion marine de plus d'un hectare (Source : MTES/DGPR)
Echelle : 1 / 100 000
4 KM
InfoTerre
Mollégès
Plan-d'Orgon
Orgon
Cheval-Blanc
Eygalières
SENAS
Lamanon
Aureille
EYGUIÈRES
Alleins
Forêt Domaniale du Luberon
PARC
DES ALPILLES

SENAS (13)

GALAZON 2

Chemin du Pont de l'Auture

N° SOLA-D19-0129

RAPPORT D'ETUDE DE SOL

Mission : G2 phase AVP ind.2

AFF.	DATE	PHASE	IND.	Sujet Révision	Rédacteur	Vérif.
SOLA-D19-0129	25/03/2019	R	0	Diffusion	M. DA SILVA/MD	JMALBA
SOLA-D19-0129	15/05/2019	R	1	Diffusion	M. DA SILVA/MD	JMALBA
SOLA-D19-0129	02/04/2020	R	2	Suivi piézométrique	M. DA SILVA/MCV	V. SUMIAN

TABLE DES MATIERES

I – PRESENTATION DE LA MISSION 3
I.1 – Présentation de la mission 3
I.2 – Mission selon la norme NF P 94-500 4
I.3 – Documents de références 4
II – RESULTATS 4
II.1 – Contexte géologique 4
II.2 – Sondage à la pelle mécanique 5
II.3 – Sondages pressiométriques 5
II.4 – Essais de pénétration dynamique lourde 6
II.5 – Résultats d'essais en laboratoire 7
II.6 – Contexte hydrogéologique 9
II.6.1 – Niveau d'eau 9
II.6.2 – Essai de perméabilité 9
III – CONCLUSIONS 10
III.1 – Contexte géologique du site 10
III.2 – Contexte hydrogéologique général 10
III.3 – Caractéristiques du projet 10
III.4 – Fondations 11
III.4.1 – Villa de type RDC 11
III.4.2 – Bâtiment de type R+2 11
III.4.3 – Prescriptions générales 12
III.5 – Niveaux bas 12
III.6 – Drainage 13
III.7 – Terrassements 13
III.8 – Règles parasismiques 13
IV – ANNEXES 14

Non Reproductible

I – PRESENTATION DE LA MISSION

I.1 – Présentation de la mission

La Société BOUYGUES IMMOBILIER a confié à la Société SOL-ESSAIS la reconnaissance de sol et l'étude destinées à préciser le système de fondation d'une opération immobilière sur un terrain situé Chemin du Pont de l'Auture sur la commune de SENAS.

Cette prestation a été exécutée sur la base de notre devis SOLA-P19-0178 en date du 18/02/19 accepté par commande du 01/03/19.

Notre intervention a été basée sur la réalisation de :

⇒ 12 fouilles à la pelle mécanique destinées à apprécier l'homogénéité des terrains de surface.
Ces investigations ont été réalisées suivant l'accessibilité au site, et ont permis d'atteindre des profondeurs de refus comprises entre 1,50 m et 3,20 m.

⇒ 4 forages destructifs avec enregistrement des paramètres de foration et essais pressiométriques tous les 1,50 m dès 1 m de profondeur, descendus à 10,00 m de profondeur. Un de ces forages a été équipé en piézomètre et sera relevé trois fois dans l'année.

⇒ 19 essais de pénétration dynamique lourde destinés à apprécier la compacité et l'homogénéité des terrains traversés.
Ces essais ont été réalisés suivant l'accessibilité au site, et ont permis d'atteindre des profondeurs de refus comprises entre 3,20 m et 9,60 m.

⇒ 3 essais d'eau de type PORCHET à une profondeur de 0,6 m à 0,7 m.

⇒ Une série d'essais en laboratoire portant sur les échantillons issus des sondages et comportant outre les essais d'identification classique, quatre classifications GTR des matériaux et une sédimentométrie.

Les investigations ont été réalisées suivant l'accessibilité du site par nos ateliers de sondages permettant d'obtenir une représentativité des risques géotechniques qui correspond à un échantillonnage resté limité au regard de l'étendue du secteur d'étude.

La généralisation des conclusions comporte donc nécessairement une part d'incertitude qui doit être réduite par la réalisation d'une campagne complémentaire lorsque les conditions d'accès permettront ou lorsque le projet aura pris sa forme définitive.

Non Reproductible

I.2 – Mission selon la norme NF P 94-500

Notre intervention s'inscrit dans le cadre d'une mission de type G2 phase AVP conforme à la classification des missions géotechniques types USG (Tableau 1 de la norme NF P 94-500 du 30 Novembre 2013.

I.3 – Documents de références

Lors de la consultation et de l'établissement du présent rapport, nous avons été destinataire des documents suivants :

- Plan de masse phase faisabilité du 04/12/18,
- Plan d'état des lieux du 04 mars 2019.

II – RESULTATS

On trouvera en annexe :

⇒ les coupes lithologiques des fouilles à la pelle mécanique D19-0129 A à L,
⇒ les graphiques des forages destructifs avec essais pressiométriques D19-0129 FP1 à FP4 ;
⇒ les graphiques de pénétration dynamique D19-0129 PD1 à PD19 ;
⇒ les mesures de perméabilité D19-0129 Porchet 1 à 3 ;
⇒ les mesures des niveaux d'eau ;
⇒ le plan d'implantation des sondages sur fond de plan de masse D19-0129-2 ;
⇒ les documents traduisant les résultats des essais de laboratoire.

2

Les annexes susvisées sont indissociables du présent rapport.

Les essais ont été nivelés et leur cote de départ rattachée au nivellement du plan de géomètre qui nous a été communiqué.

II.1 – Contexte géologique

Le site étudié est situé dans un secteur faiblement urbanisé. Il est présent dans un contexte géomorphologique de vallée alluviale. La lithologie attendue sur site est composée de matériaux colluvionnaires surmontant des horizons alluvionnaires sur des épaisseurs importantes.

Non Reproductible

II.2 – Sondage à la pelle mécanique

Les sondages A à L ont permis de mettre en évidence en surface, une couche de matériaux colluvionnaires à dominante limono-sableuse pouvant comporter des cailloutis à sa base, jusqu'aux profondeurs suivantes :

- 0,90 m en A
- 0,75 m en B,
- 0,60 m en C,
- 1,10 m en D,
- 0,90 m en E,
- 0,80 m en F,
- 0,95 m en G,
- 1,00 m en H,
- 0,80 m en I,
- 0,90 m en J,
- 0,70 m en K,
- 1,40 m en L.

L'on observe ensuite une couche de matériaux alluvionnaires constituée de sables majoritairement grossiers plus ou moins argileux jusqu'aux profondeurs suivantes :

- 1,60 m en A
- 1,70 m en B,
- 1,20 m en C,
- 1,50 m en D,
- 1,40 m en E,
- 1,30 m en F,
- 2,40 m en G,
- 1,50 m en H,
- 1,30 m en I,
- 1,50 m en J,
- 1,80 m en K,
- 3,00 m en L.

Enfin, les sondages ont été arrêtés dans des matériaux alluvionnaires composés de galets à faible proportion de matrice sablo-argileuse, aux profondeurs suivantes :

- 2,10 m en A
- 2,30 m en B,
- 1,70 m en C,
- 1,90 m en D,
- 1,70 m en E,
- 1,50 m en F,
- 2,60 m en G,
- 2,10 m en H,
- 1,50 m en I,
- 1,90 m en J,
- 2,10 m en K,
- 3,20 m en L.

II.3 – Sondages pressiométriques

Les forages destructifs ont été réalisés avec un enregistrement continu des paramètres de foration, à l'aide d'un appareil de type APAGEO.

Sur les graphiques, on peut lire, de gauche à droite :

- **La vitesse instantanée d'avancement**, graduée de 0 à 300 m/h ; ce paramètre traduit la compacité et la cohésion des matériaux ; il permet également de déceler d'éventuels vides ou zones fortement décomprimées ;

Non Reproductible

- **La pression du fluide d'injection**, graduée de 0 à 10 bars ; ses variations traduisent la cohésion du matériau ; son augmentation correspond souvent à un faciès argileux ou marneux ;

- **La pression sur l'outil** (PO), graduée de 0 à 100 bars, elle permet une analyse plus fine de la vitesse d'avancement ;

- **La couple de rotation** (CR), gradué de 0 à 200 bars ; il est également en relation avec la cohésion du matériau.

- **La pression de fluage et pression limite**, graduées de 0 à 10 MPa.

- **Le module pressiométrique** graduée de 0 à 200 MPa.

L'examen des diagrammes d'avancement montre la présence d'un horizon de faibles caractéristiques mécaniques jusqu'à une profondeur pouvant aller jusque 3,20 m en FP4, caractérisé par des pressions limites très faibles (< 1 MPa), associées à des modules pressiométriques ≤ 5 MPa.

Ensuite, l'on observe des horizons de meilleures caractéristiques mécaniques caractérisés par :

- des vitesses instantanées d'avancement relativement élevées (globalement de l'ordre de 75 m/h),
- des pressions d'injection faibles, traduisant une faible cohésion,
- des pressions limites élevées (1,4 à 4,38 MPa), associées à des modules pressiométriques compris entre 15,6 et 89,4 MPa.

Ces forages ont été interrompus à une profondeur de 10,00 m.

II.4 – Essais de pénétration dynamique lourde

L'essai de pénétration dynamique consiste à battre un train de tiges métalliques, cylindriques, terminé par une pointe débordante au moyen d'un mouton tombant d'une hauteur constante.

Cet essai constitue un battage de pieux modèle réduit et peut être interprété par la formule dite « des Hollandais » qui relie la contrainte globale du sol à la rupture au « refus » qui est l'enfoncement correspondant à une énergie de battage donnée.

Les graphiques indiquent la contrainte globale du sol à la rupture en MPa, en fonction de la profondeur en mètres.

Non Reproductible

Les caractéristiques du pénétromètre utilisé sont les suivantes :

- Diamètre de la pointe : 50 mm
- Diamètre du train de tiges : 36 mm
- Masse du mouton : 36 daN
- Hauteur de chute : 0,72 m

L'analyse des graphiques de pénétration dynamique lourde permet de mettre en évidence des terrains de surface de compacité faible à moyenne, caractérisés par des résistances dynamiques comprises entre 1 MPa et 6 MPa jusqu'aux profondeurs suivantes :

- 3,20 m en PD1,
- 1,00 m en PD2,
- 4,00 m en PD3,
- 1,00 m en PD4,
- 3,80 m en PD5,
- 2,40 m en PD6,
- 2,20 m en PD7,
- 4,40 m en PD8,
- 3,00 m en PD9,
- 3,20 m en PD10,
- 1,60 m en PD11,
- 1,40 m en PD12,
- 2,80 m en PD13,
- 5,20 m en PD14,
- 4,00 m en PD15,
- 5,00 m en PD16,
- 5,00 m en PD17,
- 4,80 m en PD18,
- 2,00 m en PD19.

En PD1 et PD10, des descentes statiques ont même été observées à moins de 2,00 m de profondeur.

L'on observe ensuite une augmentation plus ou moins franche de la résistance dynamique, ne provoquant pas le refus, jusqu'aux profondeurs suivantes :

- 5,00 m en PD1,
- 6,90 m en PD2,
- 5,00 m en PD3,
- 5,00 m en PD4,
- 6,40 m en PD5,
- 5,00 m en PD6,
- 4,80 m en PD7,
- 5,00 m en PD8,
- 5,00 m en PD9,
- 5,00 m en PD10,
- 7,20 m en PD11,
- 5,60 m en PD12,
- 5,20 m en PD13,
- 6,20 m en PD14,
- 6,40 m en PD15,
- 5,40 m en PD16,
- 7,00 m en PD17,
- 7,00 m en PD18,
- 3,20 m en PD19.

II.5 – Résultats d'essais en laboratoire

Les essais de laboratoire pratiqués sur les échantillons prélevés au droit des fouilles à la pelle mécanique A, B, G et L, ont consisté en des mesures d'identification (teneur en eau, densité, limites d'Atterberg, valeur au bleu de méthylène et granulométrie) et une sédimentométrie.

Non Reproductible

Concernant l'échantillon en A de 2,00 à 2,60 m de profondeur, les matériaux décrits comme composés de galets et graviers roulés avec peu de sable limoneux, présentent une teneur en eau de 6,6 %.

La détermination de la valeur au bleu de méthylène sur cet échantillon, a permis de relever une VBS à 0,12, traduisant des sols peu sensibles aux variations de teneurs en eau.

Ces résultats associés à la courbe granulométrique conduisent à classer l'échantillon dans la catégorie C_1B_3.

Concernant l'échantillon en B de 0,75 à 1,70 m de profondeur, les matériaux décrits comme composés de limon sableux, peu argileux, bariolé, présentent une teneur en eau de 23,7 % ainsi qu'une densité humide de 2,01.

La détermination des limites d'Atterberg sur cet échantillon, a permis de relever une limite de liquidité de 30% ainsi qu'un indice de plasticité de 5% traduisant des sols faiblement argileux, peu plastiques ayant une sensibilité peu marquée au phénomène de gonflement et de retrait.

Ces résultats associés à la courbe granulométrique conduisent à classer l'échantillon dans la catégorie A1.

Concernant l'échantillon en G de 1,60 à 2,40 m de profondeur, les matériaux décrits comme composés de limon sableux, peu argileux, gris, présentent une teneur en eau de 26,2 % ainsi qu'une densité humide de 1,99.

La détermination des limites d'Atterberg sur cet échantillon, a permis de relever une limite de liquidité de 27% ainsi qu'un indice de plasticité de 5% traduisant des sols faiblement argileux, peu plastiques ayant une sensibilité peu marquée au phénomène de gonflement et de retrait.

Ces résultats associés à la courbe granulométrique conduisent à classer l'échantillon dans la catégorie A_1.

Concernant l'échantillon en L de 1,40 à 3,00 m de profondeur, les matériaux décrits comme composés de limon argileux, finement sableux gris-noir, présentent une teneur en eau de 37,2 % ainsi qu'une densité humide de 1,85.

La détermination des limites d'Atterberg sur cet échantillon, a permis de relever une limite de liquidité de 38% ainsi qu'un indice de plasticité de 10% traduisant des sols faiblement argileux, plastiques ayant une sensibilité peu marquée aux phénomènes de gonflement et de retrait.

Ces résultats associés à la courbe granulométrique conduisent à classer l'échantillon dans la catégorie A_1.

Non Reproductible

II.6 – Contexte hydrogéologique

II.6.1 – Niveau d'eau

Lors de nos campagnes d'investigation, des arrivées d'eau ont été observées dans la majorité des fouilles à la pelle mécanique et des essais pénétrométriques non éboulés ainsi que dans le piézomètre à des profondeurs allant de 1,6 à 5,35 m.

Dans la fouille A, une arrivée d'eau a été identifiée à 2,80 m de profondeur. La fouille est restée ouverte durant 2h. Le niveau d'eau s'est stabilisé à 1,80 m de profondeur par rapport au terrain naturel.

2

Le suivi piézométrique a mis en évidence les niveaux d'eau suivants :

Dates	Niveau (m/TN)	Niveau (NGF)
08/04/19	1.55	89.35
21/08/19	1.24	89.66
06/11/19	1.16	89.74

Nos observations étant de courte durée, nous attirons votre attention sur le fait que les niveaux d'eau sont susceptibles d'évoluer en fonction des conditions climatiques et de la pluviométrie.

Seul un suivi à long terme (au moins un cycle de saison) sur les piézomètres permettrait de se prononcer concernant la nature du niveau d'eau et ces variations potentielles.

II.6.2 – Essai de perméabilité

Il a été réalisé trois essais d'eau de type PORCHET au sein de forages à la tarière descendus entre 0,6 à 0,7 m de profondeur par rapport au terrain naturel.

Le tableau ci-dessous résume les essais d'eau effectués sur site :

Ouvrage	Nature de l'essai	Profondeur testée	Perméabilité (m/s)
Porchet 1	PORCHET	0.55 – 0.70 m	$4.1* 10^{-6}$
Porchet 2		0.55 – 0.70 m	$1.5* 10^{-5}$
Porchet 3		0.45 – 0.60 m	$9.8* 10^{-6}$

Les terrains de surface ont un degré de perméabilité allant d'assez élevé à faible.

Non Reproductible

III – CONCLUSIONS

III.1 – Contexte géologique du site

Les sondages ont permis de mettre en évidence sous une épaisseur variable de matériaux colluviaux de couverture, deux faciès de matériaux alluvionnaires ; un premier sablo-argileux et un second composé de galets en forte proportion.

III.2 – Contexte hydrogéologique général

2

L'ensemble des données recueillies sur site mettent en évidence un niveau d'eau compris entre 89 à 89,74 m NGF.

Ce niveau correspond à une nappe au sein de l'horizon alluvionnaire des galets.

La nappe sur site semble en charge dans certaines zones sous le premier horizon alluvionnaire ayant une forte proposition d'argile.

De manière plus générale, des circulations d'eau souterraines empruntant des cheminements préférentiels au sein des terrains de couverture ne sont pas à exclure.

Enfin, seul un suivi piézométrique, ainsi qu'une étude hydrogéologique complète permettraient de conclure quant à la nature du niveau d'eau et ces variations potentielles.

III.3 – Caractéristiques du projet

Il est prévu la réalisation de bâtiments d'habitation collectifs de type R+2 et de villas sans niveau enterré.

Les altimétries des niveaux bas ainsi que les descentes de charges ne nous ont pas été fournies à ce stade du projet.

Nous prendrons comme hypothèse des niveaux bas tangents au terrain naturel.

Non Reproductible

III.4 – Fondations

III.4.1 – Villa de type RDC

Au vu de nos investigations, nous vous proposons deux solutions pour le système de fondations :

- un système de fondations superficielles par l'intermédiaire de semelles filantes dimensionnées avec une contrainte admissible de 0,6 bar à l'ELS (0,06 MPa), mobilisée au prix d'un encastrement à pleine fouille sur 0,50 m minimum par rapport au terrain naturel et fini.
  Nous recommandons fortement de porter un soin tout particulier au centrage et à la répartition homogène des charges et à donner à l'ensemble fondation/ossature des différentes constructions une très forte rigidité.
  Cette rigidification devra faire l'objet d'une analyse particulière par l'ingénieur en structure et devra conduire à privilégier les semelles filantes entrecroisées et à proscrire les points d'appui isolés.
  Cette rigidification devra également être recherchée par la mise en œuvre d'un soubassement en bétons armés ou en agglos à bancher, tout du moins sur la hauteur du vide sanitaire.
- un système de fondations mixtes ou composées, semelles filantes dimensionnées pour une contrainte de 2 bars ELS (0,2 MPa), reposant sur un sol renforcé par des inclusions solides ou équivalent. En première approche, les inclusions devront traverser les sols de faibles caractéristiques mécaniques et devront atteindre des profondeurs allant de 3,00 m à 5,00 m.
  Les colonnes ballastées seront exclues du fait de la présence de matériaux organiques dans les sols.
  Ce type de fondations mixtes ou combinées, nécessite alors une étude spécifique qui pourra être réalisée dans le cadre de la mission G2 phase PRO.

Ces systèmes de fondations pourront être optimisés à l'aide de sondages complémentaires avec un maillage serré (a minima un sondage par ouvrage).

III.4.2 – Bâtiment de type R+2

Au vu des matériaux de surface rencontrés, il sera nécessaire de mettre en œuvre un système de fondations mixtes ou composées, semelles filantes dimensionnées pour une contrainte de 2 bars ELS (0,2 MPa), reposant sur un sol renforcé par des inclusions solides ou équivalent.
En première approche, les inclusions devront traverser les sols de faibles caractéristiques mécaniques et devront atteindre des profondeurs allant de 3,00 m à 5,00 m.

Les colonnes ballastées seront exclues du fait de la présence de matériaux organiques dans les sols.

Non Reproductible

Ce type de fondations mixtes ou combinées, nécessite alors une étude spécifique qui pourra être réalisée dans le cadre de la mission G2 phase PRO.

III.4.3 – Prescriptions générales

Les parties d'ouvrage différemment chargées devront être désolidarisées par l'aménagement de joints de rupture verticaux effectifs et largement dimensionnés.

Lors de la réalisation des travaux, l'on portera attention à toute anomalie ou variation de faciès pouvant justifier une adaptation particulière.

Dans cet esprit, il conviendra notamment de prévoir la purge systématique de toute surépaisseur de remblais éventuels et de terrain de surface ou poche décomprimée pouvant subsister sous l'emprise des fondations.

Entre les bases de fondations voisines établies à des cotes différentes, l'on respectera une pente au plus égale à 3/1 (3 à l'horizontale).

Une condition de ce type sera également vérifiée pour les fondations se trouvant à proximité d'un talus ou d'un ouvrage existant.

Les semelles proprement dites pourront être établies à des cotes fixées à l'avance et reposer sur des épaisseurs variables de gros béton d'adaptation.

Les bétons de fondation et éventuels gros bétons, devront être coulés à pleine fouille, sur toute hauteur, impérativement hors d'eau et ce à l'avancement ; afin de limiter les phénomènes de décompression et d'altération des sols d'assise.

Un soin particulier devra être pris quant à l'exécution de tous les réseaux d'écoulement (possibilité d'entretien dans le temps), afin d'éviter toute fuite accidentelle qui pourrait altérer les caractéristiques mécaniques des sols d'ancrage et modifier l'état hydrique du sol.

III.5 – Niveaux bas

Au vu de la destination de l'ouvrage, on s'orientera vers un plancher porté par les fondations.

Non Reproductible

III.6 – Drainage

Le projet ne prévoit pas d'élément enterré hormis les bassins de rétentions. Aucune interaction avec les eaux de nappes n'est donc à considérer.

Remarque : ce rapport ne traite pas des éventuels risques dus aux aléas inondation ou de remontée de nappe. Seule une étude hydrogéologique spécifique permet de définir ces risques.

III.7 – Terrassements

Le projet ne comporte pas de niveaux enterrés. Les terrassements concerneront a priori uniquement des travaux de réglage de plateforme et d'aménagement VRD.

Les terrains rencontrés (colluvion et alluvion) et les matériaux remaniés pourront être considérés comme rippables par des moyens de terrassements classiques.

III.8 – Règles parasismiques

Nous rappelons que la commune de SENAS est située en zone de sismicité 4, selon la règlementation actuelle.

L'application de l'Eurocode 8 conduit à classer les sols d'assise du projet dans la catégorie « C ».

Compte tenu des analyses en laboratoire effectuées, le risque de liquéfaction peut ici être considéré comme négligeable.

AIX, le 02/04/2020– MDS/VS/MCV

Marine DA SILVA

Non Reproductible

IV – ANNEXES

FOUILLES À LA PELLE MÉCANIQUE D19-0129 A à L

COUPES FORAGES PRESSIOMETRIQUES – D19-0129 FP1 à FP4

GRAPHIQUES DE PENETRATION DYNAMIQUE D19-0129 PD1 A PD19

MESURES DE PERMEABILITE D19-0129 PORCHET 1 A 3

2 **MESURES DES NIVEAUX D'EAU**

RÉSULTATS ESSAIS LABORATOIRE

PLAN D'IMPLANTATION DES SONDAGES D19-0129-2

Non Reproductible

SENAS **AFF. 4D19-0129**
GALAZON 2 **26 MARS 2019**

FOUILLE A

0,00 m à 0,50 m	Limon sableux fin marron et radicelles.
0,50 m à 0,90 m	Limon sableux fin légèrement argileux à cailloutis argileux marron gris.
0,90 m à 1,60 m	Sable fin argileux gris à jaunâtre (radicelles).
1,60 m à 2,10 m	Galets centimétriques à pluridécimétriques à faible matrice sablo-argileuse gris foncé.
	Venue d'eau à 2,80 m.

FOUILLE B

0,00 m à 0,75 m	Limon sableux fin marron et radicelles.
0,75 m à 1,70 m	Sable argileux fin gris jaune.
1,70 m à 2,30 m	Galets centimétriques à pluridécimétriques à faible matrice sablo-argileuse gris foncé.
	Venue d'eau à 2,10 m.

FOUILLE C

0,00 m à 0,60 m	Limon sableux fin marron et radicelles.
0,60 m à 1,20 m	Sable fin argileux gris à jaunâtre (radicelles).
1,20 m à 1,70 m	Galets centimétriques à pluridécimétriques à faible matrice sablo-argileuse gris foncé.
	Venue d'eau à 1,70 m.

Non Reproductible

FOUILLE D

0,00 m à 0,70 m	Limon sableux fin marron et radicelles.
0,70 m à 1,10 m	Limon sableux fin légèrement argileux à cailloutis argileux marron gris.
1,10 m à 1,15 m	Sable fin argileux gris à jaunâtre (radicelles).
1,15 m à 1,90 m	Galets centimétriques à pluridécimétriques à faible matrice sablo-argileuse gris foncé.
	Venue d'eau à 1,70 m.

FOUILLE E

0,00 m à 0,90 m	Limon sableux fin marron et radicelles.
0,90 m à 1,40 m	Sable fin argileux gris à jaunâtre (radicelles).
1,40 m à 1,70 m	Galets centimétriques à pluridécimétriques à faible matrice sablo-argileuse gris foncé.
	Arrêt volontaire, pas de venue d'eau.

FOUILLE F

0,00 m à 0,80 m	Limon sableux fin marron et radicelles.
0,80 m à 1,30 m	Sable fin argileux gris à jaunâtre (radicelles).
1,30 m à 1,50 m	Galets centimétriques à pluridécimétriques à faible matrice sablo-argileuse gris foncé.
	Arrêt volontaire, les venues d'eau ne sont pas visibles.

FOUILLE G

0,00 m à 0,95 m	Limon sableux fin marron et radicelles, présence de racines.
0,95 m à 1,60 m	Sable fin argileux gris à jaunâtre (radicelles).
1,60 m à 2,40 m	Sable plus grossier argileux gris foncé (éboulement),
2,40 m à 2,60 m	Galets centimétriques à pluridécimétriques à faible matrice sablo-argileuse gris foncé.
	Arrêt volontaire, venue d'eau à 2,40 m et remonte vite.

Non Reproductible

FOUILLE H

0,00 m à 0,60 m	Limon sableux fin marron et radicelles.
0,60 m à 1,00 m	Limon sableux fin légèrement argileux à cailloutis argileux marron gris.
1,00 m à 1,50 m	Sable fin argileux gris à très jaunâtre (radicelles).
1,50 m à 2,10 m	Galets centimétriques à pluridécimétriques à faible matrice sablo-argileuse gris foncé. Venue d'eau à 2,10 m.

FOUILLE I

0,00 m à 0,50 m	Limon sableux fin marron et radicelles.
0,50 m à 0,80 m	Limon sableux fin légèrement argileux à cailloutis argileux marron gris.
0,80 m à 1,30 m	Sable fin argileux gris à jaunâtre (radicelles).
1,30 m à 1,50 m	Galets centimétriques à pluridécimétriques à faible matrice sablo-argileuse gris foncé. Arrêt volontaire, pas de venue d'eau.

FOUILLE J

0,00 m à 0,45 m	Limon sableux fin marron et radicelles.
0,45 m à 0,90 m	Limon sableux fin légèrement argileux à cailloutis argileux marron gris.
0,90 m à 1,50 m	Sable fin argileux gris à jaunâtre (radicelles).
1,50 m à 1,90 m	Galets centimétriques à pluridécimétriques à faible matrice sablo-argileuse gris foncé. Arrêt volontaire, venue d'eau à 1,90 m.

Non Reproductible

FOUILLE K

0,00 m à 0,70 m	Limon sableux fin marron et radicelles.
0,70 m à 1,80 m	Sable fin argileux gris à jaunâtre (radicelles).
1,80 m à 2,10 m	Galets centimétriques à pluridécimétriques à faible matrice sablo-argileuse gris foncé. Arrêt volontaire, arrivée d'eau à 2,10 m.

FOUILLE L

0,00 m à 0,70 m	Limon finement sableux marron.
0,70 m à 1,40 m	Limon finement sableux argileux marron gris à quelques grains.
1,40 m à 3,00 m	Argile finement sableuse gris foncé noire (très molle), quelques suintements visibles.
3,00 m à 3,20 m	Galets centimétriques à pluridécimétriques dans matrice limono-sableuse noire. Arrêt volontaire, venue d'eau à 3,20 m.

✧✧✧✧✧✧

Non Reproductible

SOL-ESSAIS

460 avenue Jean Perrin - 13290 AIX EN PROVENCE
Tél: 0442397485 - Fax: 0442397391 - Email: aix@sol-essais.fr

SENAS

GALAZON 2
CHEMIN DU PONT DE L'AUTURE

X:
Y:
Z: 90.30 m

N° : D19-0129
Date : 11/03/2019

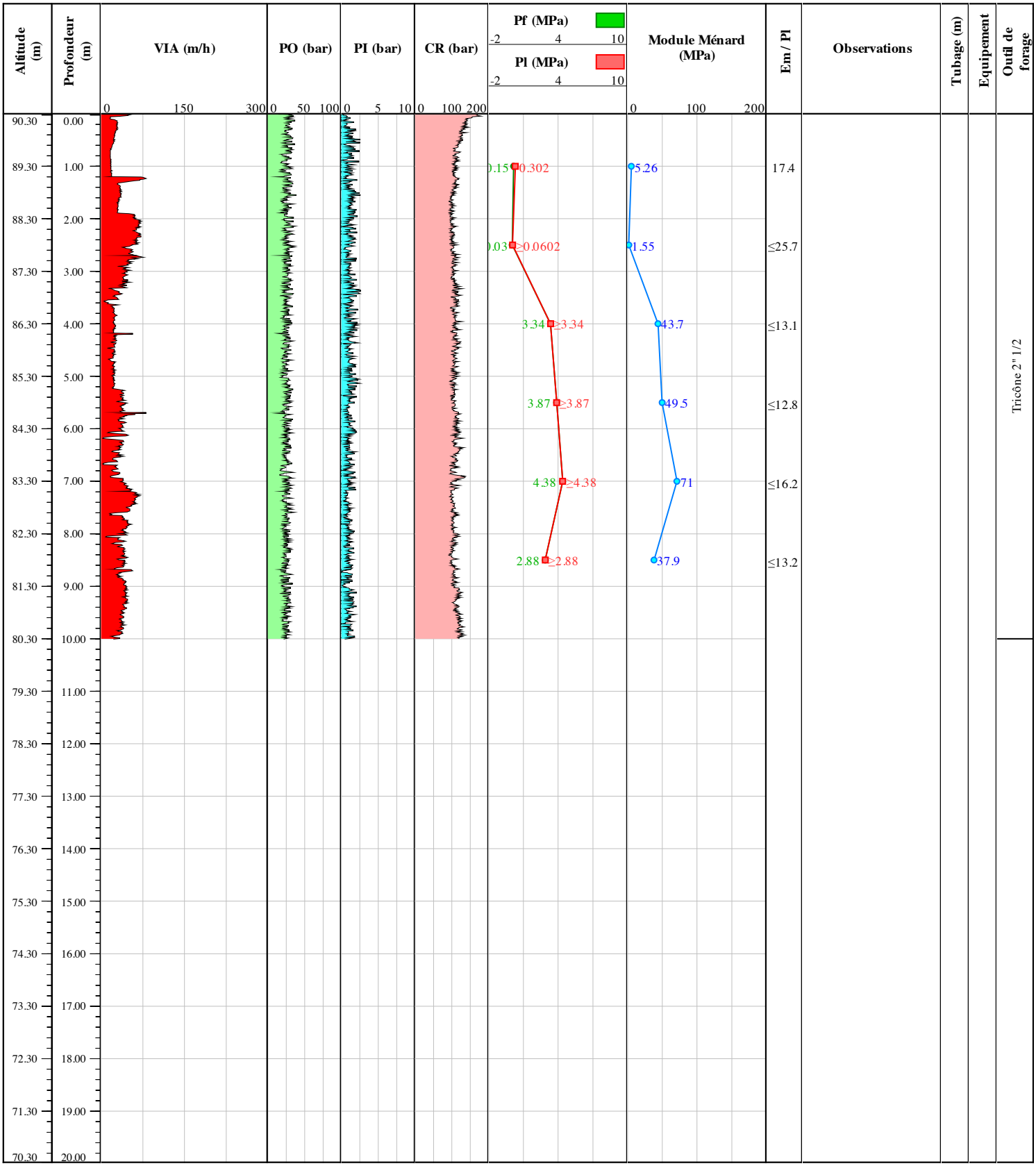
FORAGE PRESSIOMETRIQUE

(Norme ISO 22476-4)

FP1

Profondeur : 10 m

FR le 14/03/2019



SOL-ESSAIS

460 avenue Jean Perrin - 13290 AIX EN PROVENCE
Tél: 0442397485 - Fax: 0442397391 - Email: aix@sol-essais.fr

SENAS

GALAZON 2
CHEMIN DU PONT DE L'AUTURE

X:
Y:
Z: 90.50 m

N° : D19-0129
Date : 12/03/2019

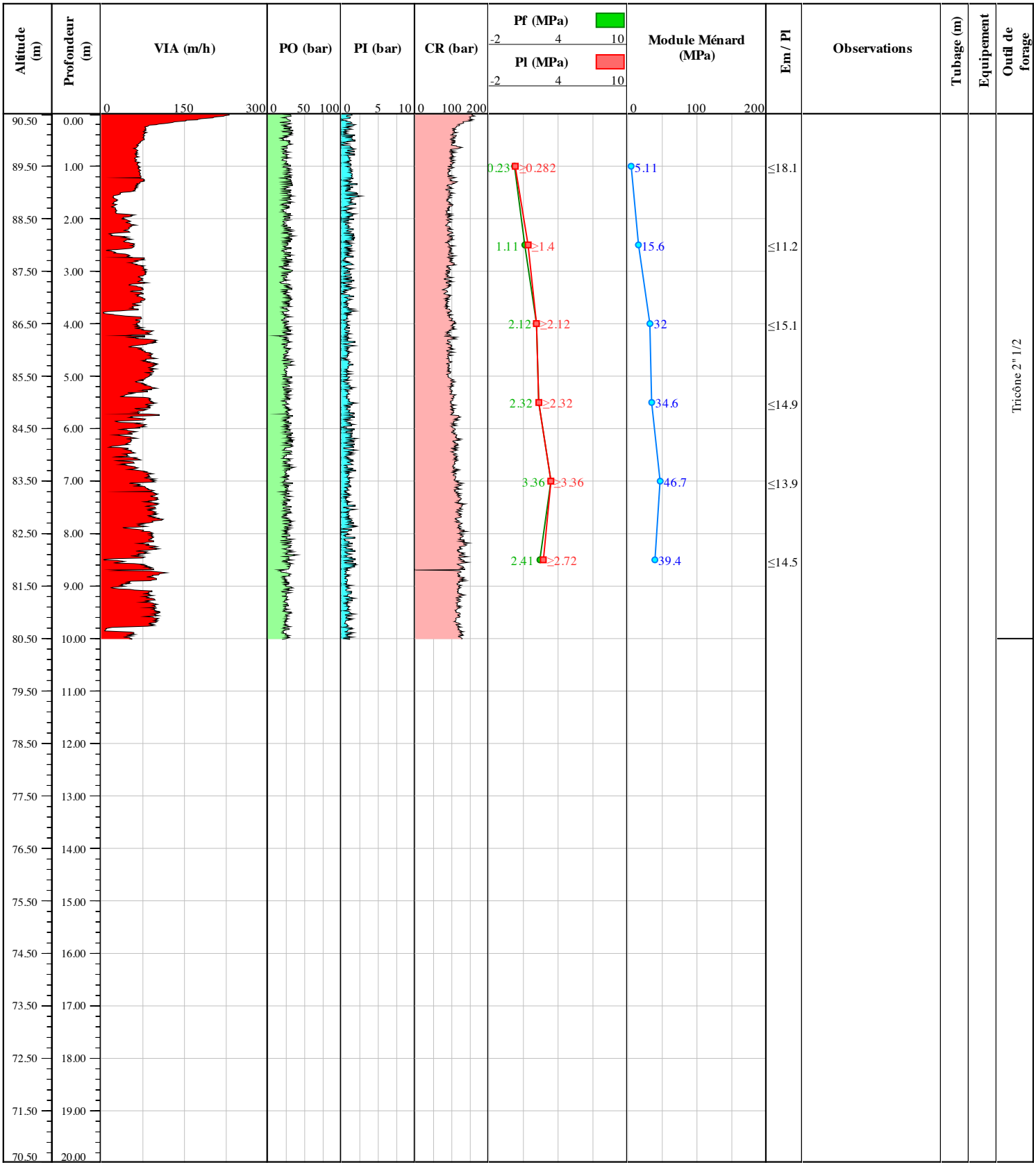
FORAGE PRESSIOMETRIQUE

(Norme ISO 22476-4)

FP2

Profondeur : 10.01 m

FR le 14/03/2019



SOL-ESSAIS

460 avenue Jean Perrin - 13290 AIX EN PROVENCE
Tél: 0442397485 - Fax: 0442397391 - Email: aix@sol-essais.fr

SENAS

GALAZON 2
CHEMIN DU PONT DE L'AUTURE

X:
Y:
Z: 90.60 m

N° : D19-0129
Date : 13/03/2019

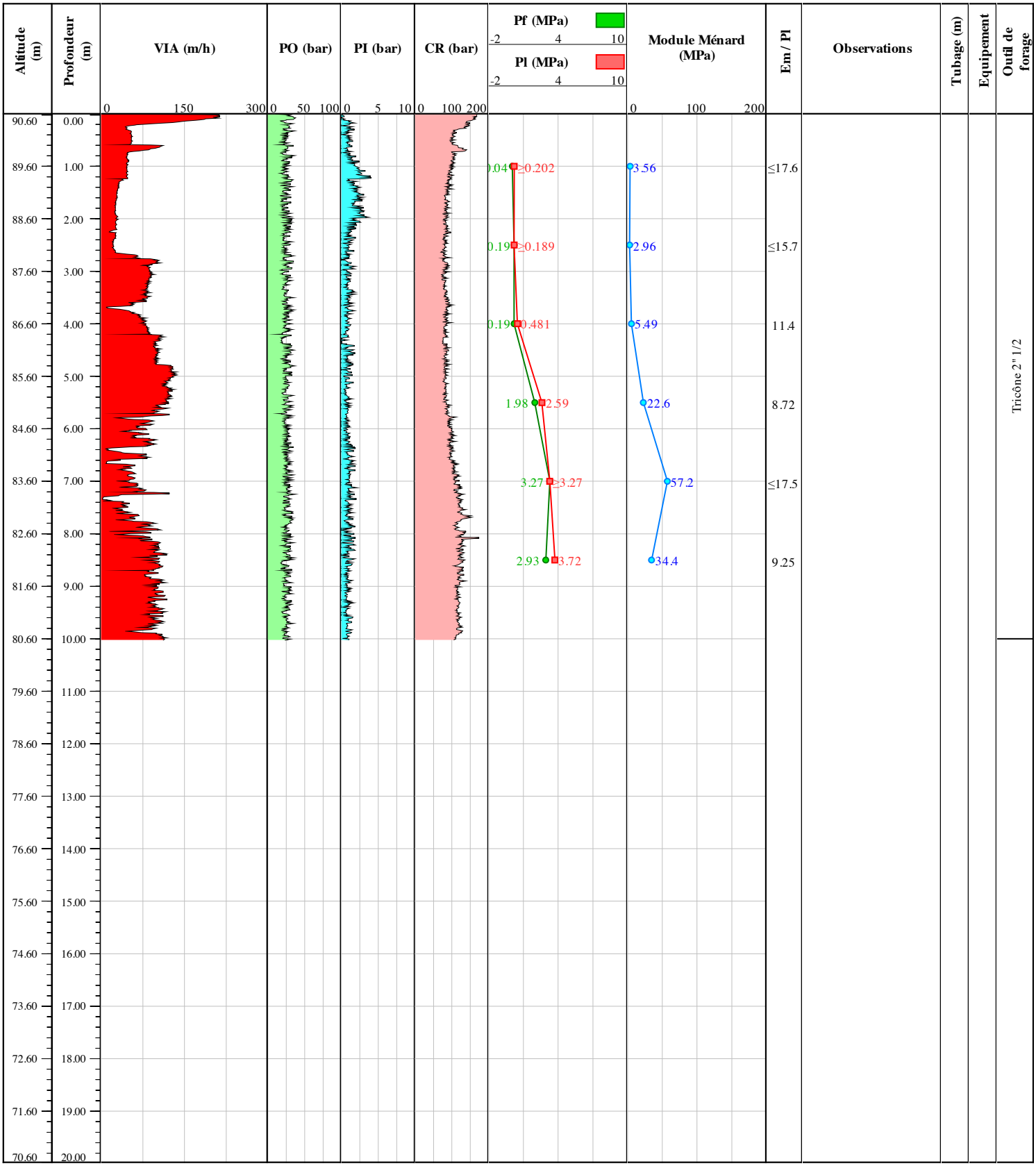
FORAGE PRESSIOMETRIQUE

(Norme ISO 22476-4)

FP3

Profondeur : 10.02 m

FR le 14/03/2019



SOL-ESSAIS

460 avenue Jean Perrin - 13290 AIX EN PROVENCE
Tél: 0442397485 - Fax: 0442397391 - Email: aix@sol-essais.fr

SENAS

GALAZON 2
CHEMIN DU PONT DE L'AUTURE

X:
Y:
Z: 90.90 m

N° : D19-0129
Date : 14/03/2019

FORAGE PRESSIOMETRIQUE

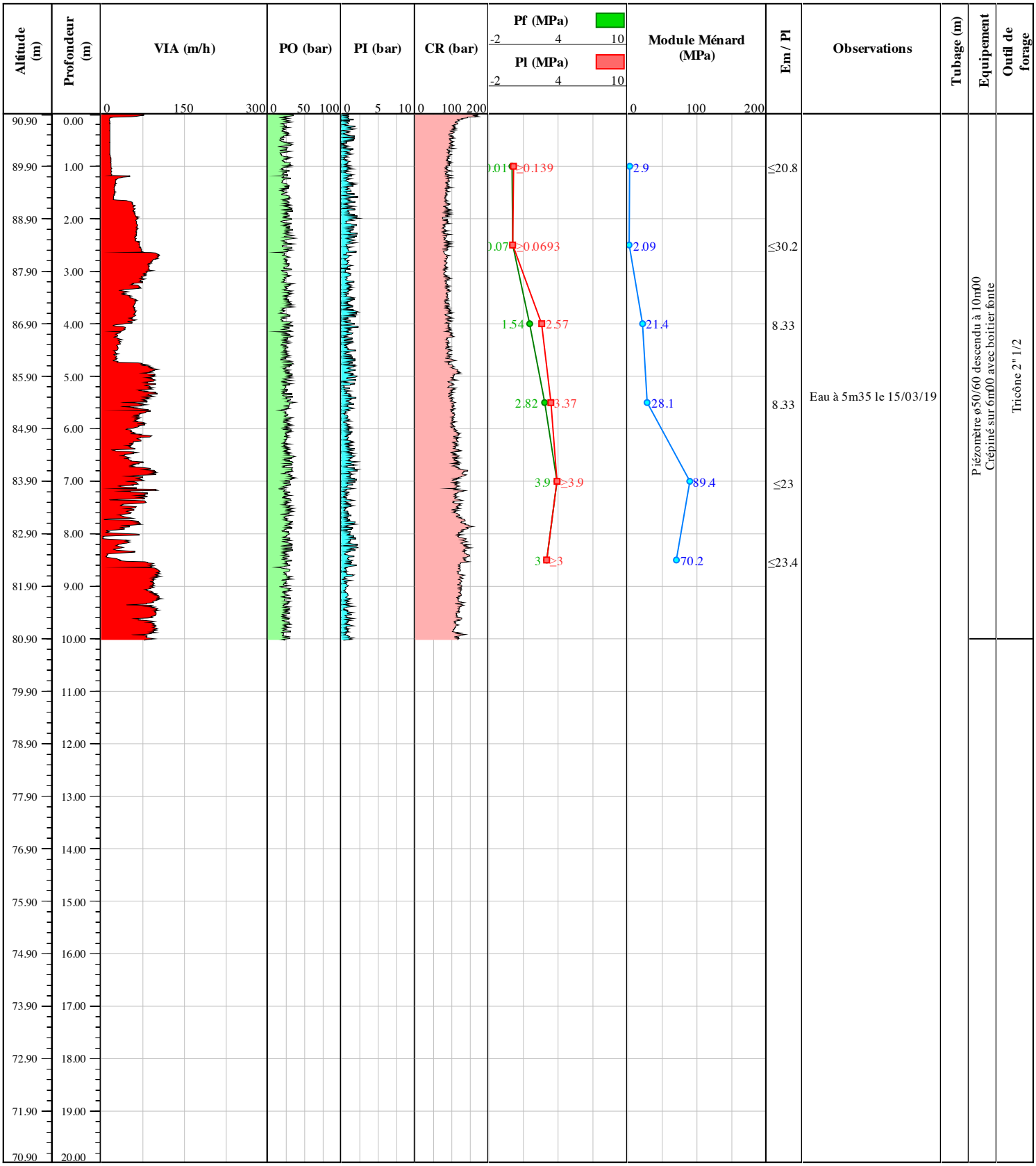
(Norme ISO 22476-4)

FP4

+ piézo.

Profondeur : 10.02 m

FR le 14/03/2019



SOL-ESSAIS

460 avenue Jean Perrin - 13290 AIX EN PROVENCE
Tél: 0442397485 - Fax: 0442397391 - Email: aix@sol-essais.fr

SENAS

CHEMIN DE L'AUTURE
GALAZON 2

X:
Y:
Z: 90.70 m

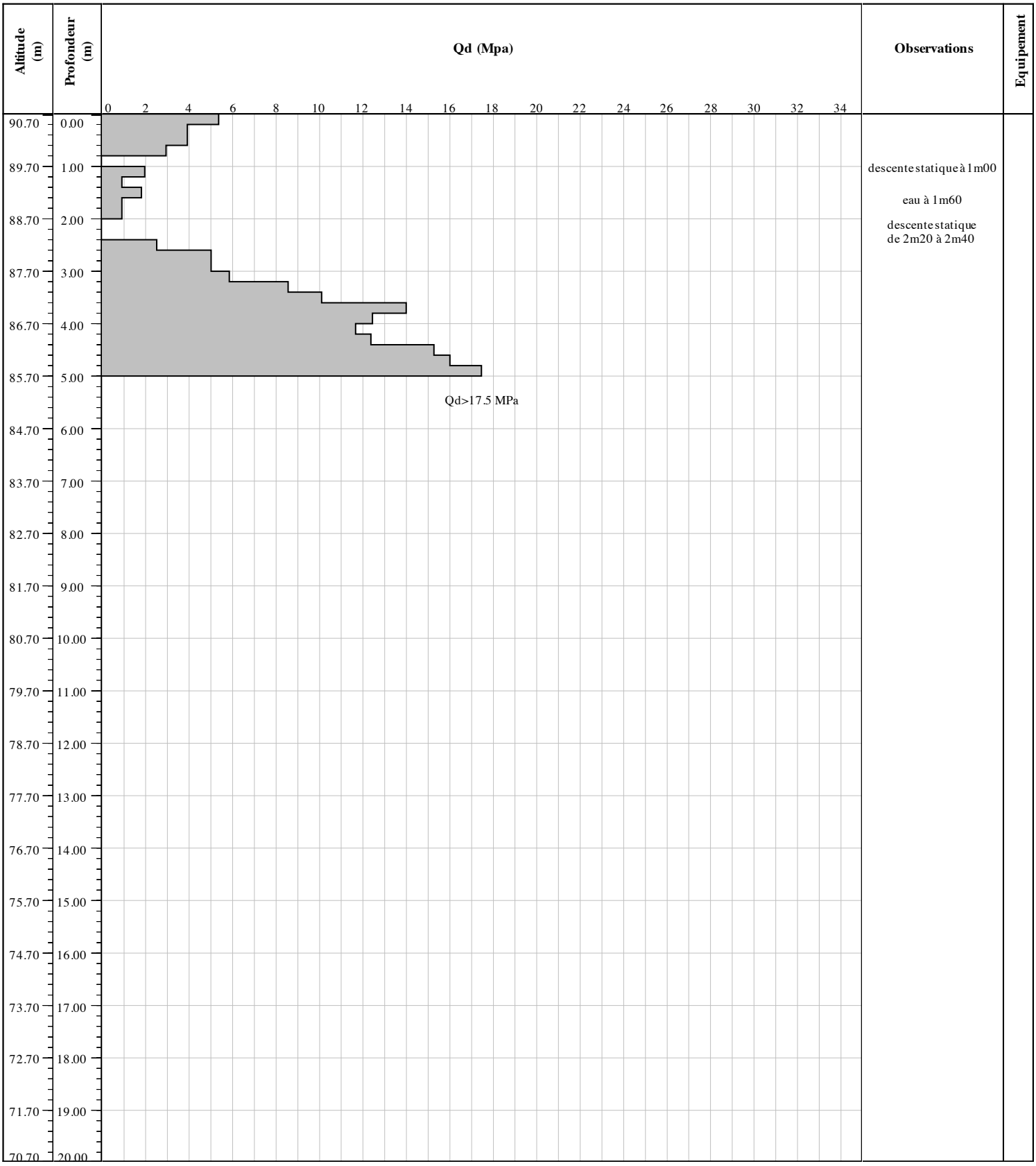
N° : D19-0129
Date : 03/04/2019

PENETROMETRE DYNAMIQUE

(Mouton 63.5 DaN - Chute 0.75 m - Pointe 50 mm.)

PD1

Profondeur : 5 m



SOL-ESSAIS

460 avenue Jean Perrin - 13290 AIX EN PROVENCE
Tél: 0442397485 - Fax: 0442397391 - Email: aix@sol-essais.fr

SENAS

CHEMIN DE L'AUTURE
GALAZON 2

X:
Y:
Z: 90.70 m

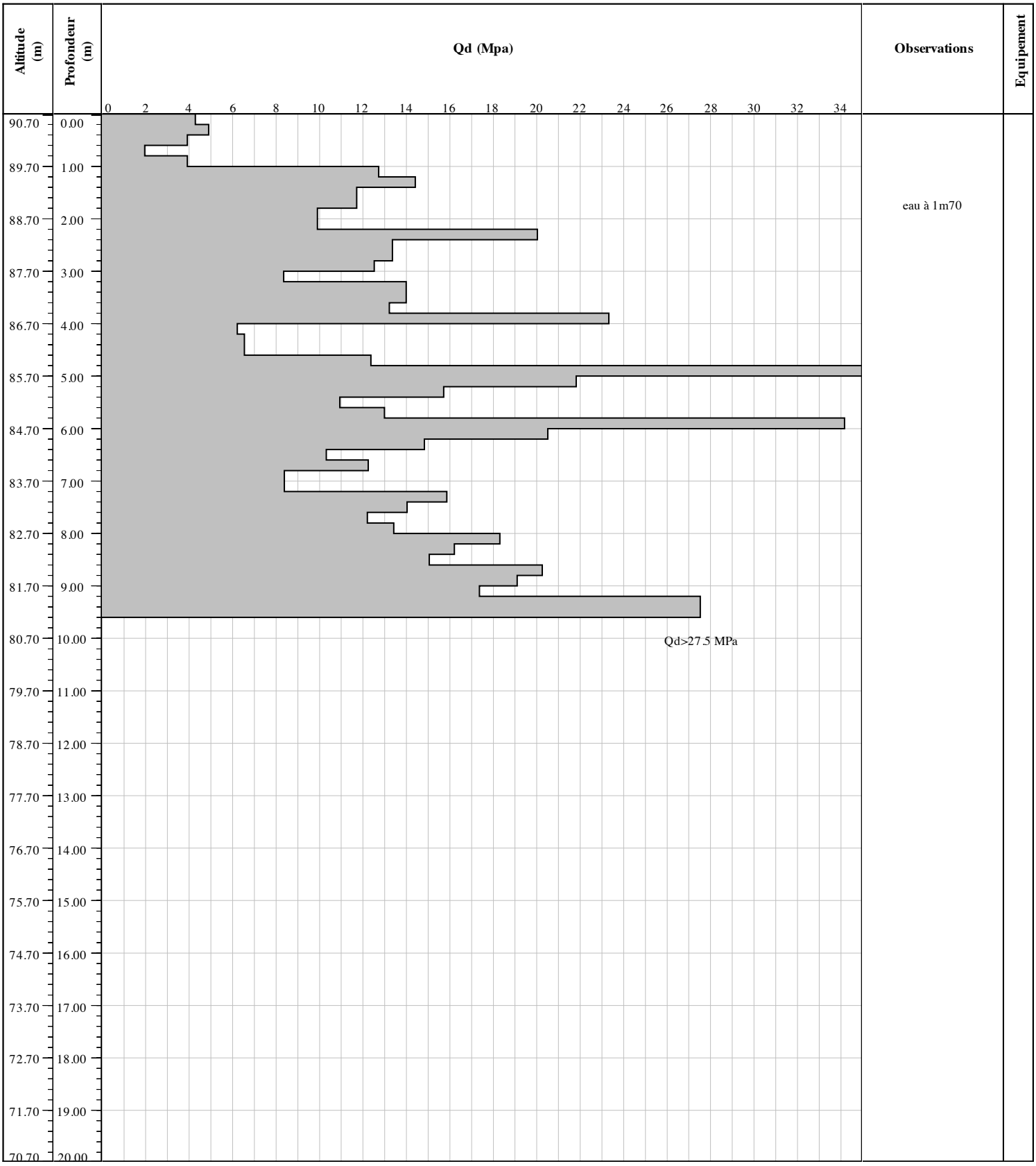
N° : D19-0129
Date : 03/04/2019

PENETROMETRE DYNAMIQUE

(Mouton 63.5 DaN - Chute 0.75 m - Pointe 50 mm.)

PD2

Profondeur : 9.6 m



SOL-ESSAIS

460 avenue Jean Perrin - 13290 AIX EN PROVENCE
Tél: 0442397485 - Fax: 0442397391 - Email: aix@sol-essais.fr

SENAS

CHEMIN DE L'AUTURE
GALAZON 2

X:
Y:
Z: 90.95 m

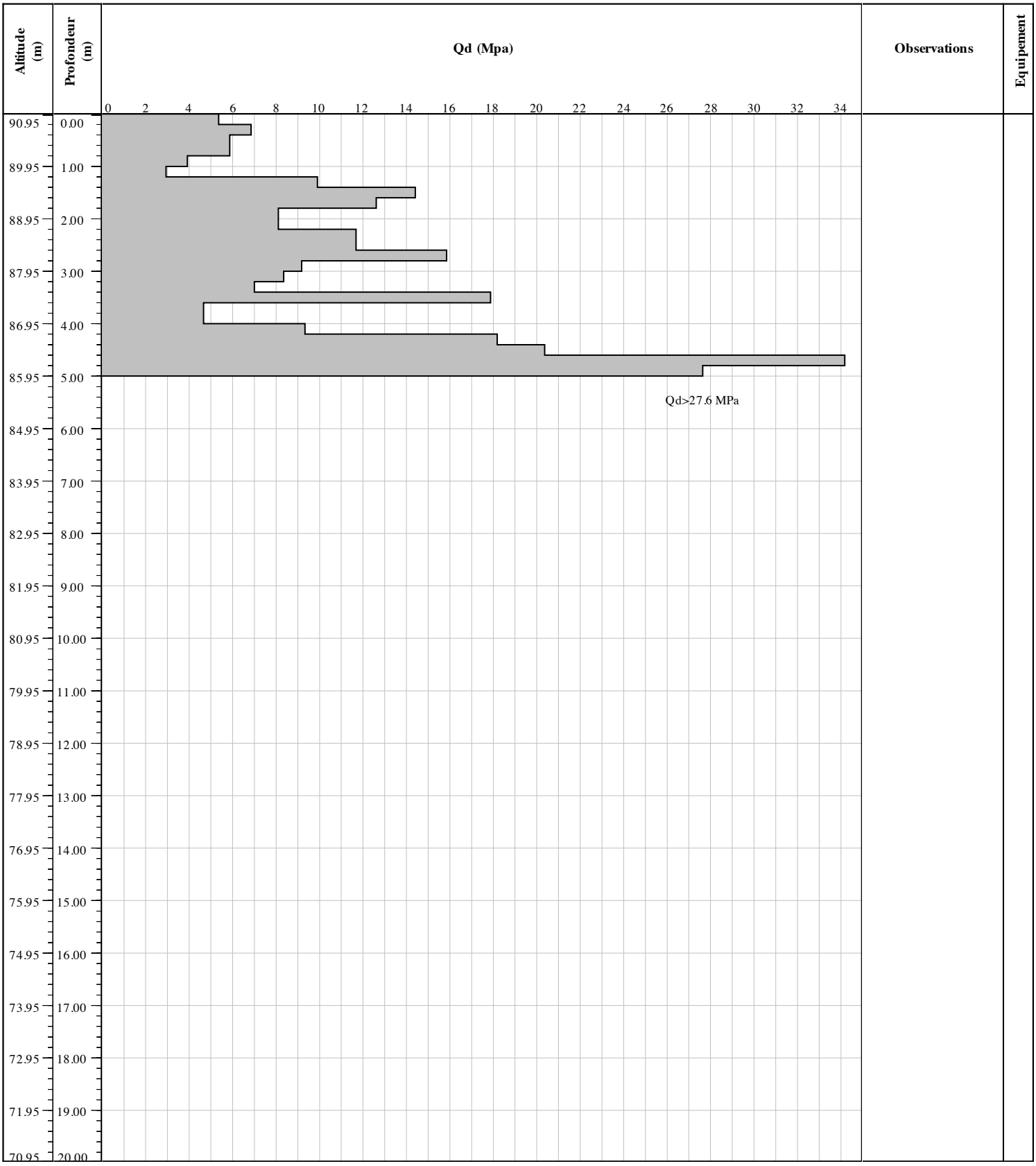
N° : D19-0129
Date : 03/04/2019

PENETROMETRE DYNAMIQUE

(Mouton 63.5 DaN - Chute 0.75 m - Pointe 50 mm.)

PD3

Profondeur : 5 m



SOL-ESSAIS

460 avenue Jean Perrin - 13290 AIX EN PROVENCE
Tél: 0442397485 - Fax: 0442397391 - Email: aix@sol-essais.fr

SENAS

CHEMIN DE L'AUTURE
GALAZON 2

X:
Y:
Z: 90.90 m

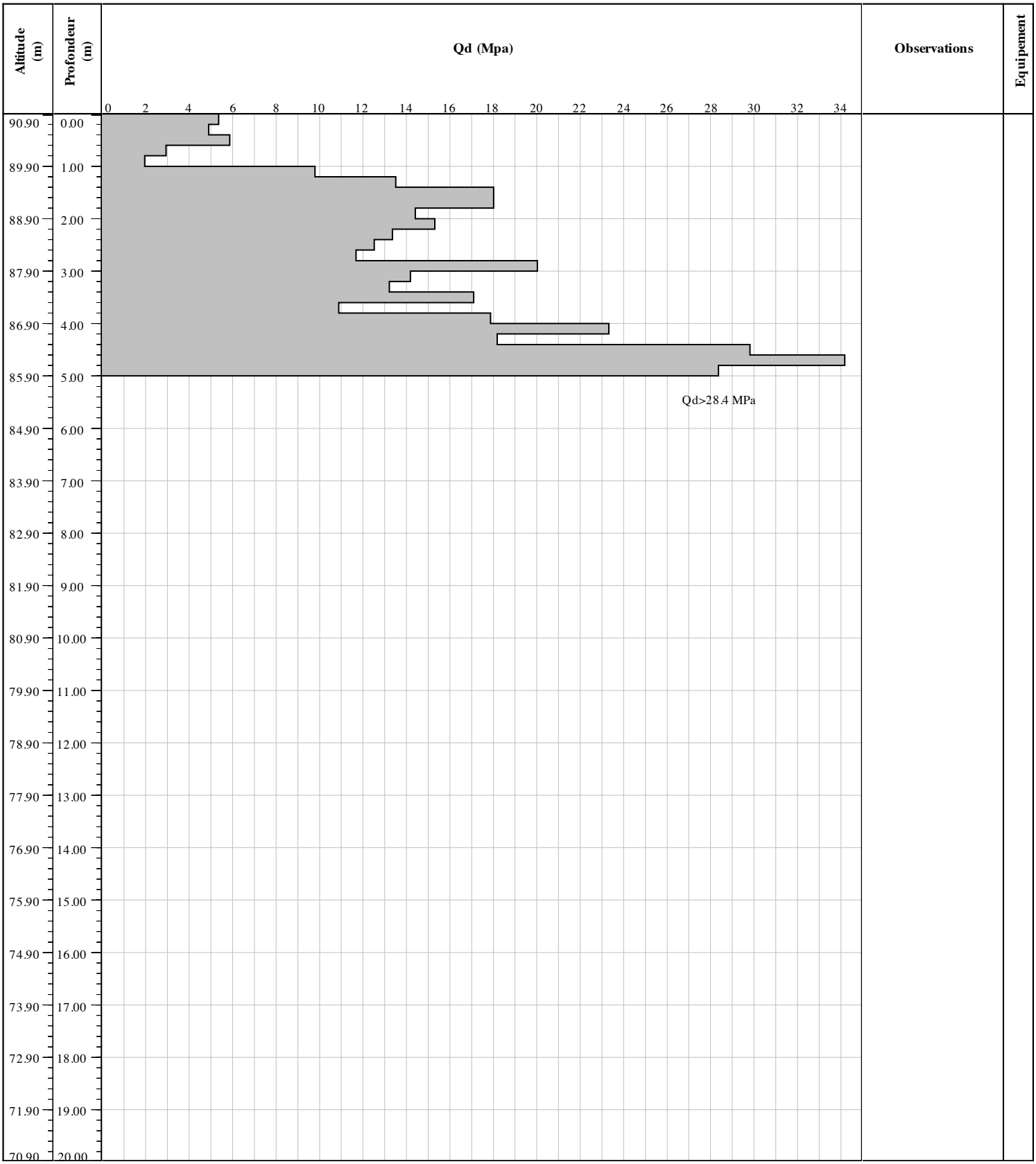
N° : D19-0129
Date : 03/04/2019

PENETROMETRE DYNAMIQUE

(Mouton 63.5 DaN - Chute 0.75 m - Pointe 50 mm.)

PD4

Profondeur : 5 m



SOL-ESSAIS

460 avenue Jean Perrin - 13290 AIX EN PROVENCE
Tél: 0442397485 - Fax: 0442397391 - Email: aix@sol-essais.fr

SENAS

CHEMIN DE L'AUTURE
GALAZON 2

X:
Y:
Z: 90.80 m

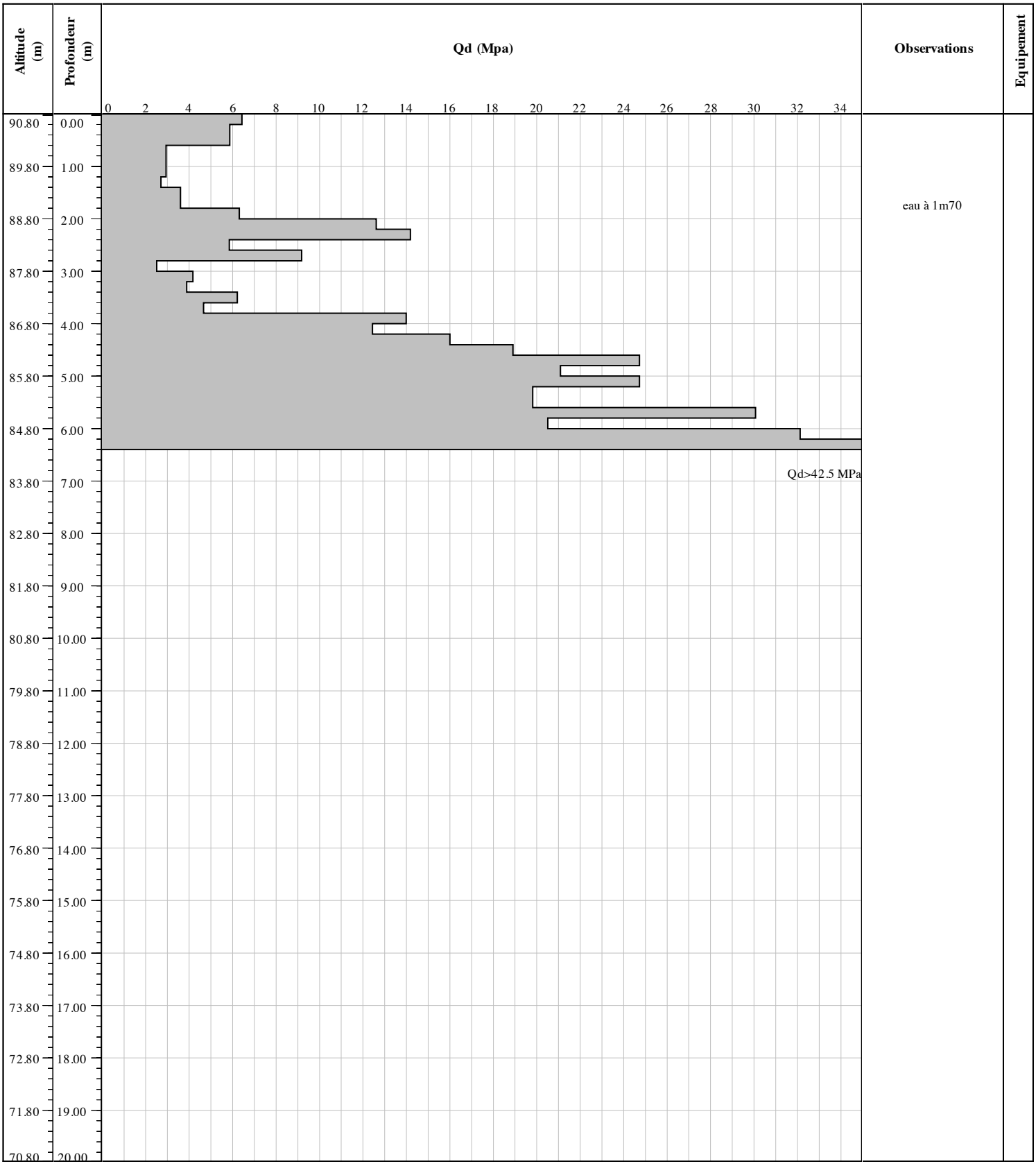
N° : D19-0129
Date : 03/04/2019

PENETROMETRE DYNAMIQUE

(Mouton 63.5 DaN - Chute 0.75 m - Pointe 50 mm.)

PD5

Profondeur : 6.4 m



SOL-ESSAIS

460 avenue Jean Perrin - 13290 AIX EN PROVENCE
Tél: 0442397485 - Fax: 0442397391 - Email: aix@sol-essais.fr

SENAS

CHEMIN DE L'AUTURE
GALAZON 2

X:
Y:
Z: 90.75 m

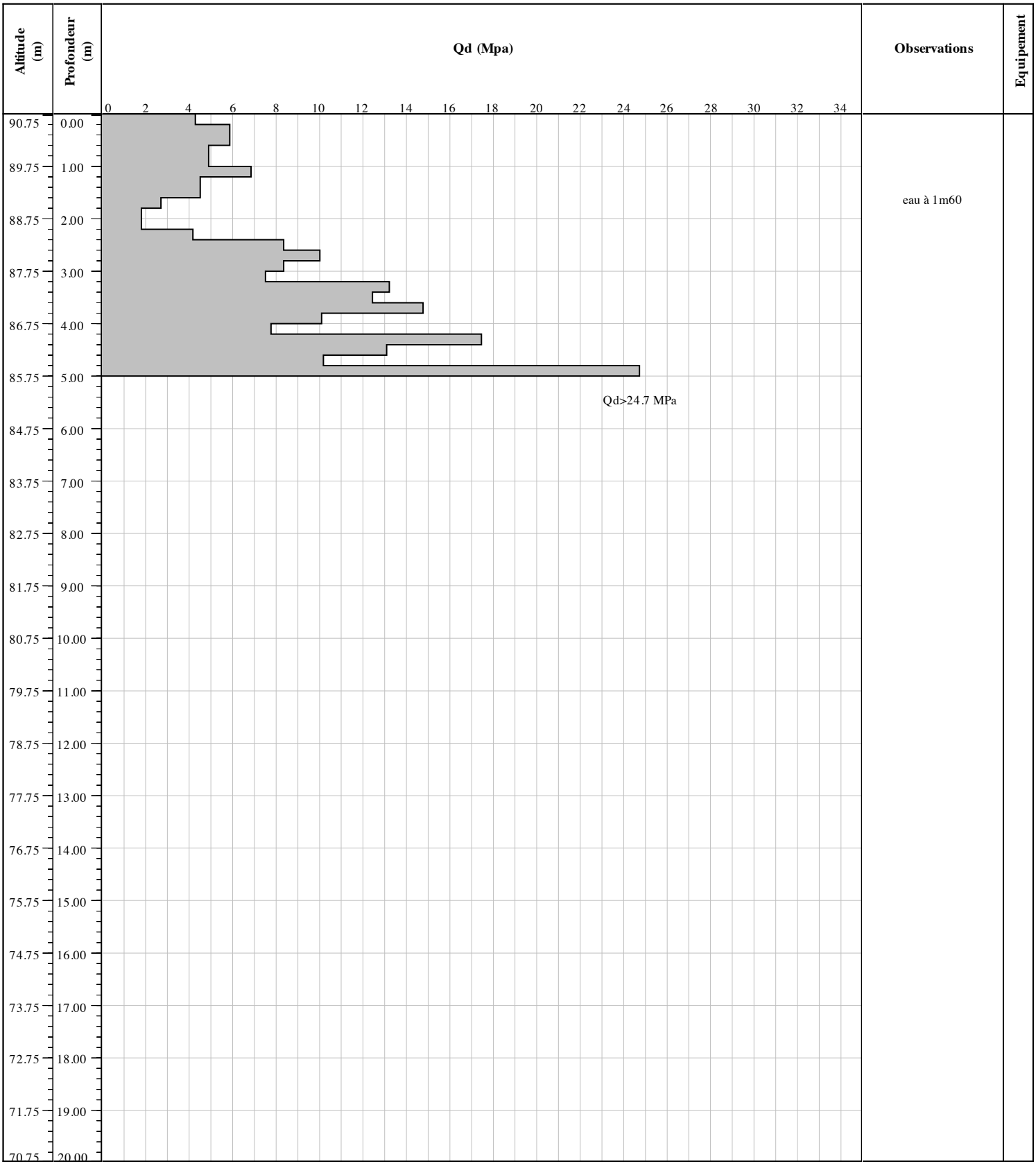
N° : D19-0129
Date : 03/04/2019

PENETROMETRE DYNAMIQUE

(Mouton 63.5 DaN - Chute 0.75 m - Pointe 50 mm.)

PD6

Profondeur : 5 m



SOL-ESSAIS

460 avenue Jean Perrin - 13290 AIX EN PROVENCE
Tél: 0442397485 - Fax: 0442397391 - Email: aix@sol-essais.fr

SENAS

CHEMIN DE L'AUTURE
GALAZON 2

X:
Y:
Z: 90.70 m

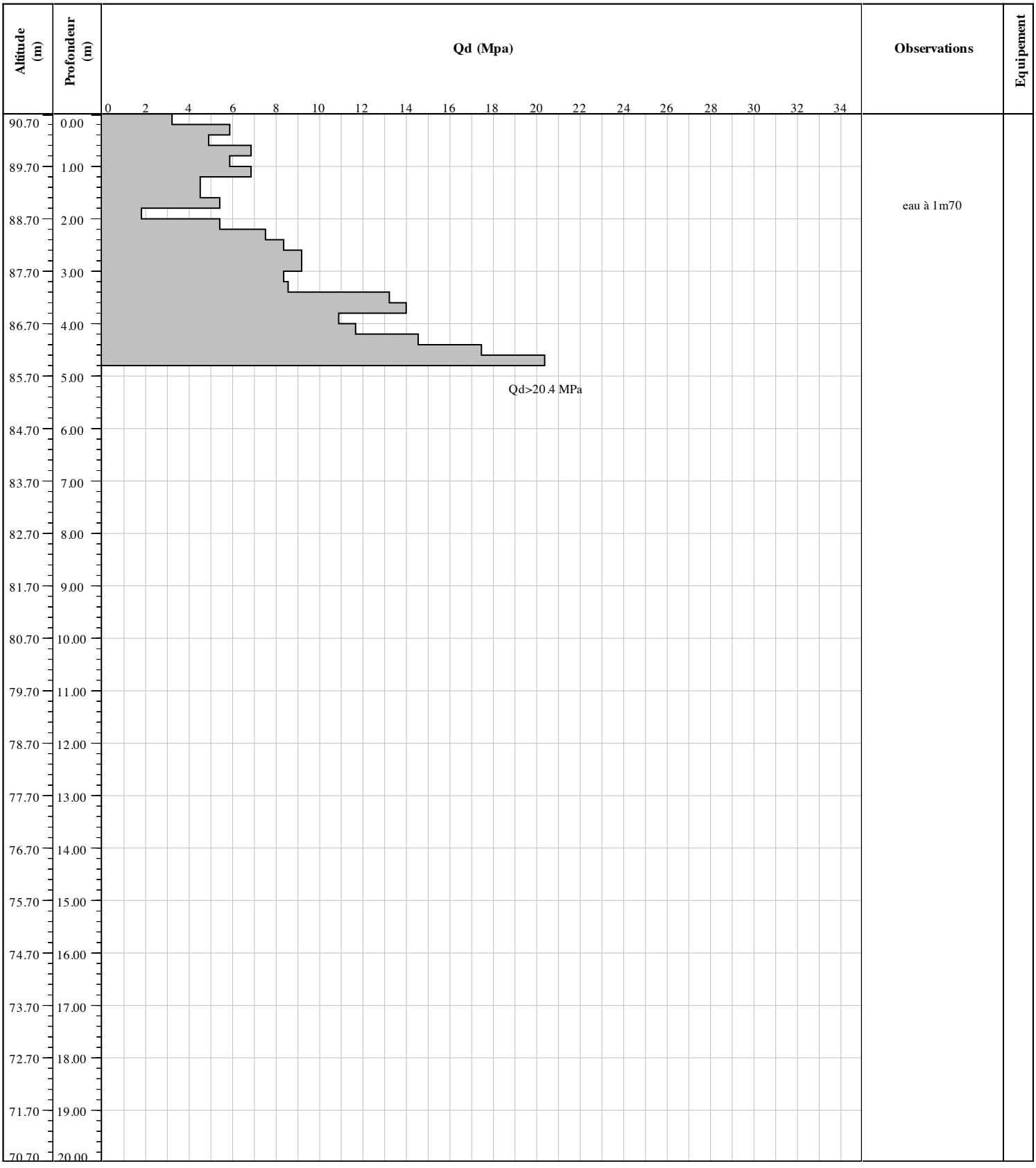
N° : D19-0129
Date : 03/04/2019

PENETROMETRE DYNAMIQUE

(Mouton 63.5 DaN - Chute 0.75 m - Pointe 50 mm.)

PD7

Profondeur : 4.8 m



SOL-ESSAIS

460 avenue Jean Perrin - 13290 AIX EN PROVENCE
Tél: 0442397485 - Fax: 0442397391 - Email: aix@sol-essais.fr

SENAS

CHEMIN DE L'AUTURE
GALAZON 2

X:
Y:
Z: 90.55 m

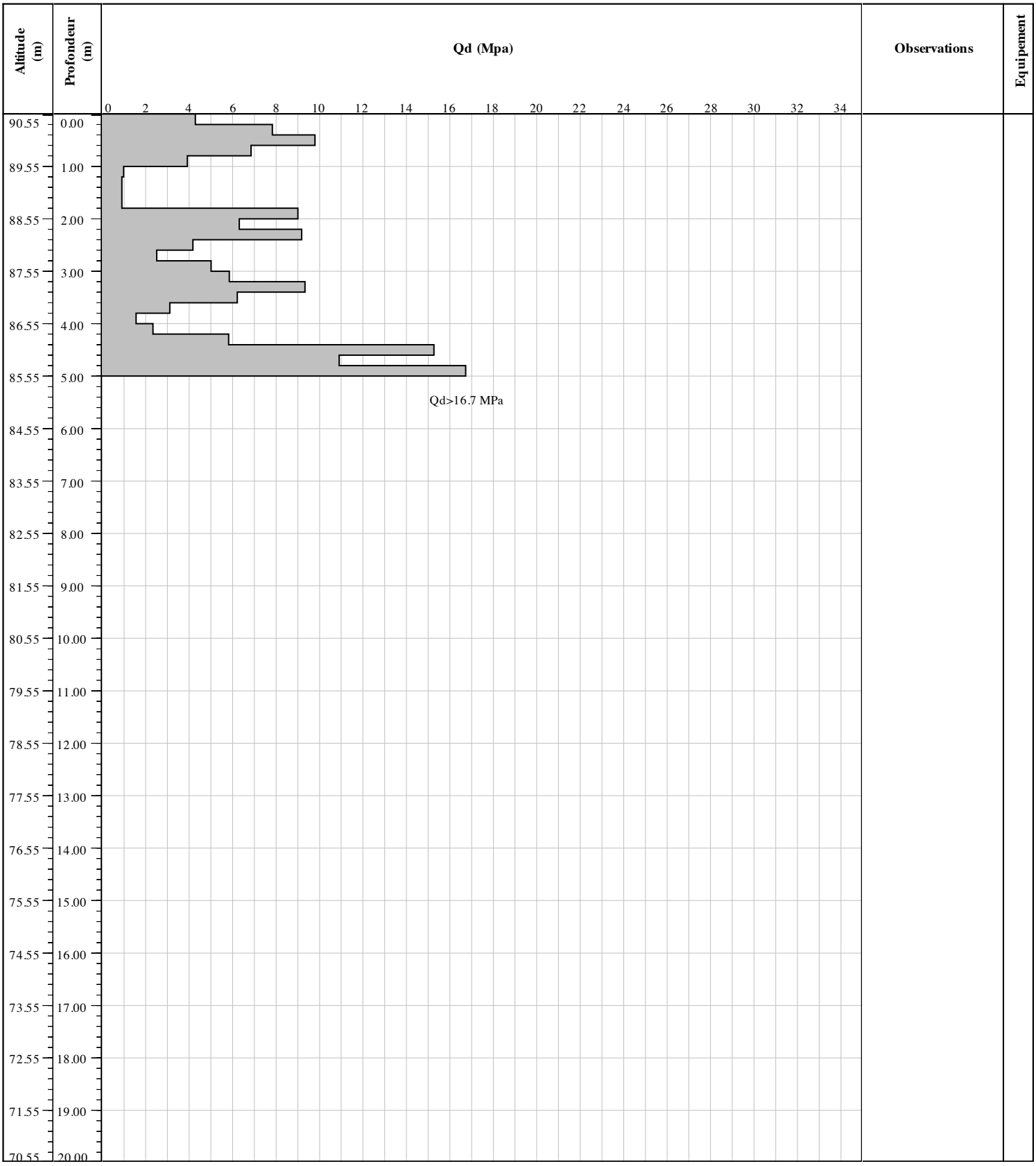
N° : D19-0129
Date : 03/04/2019

PENETROMETRE DYNAMIQUE

(Mouton 63.5 DaN - Chute 0.75 m - Pointe 50 mm.)

PD8

Profondeur : 5 m



SOL-ESSAIS

460 avenue Jean Perrin - 13290 AIX EN PROVENCE
Tél: 0442397485 - Fax: 0442397391 - Email: aix@sol-essais.fr

SENAS

CHEMIN DE L'AUTURE
GALAZON 2

X:
Y:
Z: 90.60 m

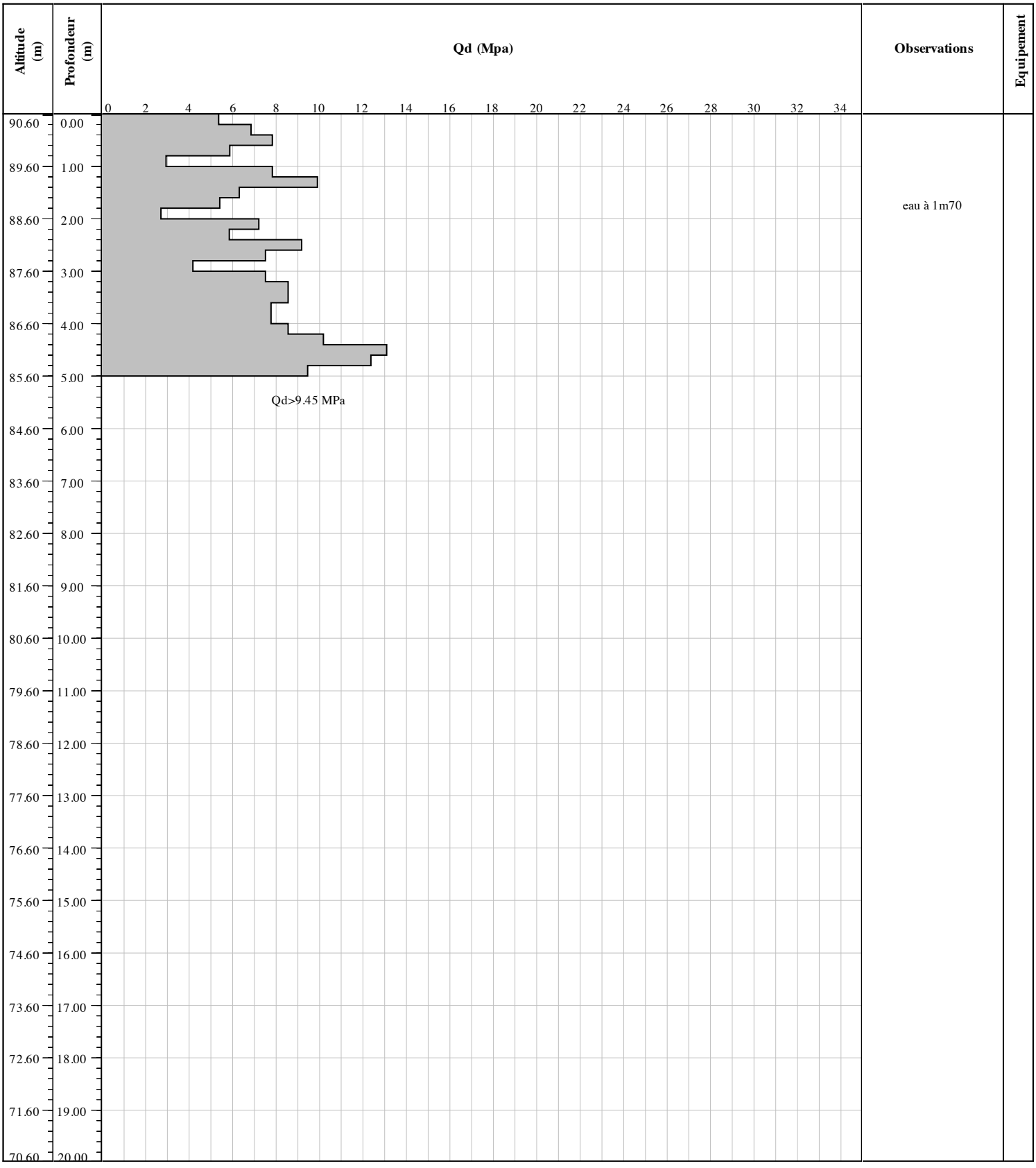
N° : D19-0129
Date : 03/04/2019

PENETROMETRE DYNAMIQUE

(Mouton 63.5 DaN - Chute 0.75 m - Pointe 50 mm.)

PD9

Profondeur : 5 m



SOL-ESSAIS

460 avenue Jean Perrin - 13290 AIX EN PROVENCE
Tél: 0442397485 - Fax: 0442397391 - Email: aix@sol-essais.fr

SENAS

CHEMIN DE L'AUTURE
GALAZON 2

X:
Y:
Z: 90.75 m

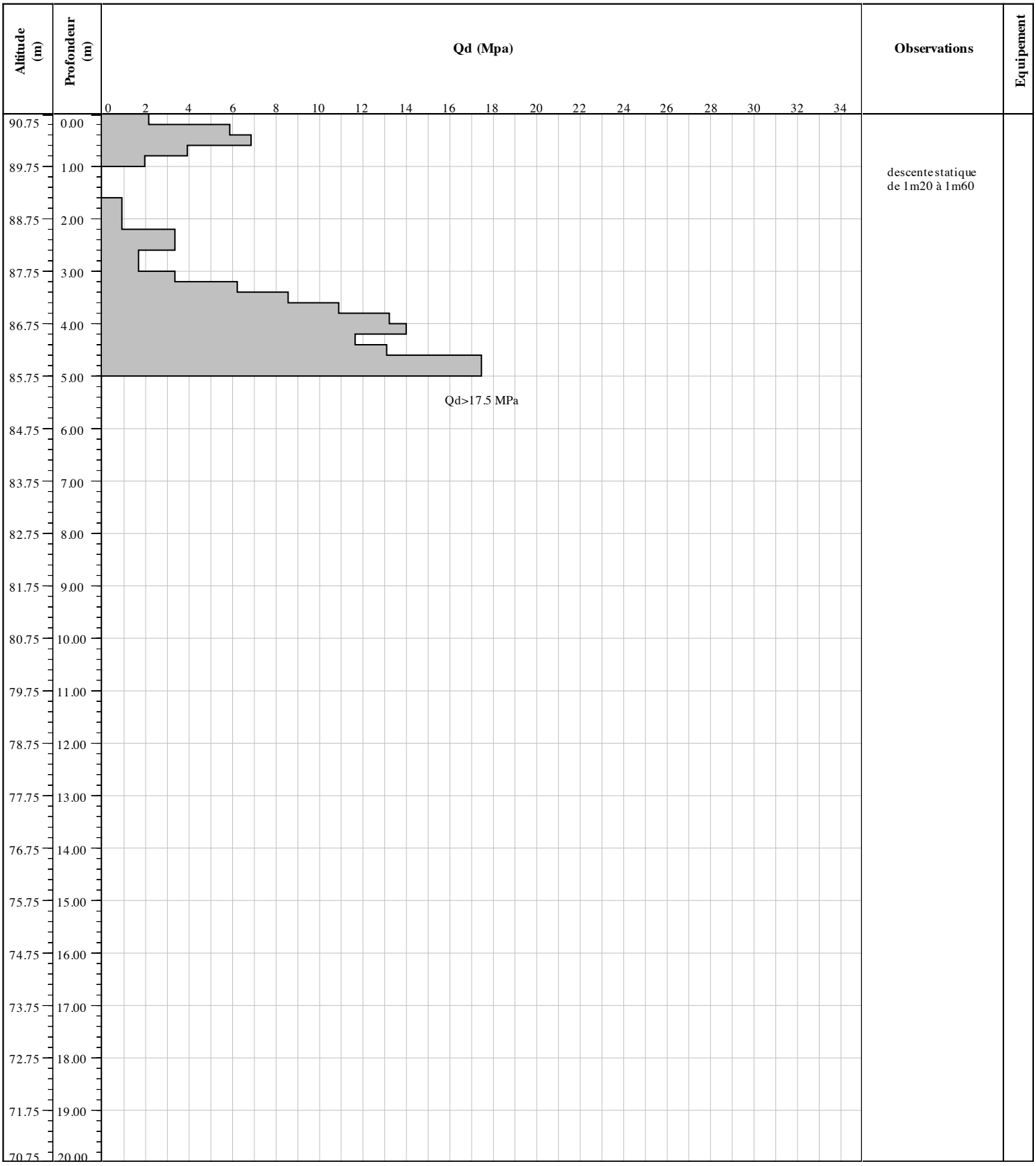
N° : D19-0129
Date : 03/04/2019

PENETROMETRE DYNAMIQUE

(Mouton 63.5 DaN - Chute 0.75 m - Pointe 50 mm.)

PD10

Profondeur : 5 m



SOL-ESSAIS

460 avenue Jean Perrin - 13290 AIX EN PROVENCE
Tél: 0442397485 - Fax: 0442397391 - Email: aix@sol-essais.fr

SENAS

CHEMIN DE L'AUTURE
GALAZON 2

X:
Y:
Z: 90.60 m

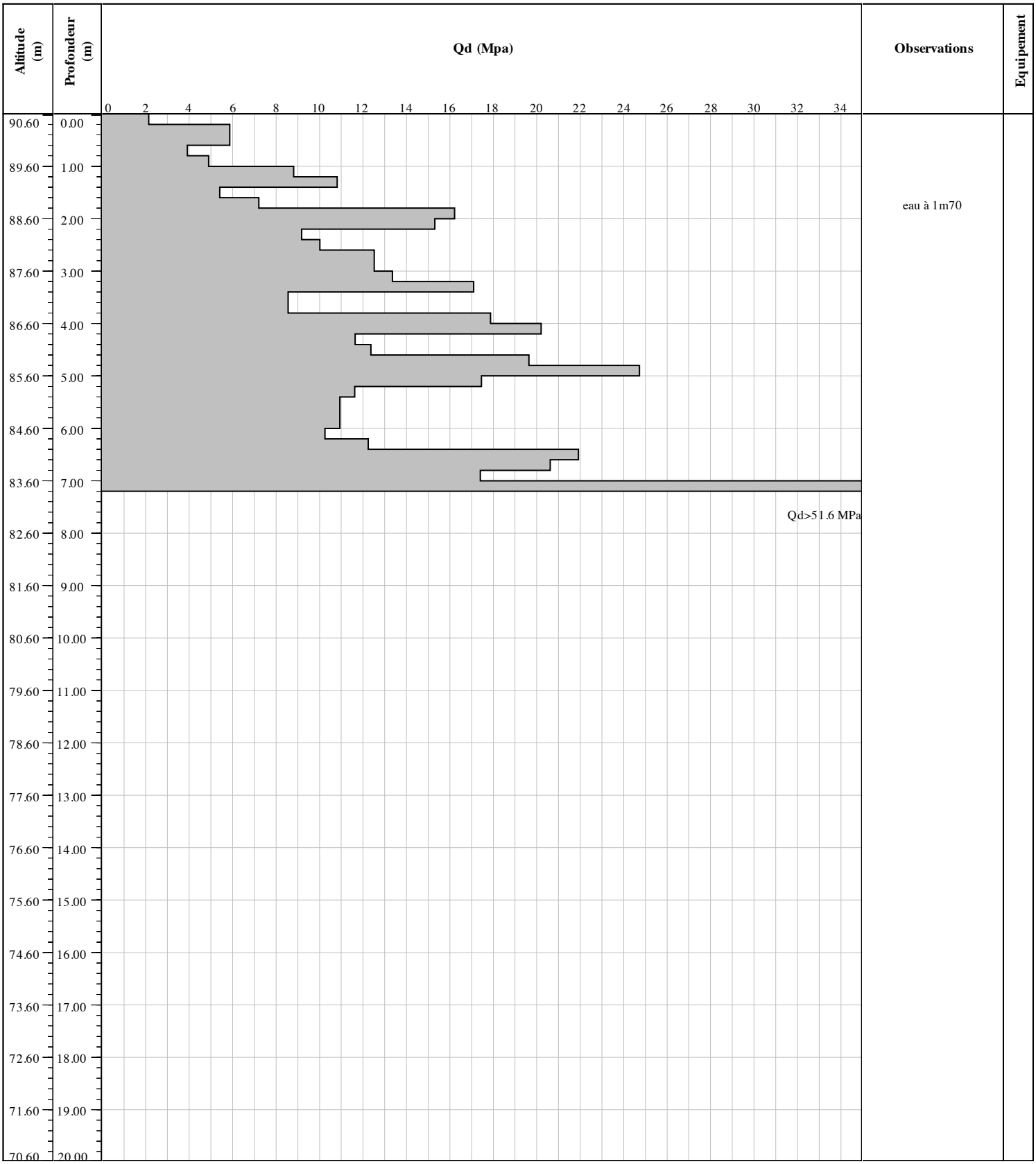
N° : D19-0129
Date : 04/04/2019

PENETROMETRE DYNAMIQUE

(Mouton 63.5 DaN - Chute 0.75 m - Pointe 50 mm.)

PD11

Profondeur : 7.2 m



SOL-ESSAIS

460 avenue Jean Perrin - 13290 AIX EN PROVENCE
Tél: 0442397485 - Fax: 0442397391 - Email: aix@sol-essais.fr

SENAS

CHEMIN DE L'AUTURE
GALAZON 2

X:
Y:
Z: 90.70 m

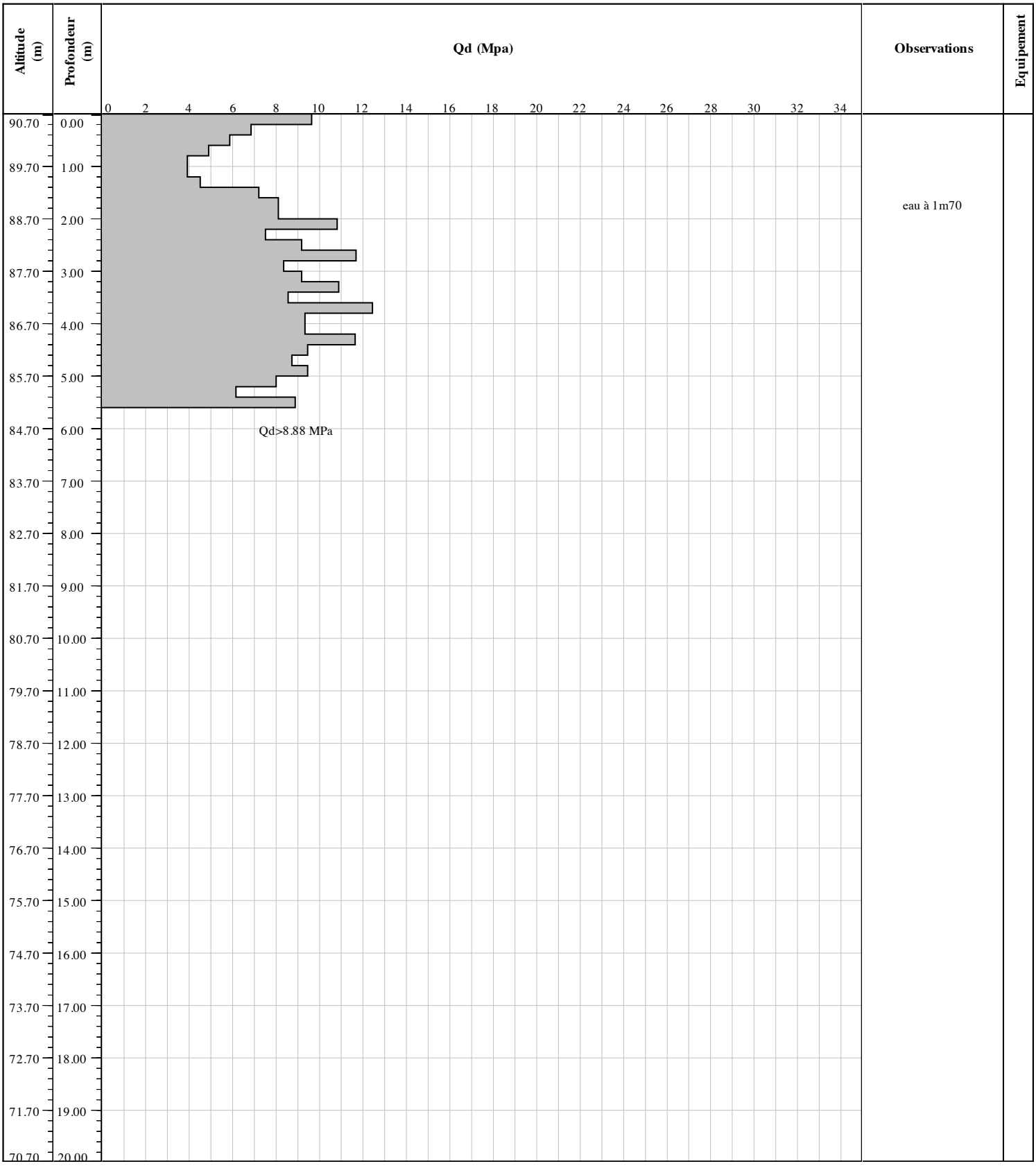
N° : D19-0129
Date : 04/04/2019

PENETROMETRE DYNAMIQUE

(Mouton 63.5 DaN - Chute 0.75 m - Pointe 50 mm.)

PD12

Profondeur : 5.6 m



SOL-ESSAIS

460 avenue Jean Perrin - 13290 AIX EN PROVENCE
Tél: 0442397485 - Fax: 0442397391 - Email: aix@sol-essais.fr

SENAS

CHEMIN DE L'AUTURE
GALAZON 2

X:
Y:
Z: 90.55 m

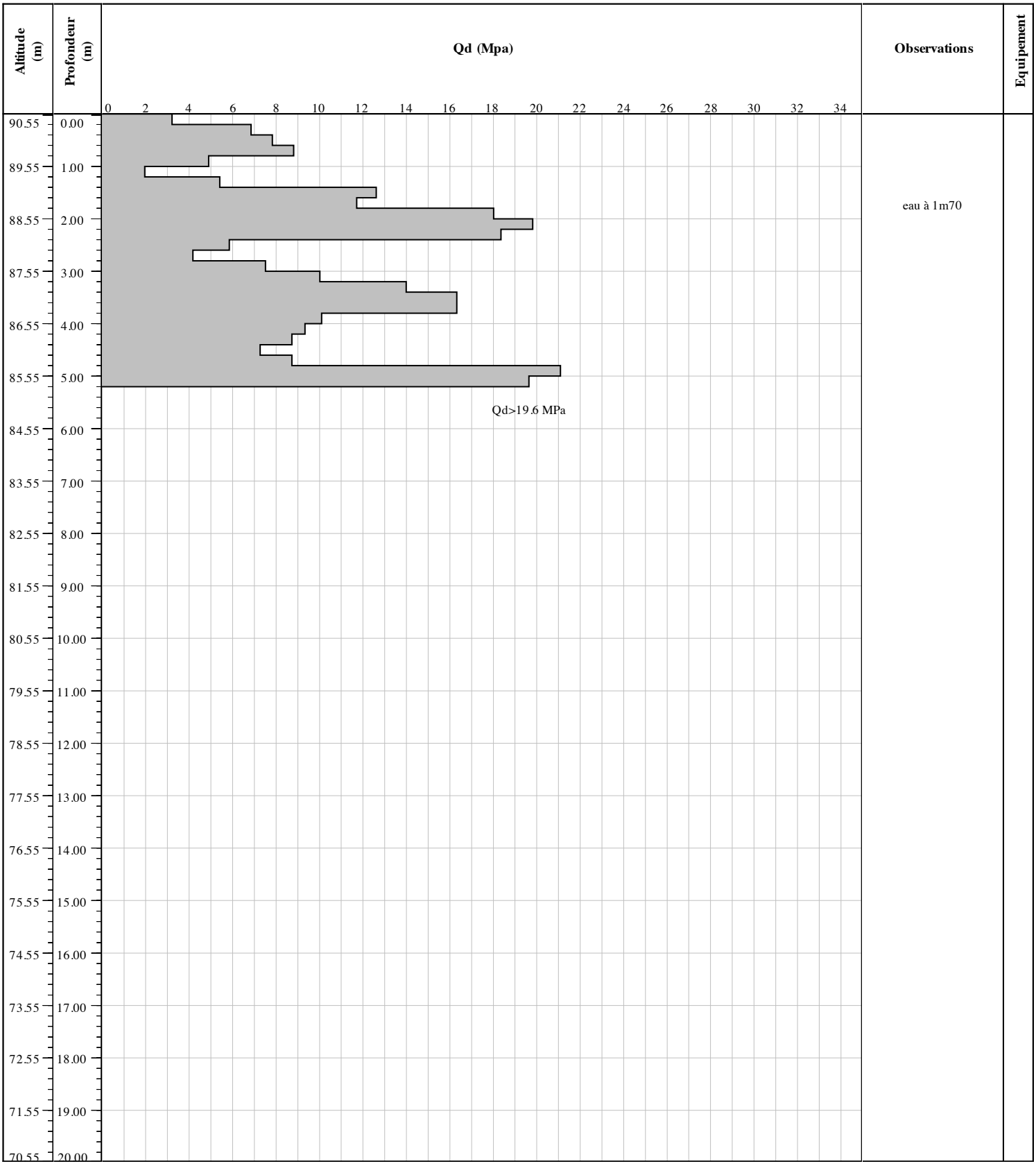
N° : D19-0129
Date : 04/04/2019

PENETROMETRE DYNAMIQUE

(Mouton 63.5 DaN - Chute 0.75 m - Pointe 50 mm.)

PD13

Profondeur : 5.2 m



SOL-ESSAIS

460 avenue Jean Perrin - 13290 AIX EN PROVENCE
Tél: 0442397485 - Fax: 0442397391 - Email: aix@sol-essais.fr

SENAS

CHEMIN DE L'AUTURE
GALAZON 2

X:
Y:
Z: 90.80 m

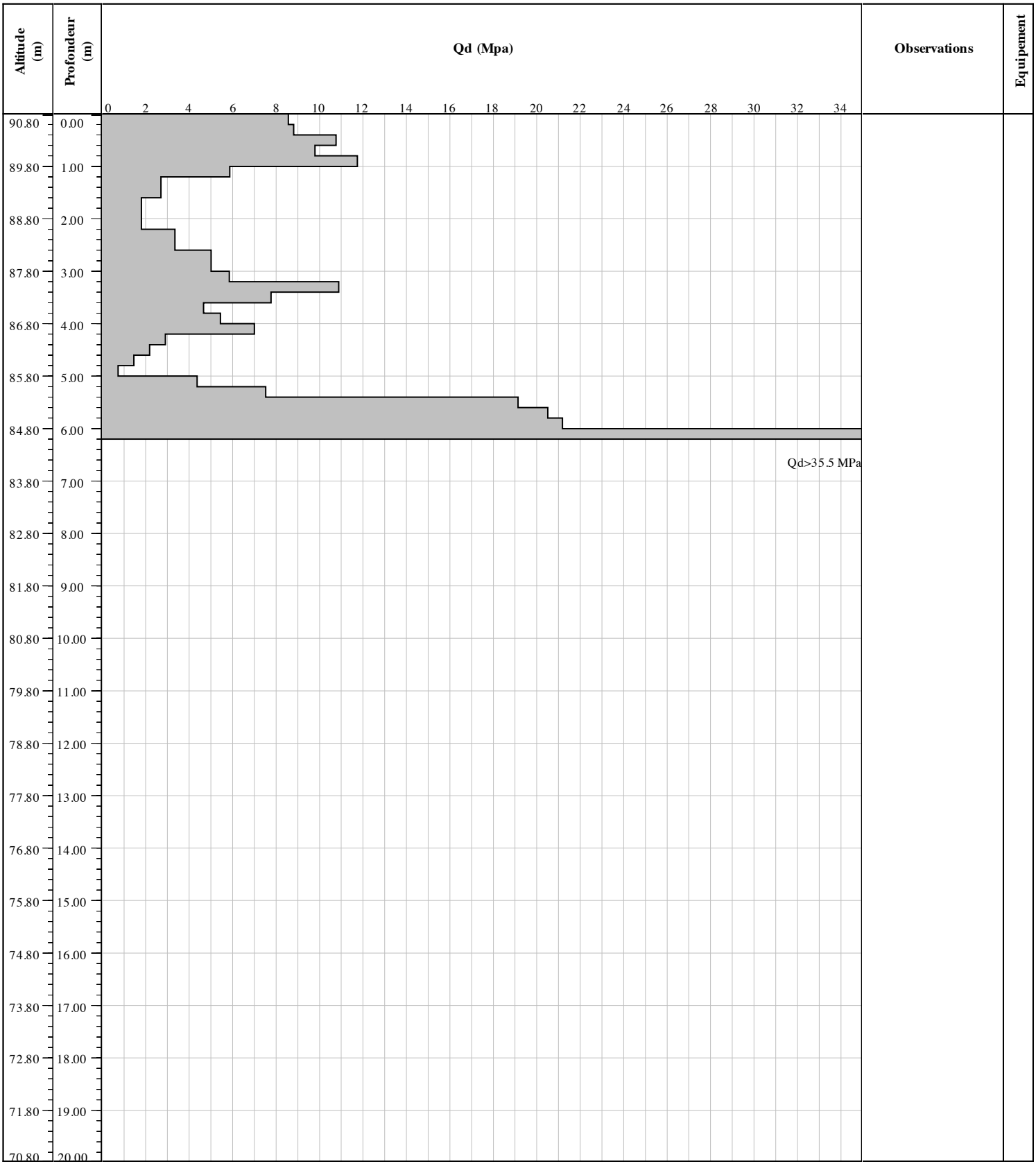
N° : D19-0129
Date : 10/05/2019

PENETROMETRE DYNAMIQUE

(Mouton 63.5 DaN - Chute 0.75 m - Pointe 50 mm.)

PD14

Profondeur : 6.2 m



SOL-ESSAIS

460 avenue Jean Perrin - 13290 AIX EN PROVENCE
Tél: 0442397485 - Fax: 0442397391 - Email: aix@sol-essais.fr

SENAS

CHEMIN DE L'AUTURE
GALAZON 2

X:
Y:
Z: 90.55 m

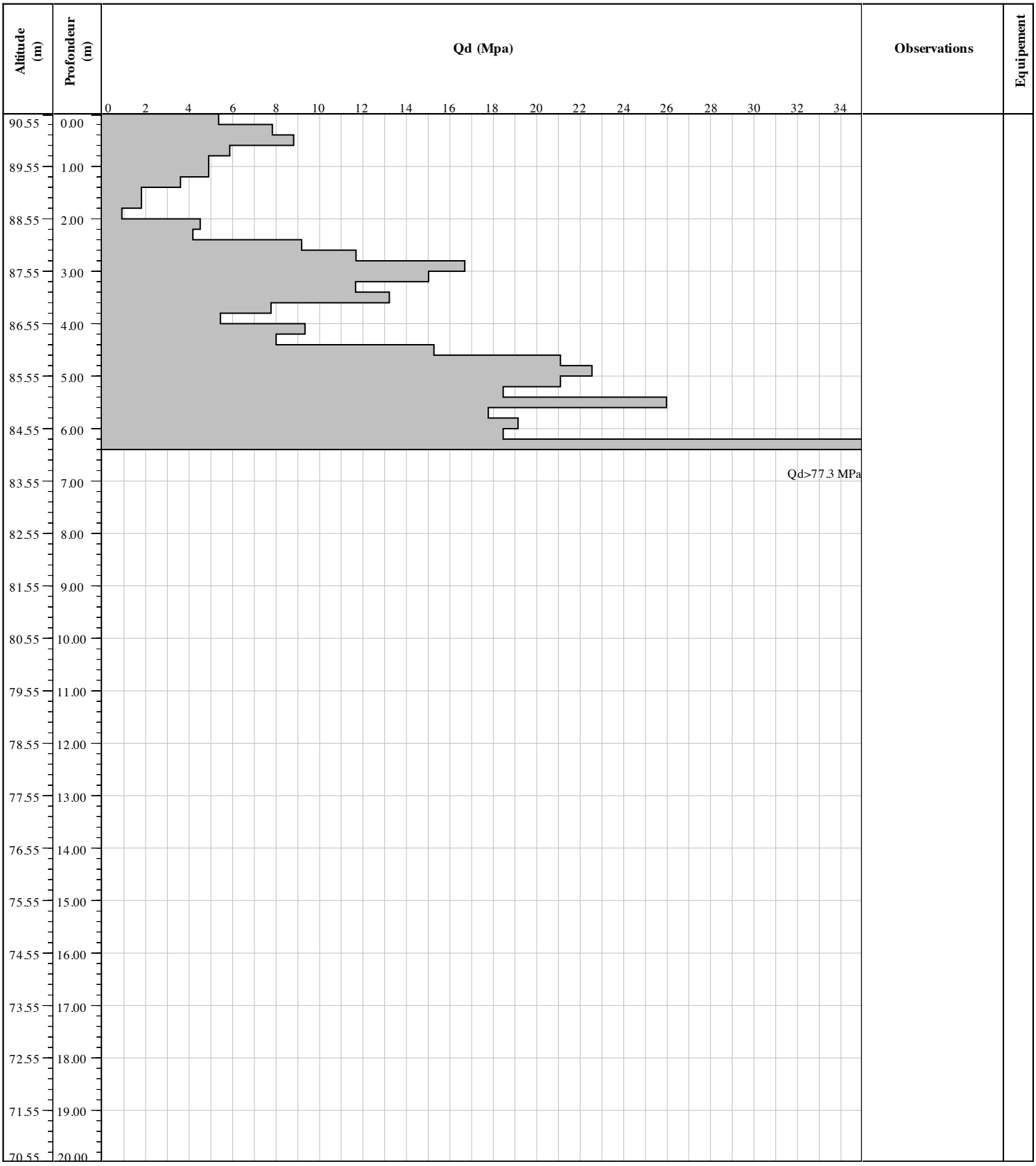
N° : D19-0129
Date : 10/05/2019

PENETROMETRE DYNAMIQUE

(Mouton 63.5 DaN - Chute 0.75 m - Pointe 50 mm.)

PD15

Profondeur : 6.4 m



SOL-ESSAIS

460 avenue Jean Perrin - 13290 AIX EN PROVENCE
Tél: 0442397485 - Fax: 0442397391 - Email: aix@sol-essais.fr

SENAS

CHEMIN DE L'AUTURE
GALAZON 2

X:
Y:
Z: 90.70 m

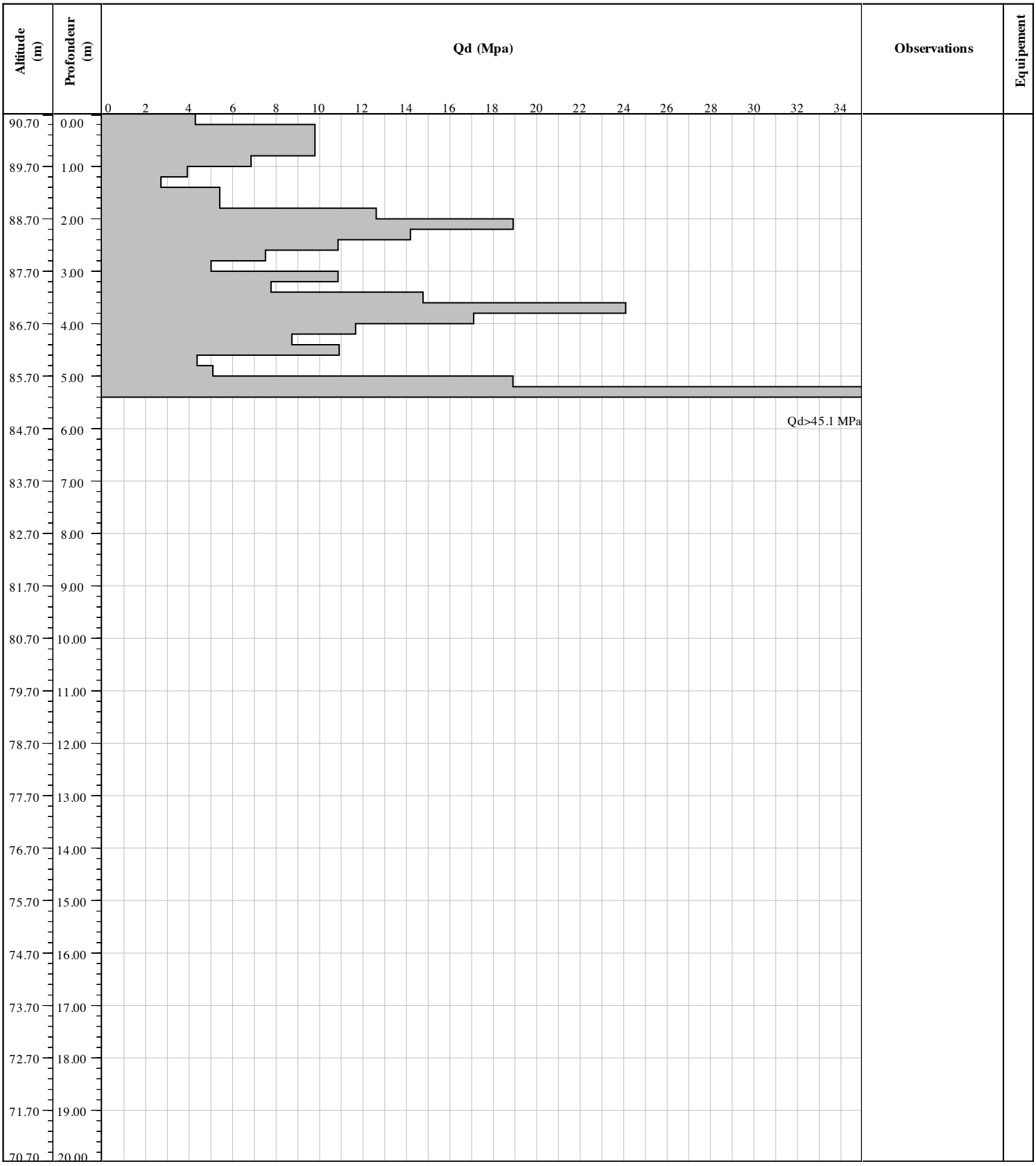
N° : D19-0129
Date : 10/05/2019

PENETROMETRE DYNAMIQUE

(Mouton 63.5 DaN - Chute 0.75 m - Pointe 50 mm.)

PD16

Profondeur : 5.4 m



SOL-ESSAIS

460 avenue Jean Perrin - 13290 AIX EN PROVENCE
Tél: 0442397485 - Fax: 0442397391 - Email: aix@sol-essais.fr

SENAS

CHEMIN DE L'AUTURE
GALAZON 2

X:
Y:
Z: 90.70 m

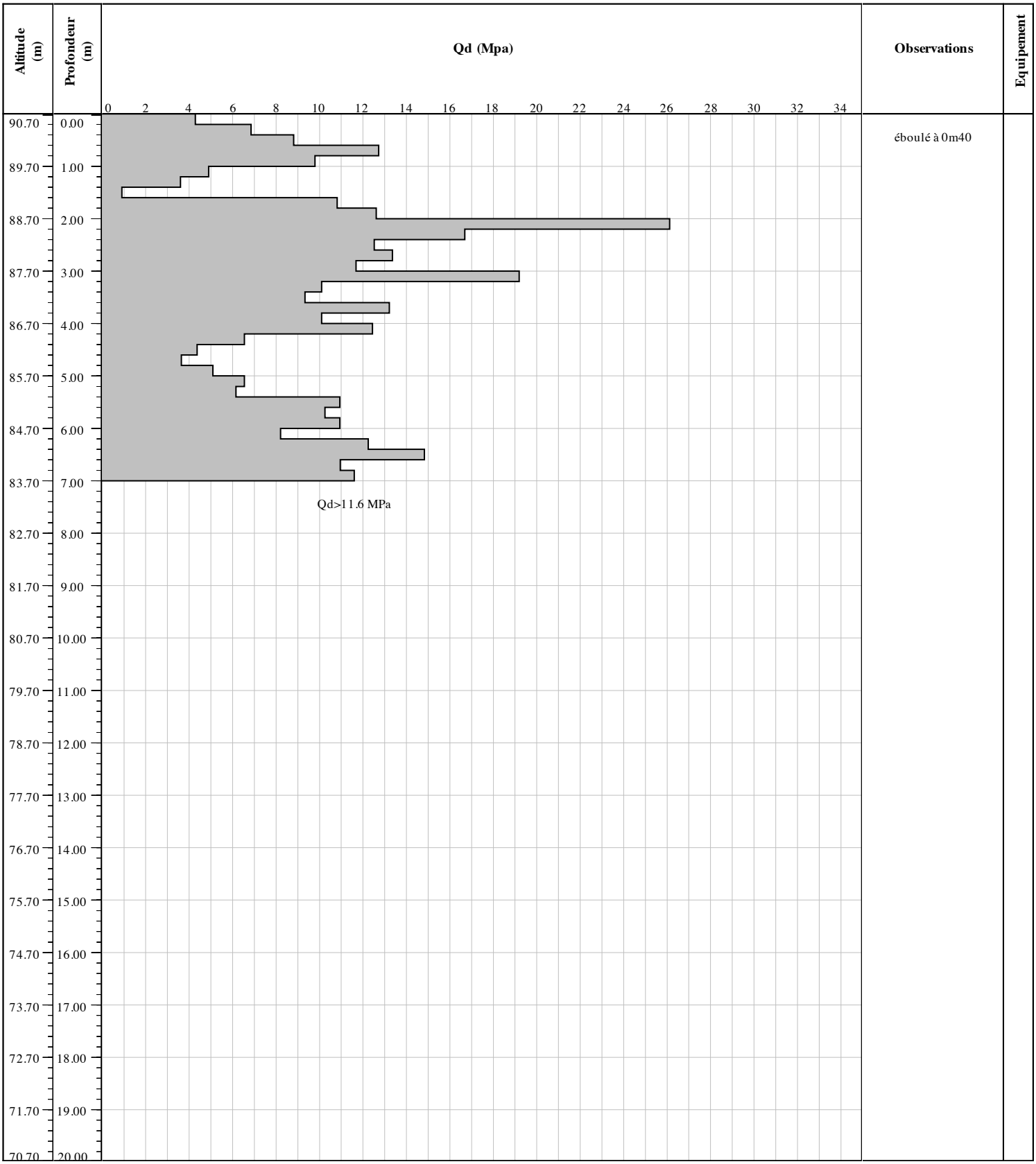
N° : D19-0129
Date : 10/05/2019

PENETROMETRE DYNAMIQUE

(Mouton 63.5 DaN - Chute 0.75 m - Pointe 50 mm.)

PD17

Profondeur : 7 m



SOL-ESSAIS

460 avenue Jean Perrin - 13290 AIX EN PROVENCE
Tél: 0442397485 - Fax: 0442397391 - Email: aix@sol-essais.fr

SENAS

CHEMIN DE L'AUTURE
GALAZON 2

X:
Y:
Z: 90.65 m

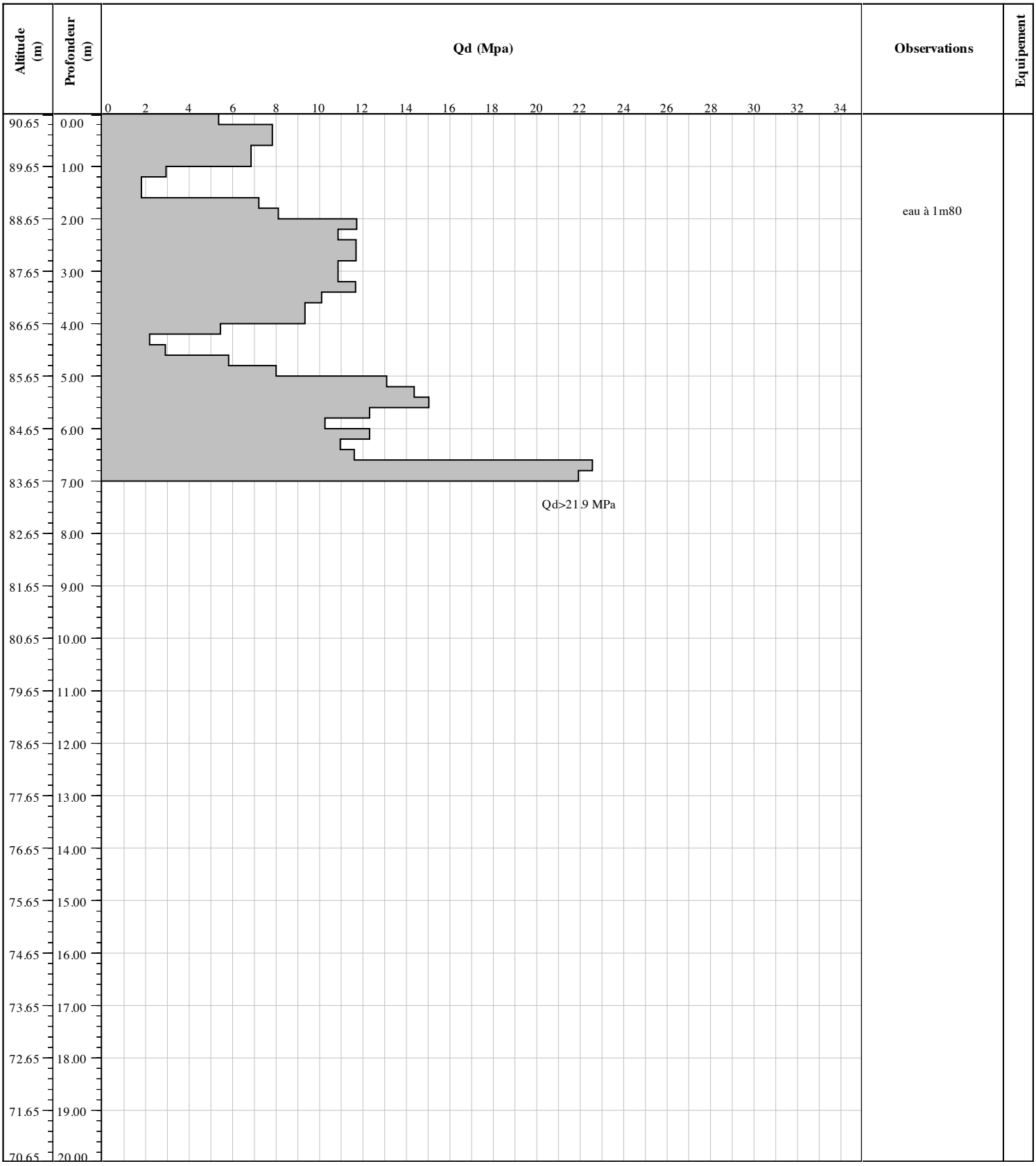
N° : D19-0129
Date : 10/05/2019

PENETROMETRE DYNAMIQUE

(Mouton 63.5 DaN - Chute 0.75 m - Pointe 50 mm.)

PD18

Profondeur : 7 m



SOL-ESSAIS

460 avenue Jean Perrin - 13290 AIX EN PROVENCE
Tél: 0442397485 - Fax: 0442397391 - Email: aix@sol-essais.fr

SENAS

CHEMIN DE L'AUTURE
GALAZON 2

X:
Y:
Z: 90.40 m

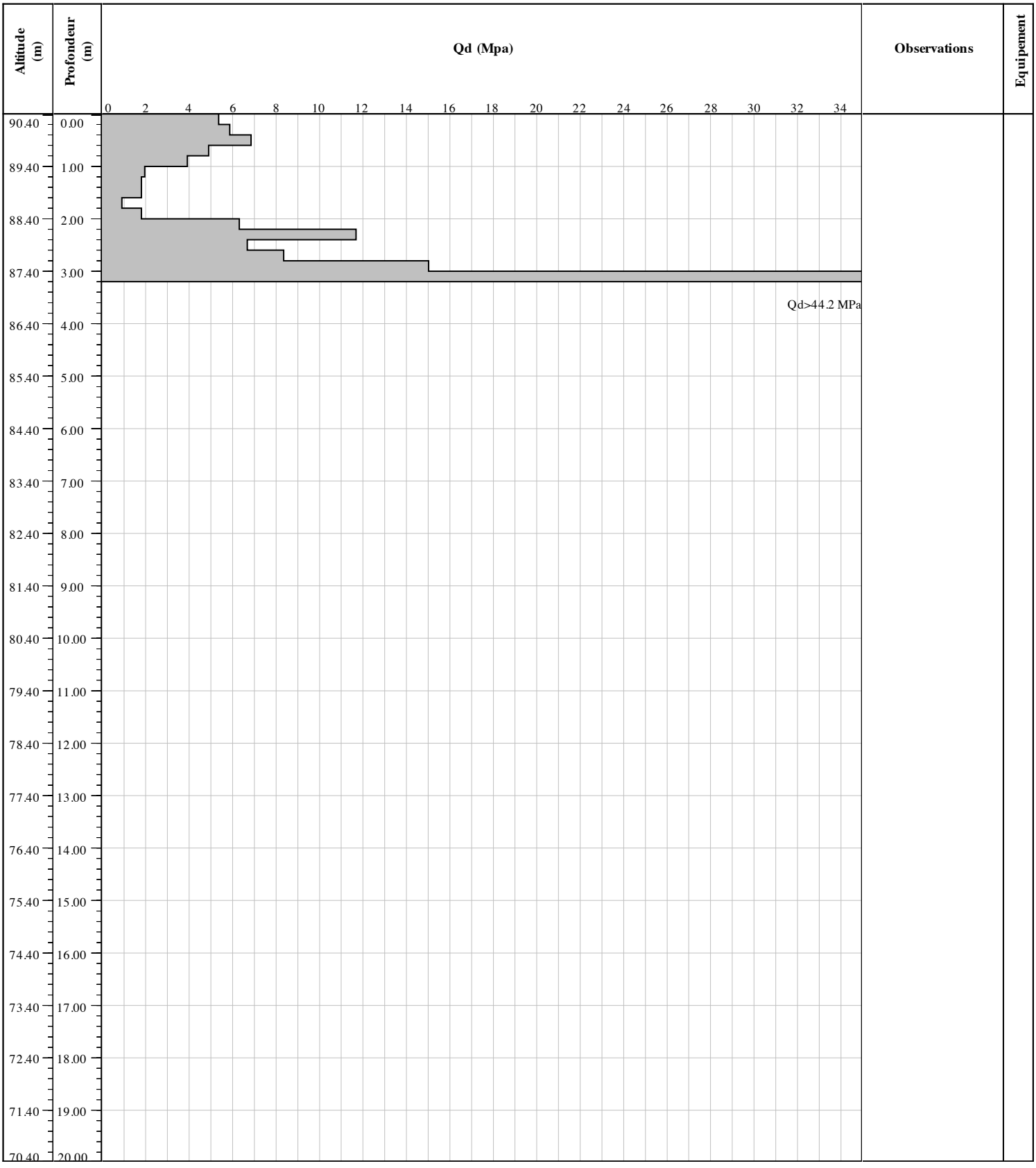
N° : D19-0129
Date : 10/05/2019

PENETROMETRE DYNAMIQUE

(Mouton 63.5 DaN - Chute 0.75 m - Pointe 50 mm.)

PD19

Profondeur : 3.2 m



SOL-ESSAIS

460 avenue Jean Perrin 13851 AIX EN PROVENCE Cedex 3

Tél. 04 42 39 74 85 - eMail aix@sol-essais.fr - Télécopie 04 42 39 73 91

SENAS

Galazon 2

Chemin du Pont de l'Auture

Altitude Z NGF

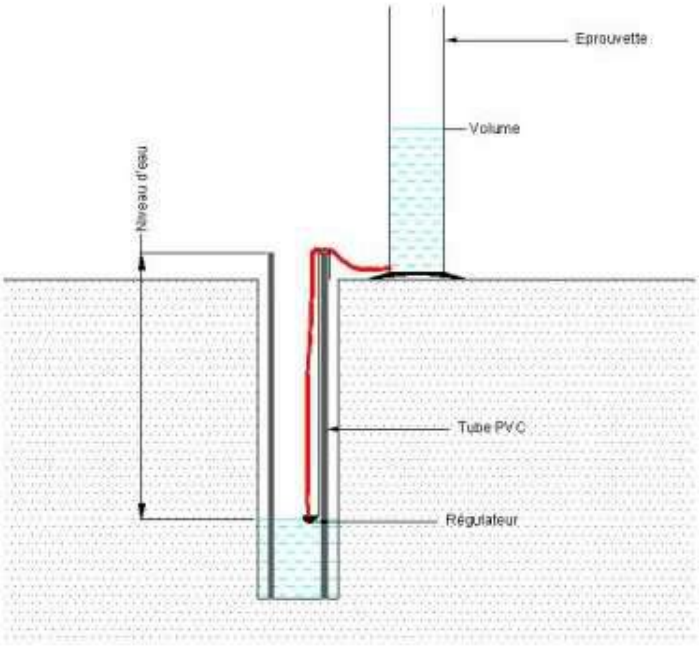
Mesure de perméabilité

(Charge variable)

Porchet 1 de 0,55 m à 0,7 m

SEI n°: SOLA-D19-0129 **Date :** 04/04/19

ESSAI D'INFILTRATION - ESSAI PORCHET



Données de l'essai :

Diamètre Tarière =	0,140 m
Profondeur essai =	0,700 m
Prof. niveau / sol =	0,550 m

Volume injecté en 10 mn = 0,2 litres

Coeficient de Perméabilité :

K = Q / S = (vol. injecté / temps essai) / Surface mouillée

K = 4,1E-06 m/s

Soit **K = 14,7 mm/h**

Classes de perméabilité en fonction des valeurs de K

Valeurs de K	**m/s**	$< 10^{-7}$	10^{-7} à 10^{-6}	10^{-6} à 10^{-5}	10^{-5} à 10^{-4}	$> 10^{-4}$
	mm/h	< 0,36	0,36 à 3,6	3,6 à 36	36 à 360	> 360
Type de sol		sol imperméable	sol peu perméable	sol moyennement perméable	sol perméable	sol très perméable

SOL-ESSAIS

460 avenue Jean Perrin 13851 AIX EN PROVENCE Cedex 3

Tél. 04 42 39 74 85 - eMail aix@sol-essais.fr - Télécopie 04 42 39 73 91

SENAS

Galazon 2

Chemin du Pont de l'Auture

Altitude Z **NGF**

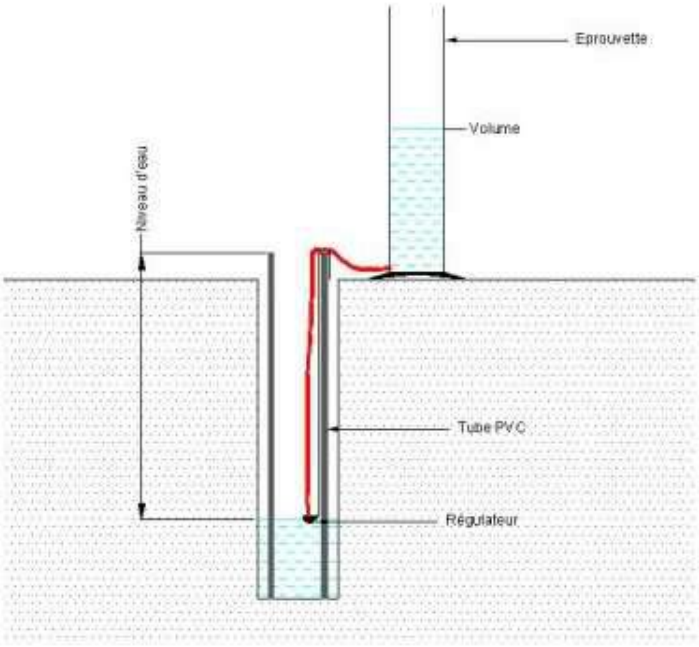
Mesure de perméabilité

(Charge variable)

Porchet 2 de 0,55 m à 0,7 m

SEI n°: SOLA-D19-0129 **Date : 04/04/19**

ESSAI D'INFILTRATION - ESSAI PORCHET



Données de l'essai :

Diamètre Tarière =	0,120 m
Profondeur essai =	0,700 m
Prof. niveau / sol =	0,550 m

Volume injecté en 10 mn = 0,5 litres

Coeficient de Perméabilité :

K = Q / S = (vol. injecté / temps essai) / Surface mouillée

K = 1,2E-05 m/s

Soit **K = 44,2 mm/h**

Classes de perméabilité en fonction des valeurs de K

Valeurs de K	**m/s**	$< 10^{-7}$	10^{-7} à 10^{-6}	10^{-6} à 10^{-5}	10^{-5} à 10^{-4}	$> 10^{-4}$
	mm/h	< 0,36	0,36 à 3,6	3,6 à 36	36 à 360	> 360
Type de sol		sol imperméable	sol peu perméable	sol moyennement perméable	sol perméable	sol très perméable

SOL-ESSAIS

460 avenue Jean Perrin 13851 AIX EN PROVENCE Cedex 3

Tél. 04 42 39 74 85 - eMail aix@sol-essais.fr - Télécopie 04 42 39 73 91

SENAS

Galazon 2

Chemin du Pont de l'Auture

Altitude Z **NGF**

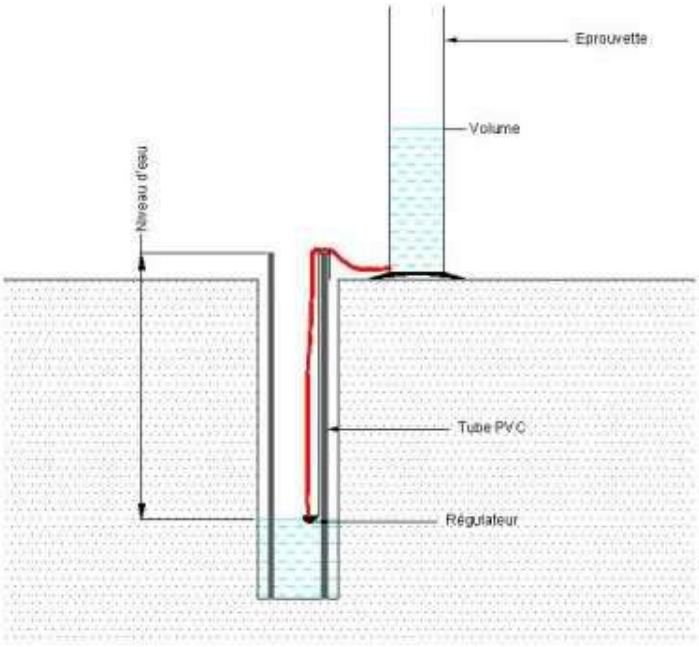
Mesure de perméabilité

(Charge variable)

Porchet 3 de 0,45 m à 0,6 m

SEI n°: SOLA-D19-0129 **Date : 04/04/19**

ESSAI D'INFILTRATION - ESSAI PORCHET



Données de l'essai :

Diamètre Tarière =	0,120 m
Profondeur essai =	0,600 m
Prof. niveau / sol =	0,450 m

Volume injecté en 10 mn = 0,4 litres

Coeficient de Perméabilité :

K = Q / S = (vol. injecté / temps essai) / Surface mouillée

K = 9,8E-06 m/s

Soit **K = 35,4 mm/h**

Classes de perméabilité en fonction des valeurs de K

Valeurs de K	**m/s**	$< 10^{-7}$	10^{-7} à 10^{-6}	10^{-6} à 10^{-5}	10^{-5} à 10^{-4}	$> 10^{-4}$
	mm/h	< 0,36	0,36 à 3,6	3,6 à 36	36 à 360	> 360
Type de sol		sol imperméable	sol peu perméable	sol moyennement perméable	sol perméable	sol très perméable

SOL-ESSAIS

460 avenue Jean Perrin 13851 AIX EN PROVENCE Cedex 3

Tél. 04 42 39 74 85 - eMail aix@sol-essais.fr - Télécopie 04 42 39 73 91

SENAS

Galazon 2

Chemin du Pont de l'Auture

Mesures des niveaux d'eau

(Piézomètres ouverts)

Pz-FP4

SEI n°: SOLA-D19-0129

Pz-FP4

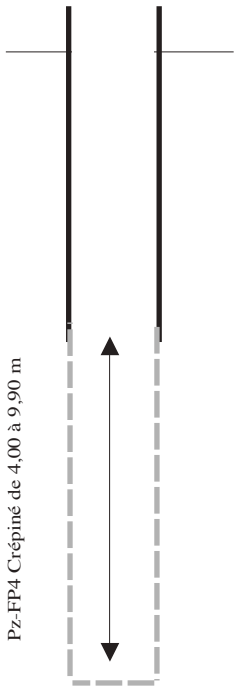
Z(tête) Rel. = 91,35 | Z(tête) NGF = 0,00

Z(pied) Rel. = 81,45 | Z(pied) NGF = 0,00

Z(TN) Rel. = 90,90 | Z(TN) NGF =

Dates	n° de mes.	Nbr de jours	Mesures (m)	Altitude (Rel.)	Mesures (m)	Altitude (NGF)	Observations	Schéma
14/03/19	0	0					Pose	
15/03/19	1	1	5,35	86,00				
08/04/19	2	25	2,00	89,35				
21/08/19	3	160	1,69	89,66				
06/11/19	4	237	1,61	89,74				

Pz-FP4: Z(TN) Rel. =90,90



Prof. Pz-FP4 = 9,90 m

Z(pied) Rel. = 81,45

SOL-ESSAIS

460 avenue Jean Perrin 13851 AIX EN PROVENCE Cedex 3

Tél. 04 42 39 74 85 - eMail aix@sol-essais.fr - Télécopie 04 42 39 73 91

SENAS

Galazon 2

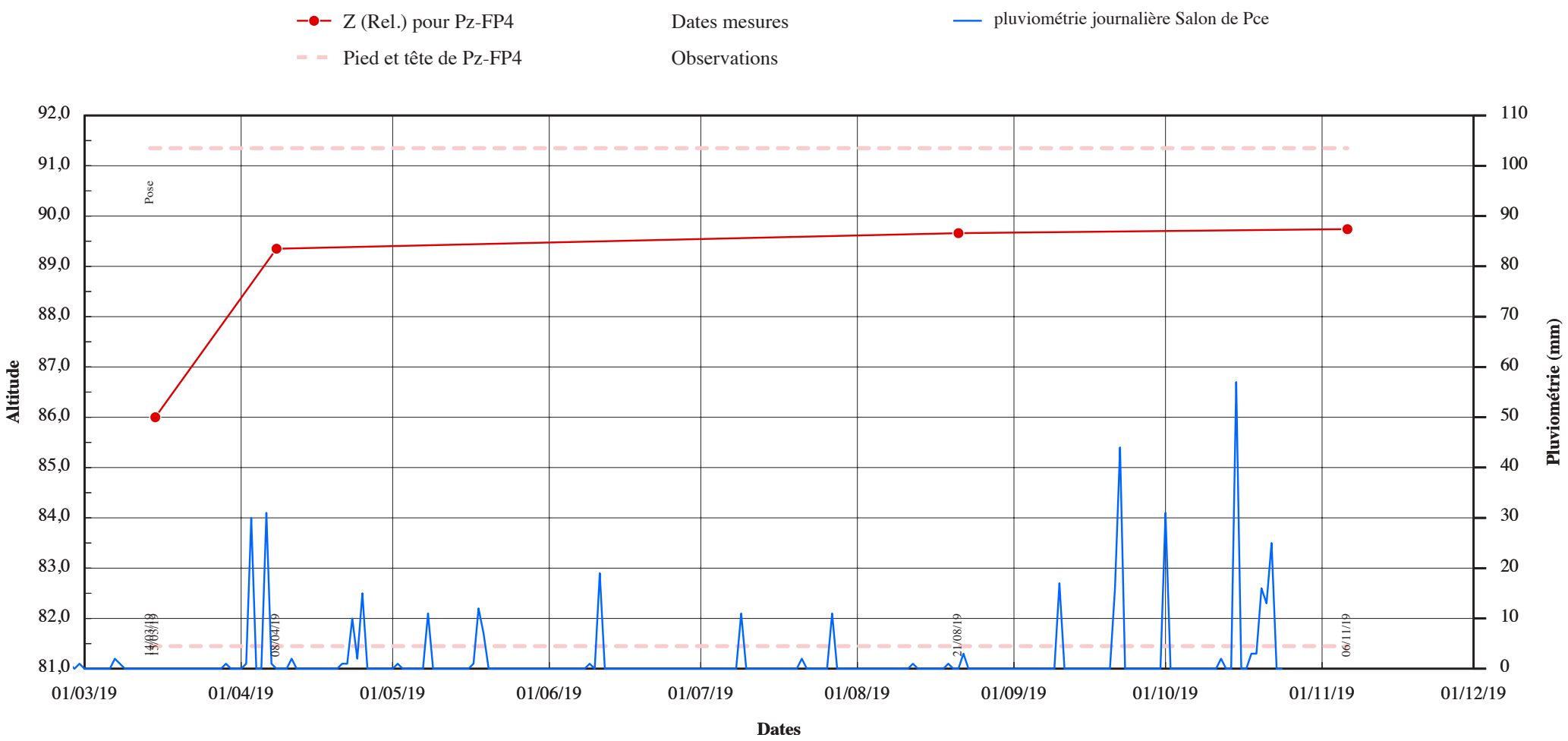
Chemin du Pont de l'Auture

Mesures des niveaux d'eau
(Piézomètres ouverts)

Pz-FP4

SEI n°: SOLA-D19-0129

Courbes d'évolution des altitudes des niveaux d'eau



SOL-ESSAIS

460, Avenue Jean Perrin - 13851 AIX EN PROVENCE Cedex 3

Tél. 04 42 39 74 85 - Télécopie 04 42 39 73 91

ESSAIS DE LABORATOIRE

IDENTIFICATION

SENAS (13)

GALAZON 2

SE N°: SOLA-D19-0129-01 **Date :** 22/03/2019

SONDAGES			IDENTIFICATION																
													Limites d'Atterberg					
N°	Prof.	Description géotechnique	Teneur en eau	Densité humide	Densité sèche	Densité des grains	Indice des vides	Degrés saturation	Teneur en eau de saturation	Teneur en CO_3Ca	Valeur au bleu	Granulométrie	Liquidité	Plasticité	Ind.plasticité	Ind.consistance	INDICE PORTANT IMMEDIAT	Classification S. E. T. R. A
	METRES		W (%)	γh	γd	γs	e	Sr (%)	Ws (%)	(%)			Wl (%)	Wp (%)	IP (%)	IC	IPI	
A	2,00 – 2,60	Galets et graviers roulés avec peu de sable limoneux, ensemble grisâtre, humide.	6,6								0,12	+						C_1B_3
B	0,75 – 1,70	Limon sableux, peu argileux, carbonaté, bariolé marron-clair-jaunâtre à gris, consistant, ± plastique.	23,7	2,01	1,62	2,70	0,66	97				+	30	25	5	1,26		A_1
G	1,60 – 2,40	Limon sableux, peu argileux, carbonaté, gris, ± consistant, plastique.	26,2	1,99	1,58		0,71	99				+	27	22	5	0,16		A_1
L	1,40 – 3,00	Limon argileux, finement sableux, carbonaté, gris-noirâtre, mou à mi-consistant, plastique.	37,2	1,85	1,35		1,00	100				+	38	28	10	0,08		A_1

SOL-ESSAIS
460 Avenue Jean Perrin
13851 AIX EN PROVENCE Cedex 3
Tél. 04 42 39 74 85 **Télécopie 04 42 39 73 91**

ANALYSE GRANULOMETRIQUE

SENAS (13)
GALAZON 2
N°: SOLA-D19-0129-01 15-22/03/2019

SONDAGE: A **Profondeur: 2,00 à 2,60 m**

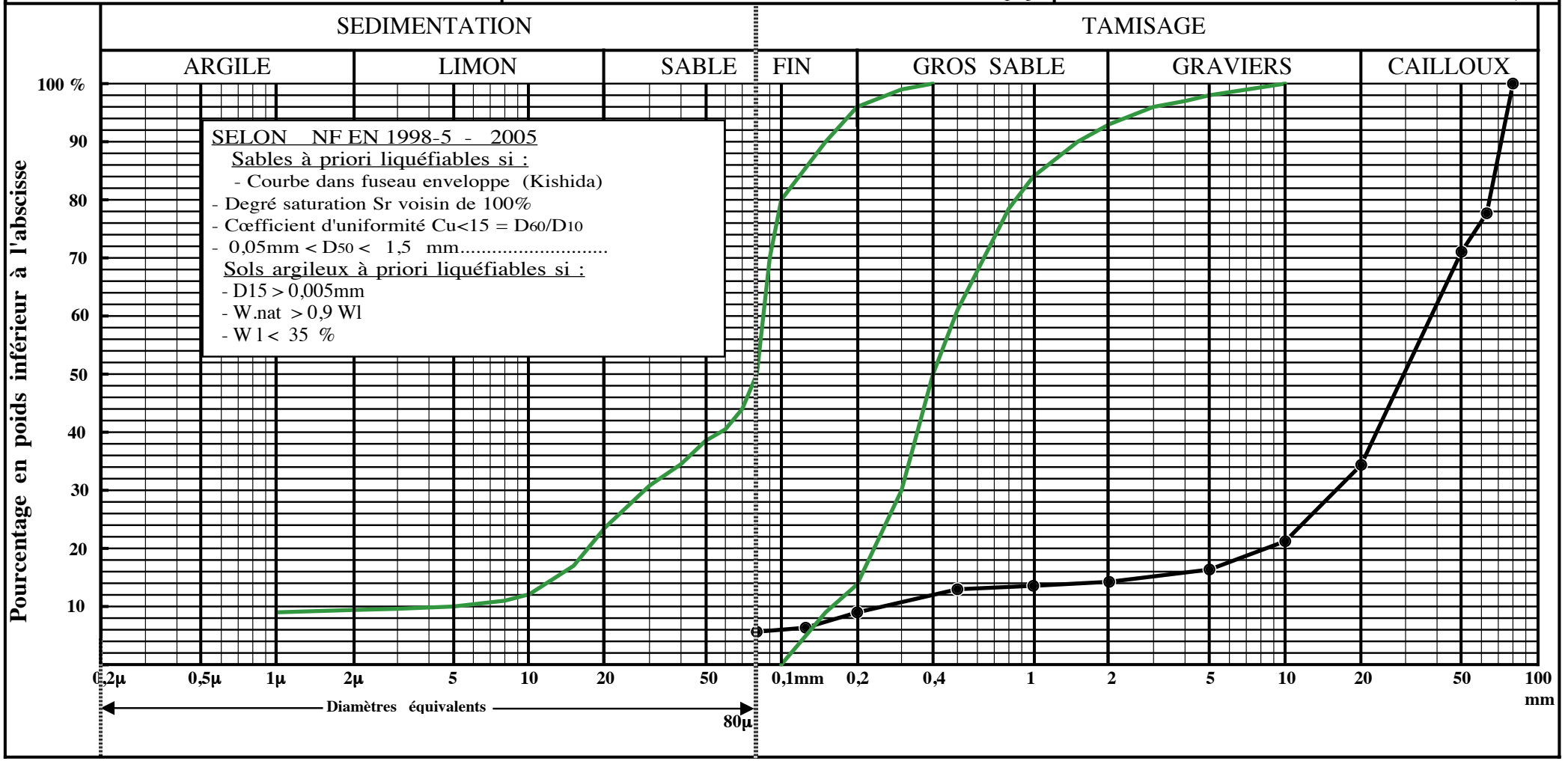
DESCRIPTION

Galets et graviers roulés avec peu de sable limoneux, ensemble grisâtre, humide.

Teneur en eau initiale	W % :	6,6
Densité humide	γ :	
Densité sèche	γ d :	
Densité des grains	γ s :	
Indice des vides	e :	
Degré de saturation	Sr % :	
CLASSIFICATION " SETRA "	:	C_1B_3

LIMITES D' ATTERBERG :

Limite de liquidité	Wl % :	
Limite de plasticité	Wp % :	
Limite de retrait	Wr % :	
Indice de plasticité	I p :	
Indice de consistance	I c :	
Valeur de bleu	VBS :	0,12



SOL-ESSAIS

460 Avenue Jean Perrin

13851 AIX EN PROVENCE Cedex 3

Tél. 04 42 39 74 85 **Télécopie 04 42 39 73 91**

ANALYSE GRANULOMETRIQUE

SENAS (13)

GALAZON 2

N°: SOLA-D19-0129-01 15-20/03/2019

SONDAGE: B **Profondeur: 0,75 à 1,70 m**

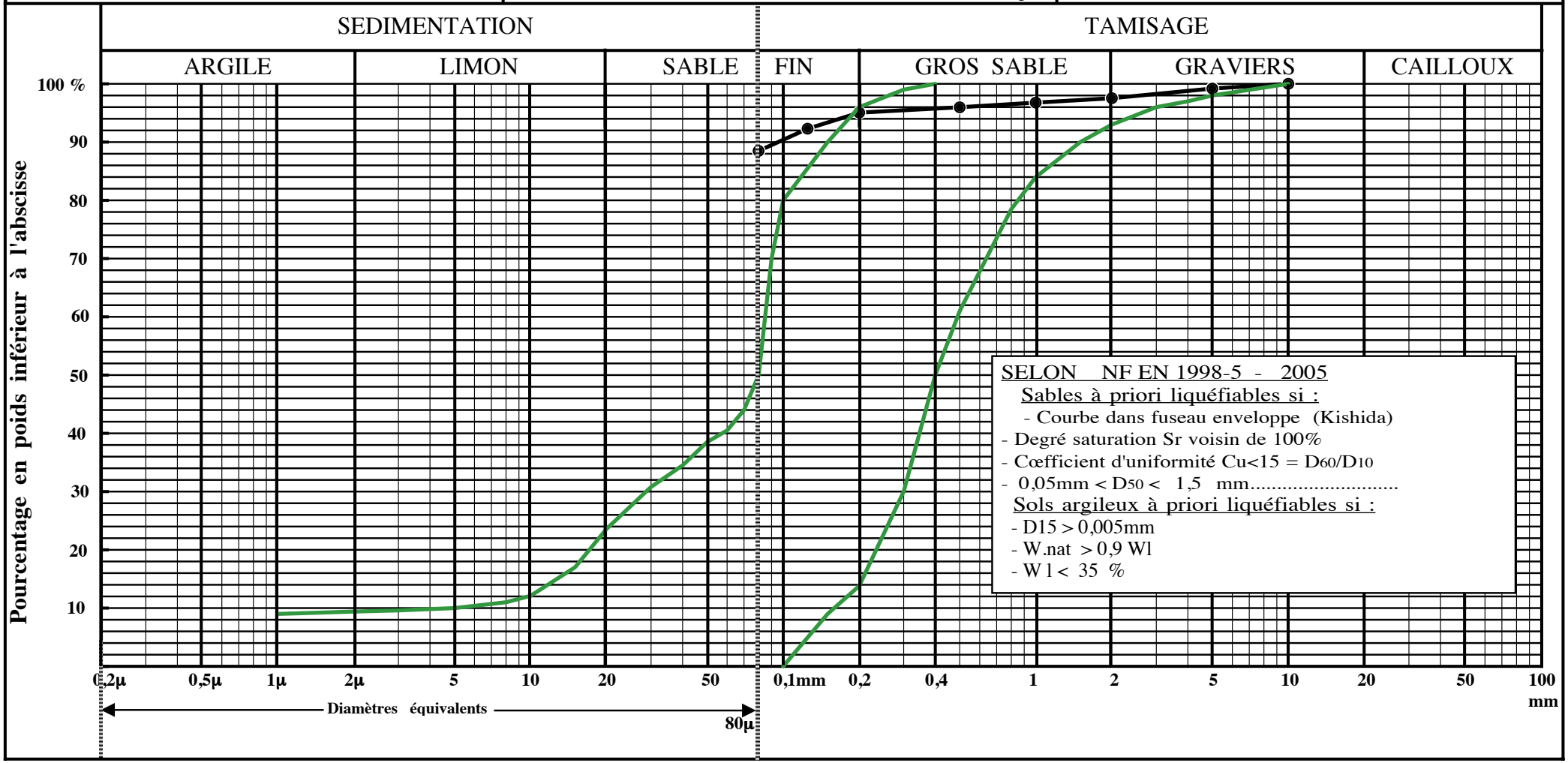
DESCRIPTION

Limon sableux, peu argileux, carbonaté, bariolé marron-clair-jaunâtre à gris, consistant, ± plastique.

Teneur en eau initiale	W % :	23,7
Densité humide	γ :	2,01
Densité sèche	γ d :	1,62
Densité des grains	γ s :	2,70
Indice des vides	e :	0,66
Degré de saturation	Sr % :	97
CLASSIFICATION " SETRA "	:	A_1

LIMITES D' ATTERBERG :

Limite de liquidité	Wl % :	30,0
Limite de plasticité	Wp % :	25,0
Limite de retrait	Wr % :	
Indice de plasticité	I p :	5,0
Indice de consistance	I c :	1,26
Valeur de bleu	VBS :	



SOL-ESSAIS
460 Avenue Jean Perrin
13851 AIX EN PROVENCE Cedex 3
Tél. 04 42 39 74 85 **Télécopie 04 42 39 73 91**

ANALYSE GRANULOMETRIQUE

SENAS (13)
GALAZON 2
N°: SOLA-D19-0129-01 15-20/03/2019

SONDAGE: G **Profondeur: 1,60 à 2,40 m**

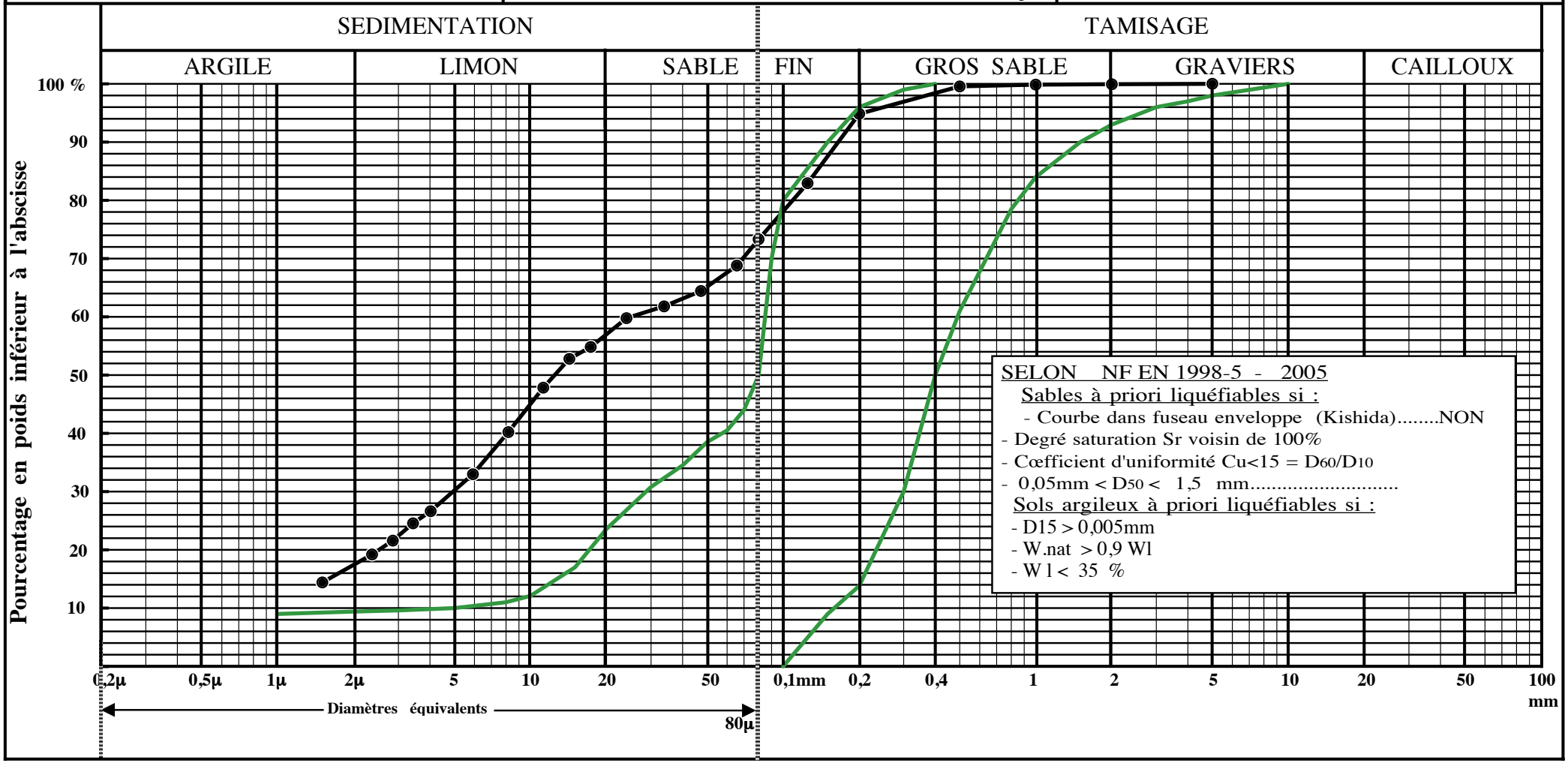
DESCRIPTION

Limon sableux, peu argileux, carbonaté, gris, ± consistant, plastique.

Teneur en eau initiale	W % :	26,2
Densité humide	γ :	1,99
Densité sèche	γ d :	1,58
Densité des grains	γ s :	2,70
Indice des vides	e :	0,71
Degré de saturation	Sr % :	99
CLASSIFICATION " SETRA "	:	A_1

LIMITES D' ATTERBERG :

Limite de liquidité	Wl % :	27,0
Limite de plasticité	Wp % :	22,0
Limite de retrait	Wr % :	
Indice de plasticité	I p :	5,0
Indice de consistance	I c :	0,16
Valeur de bleu	VBS :	



SOL-ESSAIS

460 Avenue Jean Perrin

13851 AIX EN PROVENCE Cedex 3

Tél. 04 42 39 74 85 **Télécopie 04 42 39 73 91**

ANALYSE GRANULOMETRIQUE

SENAS (13)

GALAZON 2

N°: SOLA-D19-0129-01 15-20/03/2019

SONDAGE: L **Profondeur: 1,40 à 3,00 m**

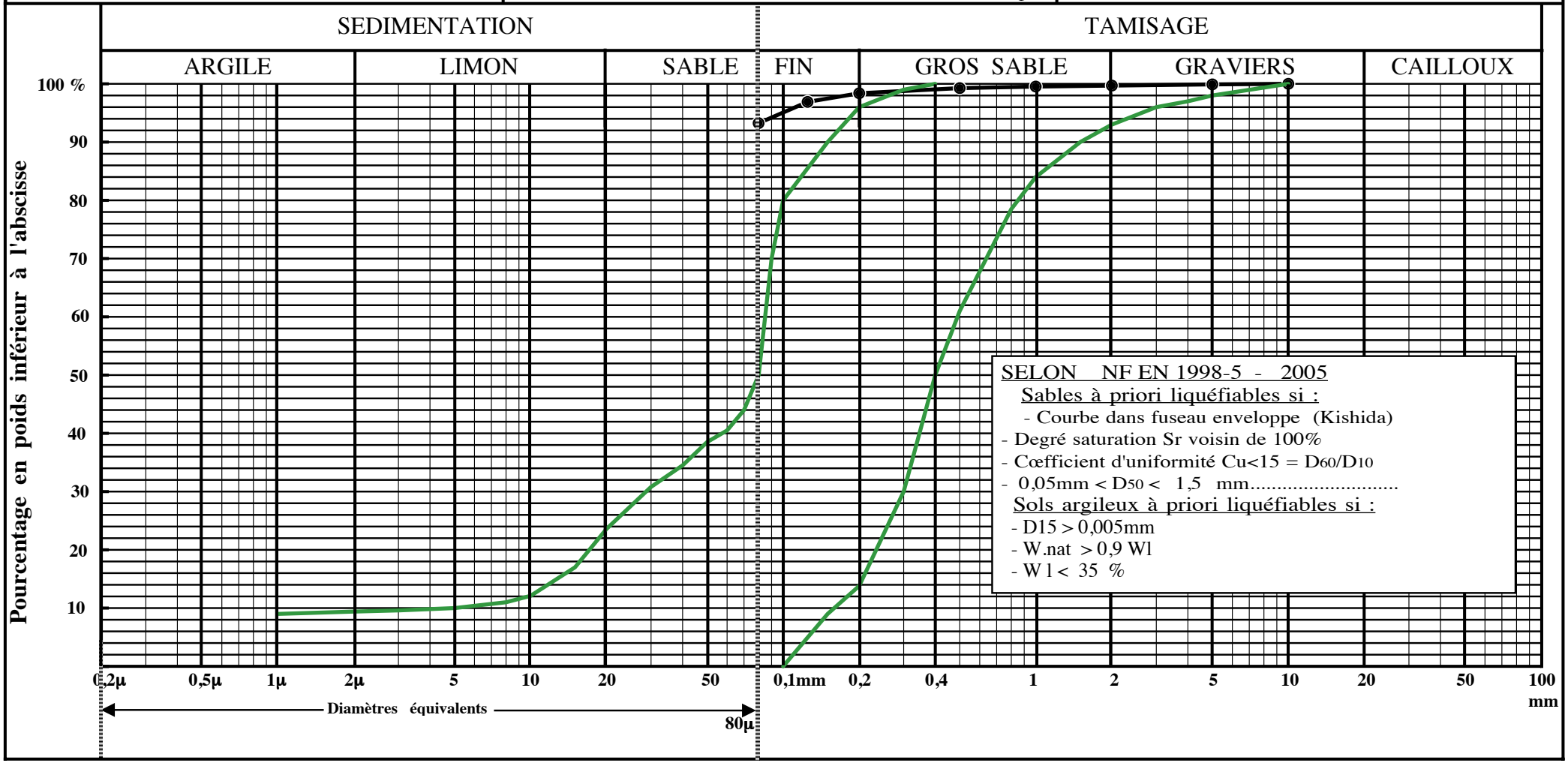
DESCRIPTION

Limon argileux, finement sableux, carbonaté, gris-noirâtre, mou à mi-consistant, plastique.

Teneur en eau initiale	W % :	37,2
Densité humide	γ :	1,85
Densité sèche	γ d :	1,35
Densité des grains	γ s :	2,70
Indice des vides	e :	1,00
Degré de saturation	Sr % :	100
CLASSIFICATION " SETRA "	:	A_1

LIMITES D' ATTERBERG :

Limite de liquidité	Wl % :	38,0
Limite de plasticité	Wp % :	28,0
Limite de retrait	Wr % :	
Indice de plasticité	I p :	10,0
Indice de consistance	I c :	0,08
Valeur de bleu	VBS :	



Côte RDC :
91.14
Côte RDC :
91.14
91.67
Porchet 1
BANDE 35 METRES BRUIT RD7N
FP1
L
R+2
PD19
FP3
PD10
G
FP4 + piézo.
PD11
PD1
PD12
PD9
C
A
R+2
PD2
F
FP2
B
PD8
E
PD13
39 827,31 m²
PD3
Porchet 3
PD14
K
PD4
PD6
PD16
PD17
PD15
119,82 m²
PD5
PD7
J
PD18
H
Porchet 2
1 910,17 m²
N
SOL - ESSAIS
SENAS (13)
GALAZON
CHEMIN DU PONT DE L'AUTURE
IMPLANTATION DES SONDAGES
N° : D19-0129 - 2
Le 14 MAI 2019 - FB
GALAZON 2
BOUYGUES IMMOBILIER
JEAN-FABRICE GALLO ARCHITECTE
1703
FAISA
04.12.2018

ANNEXE 8 : Fiche caractéristique de la STEP de Sénas

SENAS

Description de la station

Nom de la station : SENAS (Zoom sur la station)
Code de la station : 060913105002
Nature de la station : Urbain
Réglementation : Eau
Région : PROVENCE-ALPES-COTE D'AZUR
Département : 13
Date de mise en service : 01/01/2006
Service instructeur : DDTM 13
Maitre d'ouvrage : METROPOLE D'AIX-MARSEILLE-PROVENCE
Exploitant : AGGLOPOLE PROVENCE ASSAINISSEMENT
Commune d'implantation : SENAS
Capacité nominale : 6000 EH
Manuel d'autosurveillance validé : Oui
Traitement requis par l'arrêté national du 21/07/2015 :
- Traitement secondaire

+ Filières de traitement :

Agglomération d'assainissement

Code de l'agglomération : 060000113105
Nom de l'agglomération : SENAS
Commune principale : SENAS
Tranche d'obligations : [2 000 ; 10 000 [EH
Taille de l'agglomération en 2019 : 4932 EH
Somme des charges entrantes : 4932 EH
Somme des capacités nominales : 6000 EH
+ Liste des communes de l'agglomération :

Chiffres clefs en 2019

Charge maximale en entrée : 4932 EH
Débit arrivant à la station :
Valeur moyenne : 1482 m3/j
Percentile95 : 2046 m3/j
Débit de référence retenu : 2046 m3/j
Production de boues : 98.66 tMS/an

Destinations des boues en 2019 (en tonnes de matières sèches par an) :

Chiffres clefs en 2018
Chiffres clefs en 2017
Chiffres clefs en 2016
Chiffres clefs en 2015
Chiffres clefs en 2014

Source : MTE - ROSEAU - Décembre 2020

Milieu récepteur

Bassin hydrographique : RHONE-MEDITERRANEE-CORSE
Type : Eau douce de surface
Nom : Rejet SENAS
Nom du bassin versant : Crau Vigueyrat

Zone Sensible : Hors Zone Sensible
Sensibilité azote : Non
Sensibilité phosphore : Non

Voir le point de rejet (Double-cliquer sur le point pour l'effacer)

Respect de la réglementation nationale en 2019

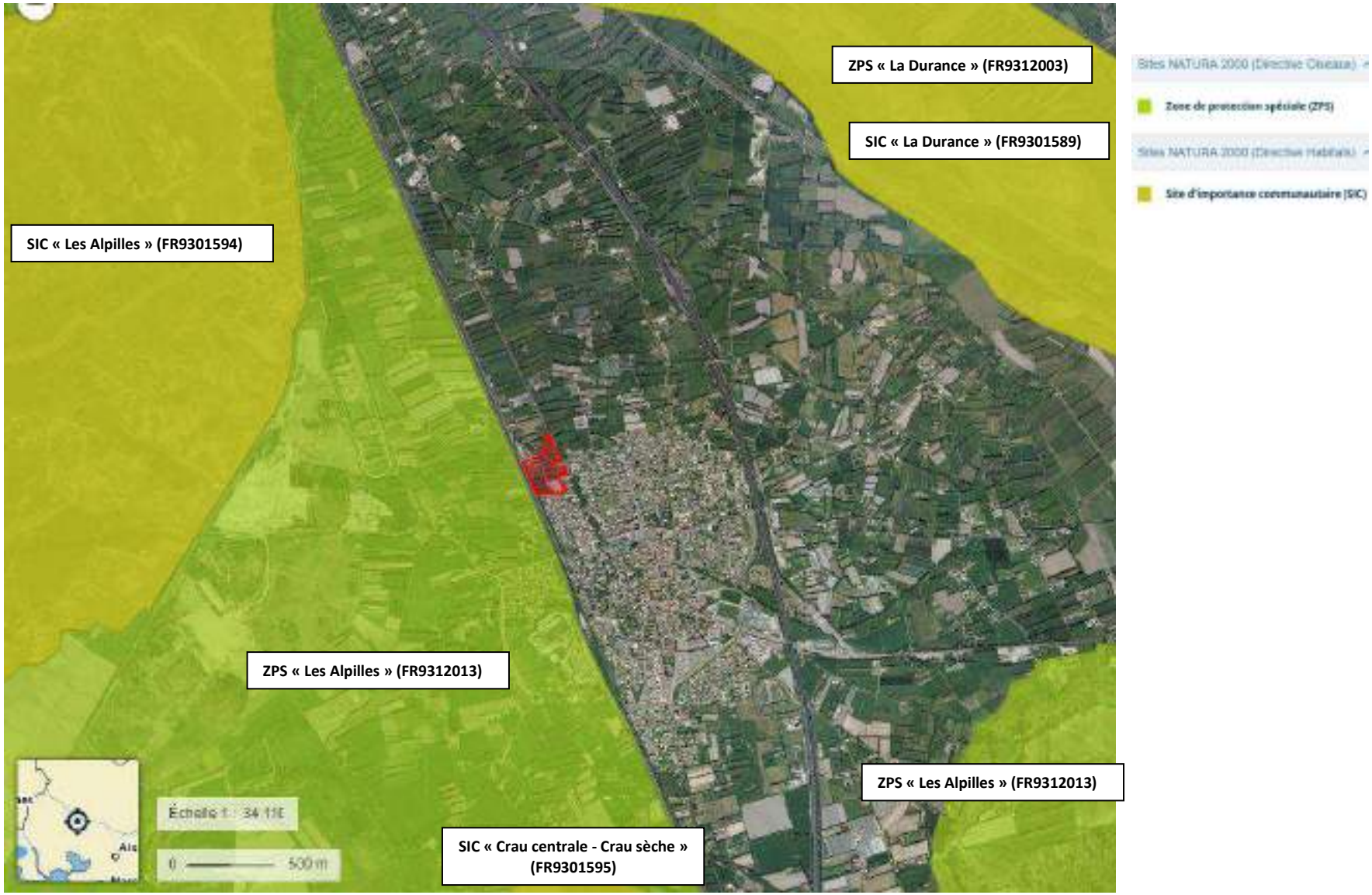
Conforme en équipement au 31/12/2019 : Oui
Date de mise en conformité : 31/12/1999
Abattement DBO5 atteint : Oui
Abattement DCO atteint : Oui
Abattement Ngl atteint : Sans objet
Abattement Pt atteint : Sans objet
Conforme en performance en 2019 : Oui

Réseau de collecte conforme (temps sec) : Oui
Date de mise en conformité : 31/12/2005

Respect de la réglementation en 2018
Respect de la réglementation en 2017
Respect de la réglementation en 2016
Respect de la réglementation en 2015
Respect de la réglementation en 2014

précédent | suivant | accueil

ANNEXE 9 : Cartographies des zones NATURA 2000 à proximité de la zone de projet


ZPS « La Durance » (FR9312003)
SIC « La Durance » (FR9301589)
SIC « Les Alpilles » (FR9301594)
ZPS « Les Alpilles » (FR9312013)
ZPS « Les Alpilles » (FR9312013)
SIC « Crau centrale - Crau sèche » (FR9301595)
Sites NATURA 2000 (Directive Oiseaux)
Zone de protection spéciale (ZPS)
Sites NATURA 2000 (Directive Habitats)
Site d'importance communautaire (SIC)
Échelle 1 : 34 115
0
500 m

ANNEXE 10 : Rapport d'étude écologique d'Ecomed

PROJET IMMOBILIER

Sénas (13)

Etat initial du milieu naturel
Demande d'examen au cas par cas

Réalisé pour le compte de

Chef de projet : Olivier CAGAN
06 60 40 58 18
o.cagan@ecomed.fr

ECO-MED Ecologie & Médiation S.A.R.L. au capital de 150 000 euros
TVA intracommunautaire FR 94 450 328 315 | SIRET 450 328 315 000 38 | NAF 7112 B
Tour Méditerranée 13ème étage, 65 avenue Jules Cantini 13298 MARSEILLE Cedex 20
+33 (0)4 91 80 14 64 +33 (0)4 91 80 17 67 contact@ecomed.fr ***www.ecomed.fr***

Référence bibliographique à utiliser

ECO-MED 2023 – Projet immobilier du chemin du pont de l'Auture - Etat initial du milieu naturel, Demande d'examen au cas par cas – Bouyges Immobilier – Senas (13) – 146 p.

Suivi de la version du document

30/09/2020 – Version 1
02/06/2021 – Version 2
04/10/2022 – Version 3
05/04/2023 – Version 4
07/02/2024 – Version 5

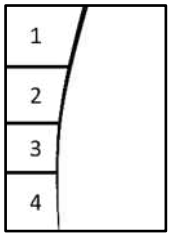
Porteur du projet

Nom de l'entreprise : Bouygues Immobilier
Adresse postale : boulevard de Dunkerque 13216 MARSEILLE
Contact Projet : Jeanne de Chantérac
07 60 88 93 03
j.dechanterac@bouygues-immobilier.com

Equipe technique ECO-MED

Léo NERY, Antoine VEIRMAN, Jérôme VOLANT – Botanistes
Antoine VEIRMAN, Solène LODOVICHETTI – Experts zones humides
Emma VALADAS – Entomologiste
Marine PEZIN, Bérénice GIVORD-COUPEAU – Batrachologue/Herpétologue
Julien FLEUREAU – Ornithologue
Edouard RIBATTO, Erwann THEPAUT – Mammalogues
Lucile BLACHE – Géomaticienne

Le présent rapport a été conçu par l'équipe ECO-MED sous la coordination d'Olivier CAGAN, chef de projet sur cette mission.



Illustrations page de garde :

1 – Vue générale, J. FLEUREAU, 06/04/2020, *in situ* (13)

2 – La Diane (Zerynthia polyxena), J. FLEUREAU, 06/04/2020, *in situ* (13)

3 – Haie de Cyprès, J. VOLANT, 23/06/2020, *in situ* (13)

4 – Ophrys passionis, M. PEZIN, 02/04/2020, *in situ* (13)

Table des matières

Préambule 6

Partie 1 : Données et méthodes 7

1. Présentation du secteur d'étude 8
   1.1. Localisation et environnement naturel 8
   1.2. Description du projet 10
   1.3. Description du projet 11
   1.4. Aires d'étude 12

2. Méthode d'inventaire et d'analyse 14
   2.1. Recueil préliminaire d'informations 14
   2.2. Situation par rapport aux périmètres à statut 14
   2.3. Personnes en charge de la mission et calendrier des prospections 27
   2.4. Méthodes d'inventaires de terrain 28
   2.5. Difficultés rencontrées 34
   2.6. Espèces fortement potentielles 34
   2.7. Critères d'évaluation 35

Partie 2 : Etat actuel de la biodiversité 37

1. Résultat des inventaires 38
   1.1. Description de la zone d'étude 38
   1.2. Habitats naturels 40
   1.3. Zones humides 45
   1.4. Flore 50
   1.5. Invertébrés 53
   1.6. Amphibiens 56
   1.7. Reptiles 59
   1.8. Oiseaux 63
   1.9. Mammifères 69

2. Analyse écologique de la zone d'étude 82
   2.1. Synthèse des enjeux par groupe biologique 82
   2.2. Approche fonctionnelle 85

Partie 3 : Propositions de mesures d'évitement, de réduction et d'accompagnement 86

1. Approche méthodologique 87

2. Mesures d'atténuation 88
   2.1. Mesures d'évitement 88

2.2. Mesures de réduction 88
2.3. Mesures d'accompagnement 94
2.4. Bilan des mesures d'atténuation 96

Partie 4 : Bilan des enjeux, des impacts bruts et des impacts résiduels 97

Sigles 103

Bibliographie 105

Annexe 1 Critères d'évaluation 107

Annexe 2 Présentation de l'équipe technique d'ECO-MED 116

Annexe 3 Relevé relatif à la flore 121

Annexe 4 Relevé relatif aux invertébrés 124

Annexe 5 Relevé relatif aux amphibiens 125

Annexe 6 Relevé relatif aux reptiles 126

Annexe 7 Relevé relatif aux oiseaux 127

Annexe 8 Relevé relatif aux mammifères 131

Annexe 9 Limites techniques et scientifiques liées à l'étude de la biodiversité 132

Annexe 10 Liste des espèces végétales exotiques envahissantes en PACA et Languedoc-Roussillon – Source INVMED 133

Table des cartes

Carte 1 : Localisation de la zone d'étude 9
Carte 2 : Plan de masse du projet 11
Carte 4 : Espaces naturels protégés – Protections réglementaires et législatives 16
Carte 5 : Autres périmètres de gestion concertée 18
Carte 6 : Réseau Natura 2000 local 20
Carte 7 : Zonages d'inventaires écologiques 22
Carte 8 : Plans Nationaux d'Actions 24
Carte 9 : Schéma Régional de Cohérence Ecologique 26
Carte 10 : Localisation des sondages pédologiques 30
Carte 11 : Habitats naturels – Classification EUNIS 44
Carte 14 : Espèces exotiques envahissantes 52
Carte 17 : Enjeux relatifs aux amphibiens 58
Carte 18 : Enjeux relatifs aux reptiles 62
Carte 19 : Enjeux relatifs aux oiseaux 68

Carte 20 : Enjeux relatifs aux mammifères 81
Carte 21 : Synthèse des enjeux écologiques 84
Carte 22 : Approche fonctionnelle de la zone d'étude 85

Table des tableaux

Tableau 1. Structures consultées 14
Tableau 2. Synthèse des périmètres réglementaires 15
Tableau 3. Synthèse des périmètres de gestion concertée 17
Tableau 4. Synthèse des sites Natura 2000 19
Tableau 5. Synthèse des zones d'inventaires 21
Tableau 6. Dates des prospections 27
Tableau 7. Synthèse des prospections 27
Tableau 8. Conditions météorologiques des prospections dédiées aux invertébrés 31
Tableau 9. Conditions météorologiques des prospections dédiées aux amphibiens 31
Tableau 10. Conditions météorologiques des prospections dédiées aux reptiles 32
Tableau 11. Conditions météorologiques des prospections dédiées aux oiseaux 33
Tableau 12. Conditions météorologiques des prospections dédiées aux mammifères 34
Tableau 13. Matrice de calcul de l'Enjeu Zone d'Étude 36
Tableau 14. Critères de prise en compte des espèces dans l'état initial 38
Tableau 15. Présentation des habitats naturels 41
Tableau 16. Délimitation des zones humides au regard du critère végétation 45
Tableau 17. Délimitation finale des zones humides 50
Tableau 18. Espèce végétale exotique envahissante 51
Tableau 19. Espèces d'invertébrés avérées au sein de la zone d'étude 53
Tableau 20. Invertébrés à enjeu zone d'étude faible 54
Tableau 21. Espèces d'amphibiens avérées ou jugées fortement potentielles au sein de la zone d'étude 57
Tableau 22. Amphibiens à enjeu zone d'étude faible 57
Tableau 23. Espèces de reptiles avérées ou jugées fortement potentielles au sein de la zone d'étude 60
Tableau 24. Reptiles à enjeu zone d'étude faible 60
Tableau 25. Espèces d'oiseaux avérées ou jugées fortement potentielles au sein de la zone d'étude 63
Tableau 26. Oiseaux à enjeu zone d'étude faible 66
Tableau 27. Espèces de mammifères avérées ou jugées fortement potentielles au sein de la zone d'étude 69
Tableau 28. Données bibliographiques relatives aux mammifères au niveau du secteur d'étude 71
Tableau 29. Mammifères à enjeu zone d'étude faible 78
Tableau 30. Bilan des mesures d'atténuation 96
Tableau 31. Bilan des enjeux et impacts bruts et résiduels du projet sur les habitats 98
Tableau 32. Bilan des enjeux et impacts bruts et résiduels du projet sur les espèces 98

Préambule

Dans le cadre d'un projet de construction d'un lotissement sur la commune de Senas dans le département des Bouches-du-Rhône, Bouygues Immobilier a missionné le bureau d'études en environnement naturel ECO-MED (Ecologie et Médiation) afin de réaliser l'état initial du milieu naturel (2009-RP3402-DIAG-LOT-BOUYGUES_IMMO-SENAS13). Il a permis de définir, localiser et hierachiser les principaux enjeux liés aux milieux naturels de la zone concernée par le projet.

Afin d'alimenter une demande d'examen au cas par cas, Bouygues Immobilier a souhaité consolider cet état initial en y intégrant des éléments constituant l'initiation de la démarche Eviter / Réduire, de façon à illustrer la prise en compte des enjeux écologiques dans la construction d'un projet de moindre impact environnemental.

ECO-MED a mis en place une méthodologie adaptée afin d'identifier le contexte environnemental lié aux périmètres à statut (réglementaire et d'inventaire), les principaux enjeux écologiques avérés et pressentis (basés sur l'analyse du patrimoine naturel avéré et potentiel) et les principales fonctionnalités écologiques.

Le travail de terrain d'ECO-MED a été effectué au cours des périodes clés pour chaque groupe biologique présentant des enjeux de conservation.

Une équipe de 9 experts a été mobilisée sous la coordination d'Olivier CAGAN et Catherine DUFLOS.

PARTIE 1 : DONNEES ET METHODES

1. PRESENTATION DU SECTEUR D'ETUDE

1.1. Localisation et environnement naturel

Contexte administratif		
Région PACA	Département des Bouches-du-Rhône	Commune de SENAS
Contexte environnemental		
Topographie : plaine alluviale	Altitude moyenne : 90 mètres	
Hydrographie : Durance à proximité	Bassin versant : Durance	
Etage altitudinal : Mésoméditerranéen		
Petite région naturelle du SRCE : Bassin d'Aix- Durance – Pays d'Aygues – Luberon Sud		
Aménagements urbains à proximité		
Aménagements :	Aux confins de la D7n, Route de Jean Moulin, et d'une voie ferrée. A l'Ouest de l'autoroute A7 à 1200 m Station d'épuration au Nord	
Zones urbaines les plus proches :	En continuité avec l'urbanisation de Sénas, au Nord du centre de Sénas	

La zone d'étude se place dans un contexte agricole à l'étage méso-méditerranéen, en limite de l'urbanisation actuelle. Elle couvre une surface de 4,34 ha de zones agricoles.

Le **diagnostic écologique faune-flore-habitats naturels (état initial de la biodiversité)** est effectué sur l'emprise du projet immobilier situé au Nord de Sénas (13).

Carte 1 : Localisation de la zone d'étude

1.2. Description du projet

1.3. Description du projet

Carte 2 : Plan de masse du projet

1.4. Aires d'étude

Les experts ont élargi leurs prospections au-delà des limites strictes de l'emprise du projet, en cohérence avec les fonctionnalités écologiques identifiées. Plusieurs termes doivent ainsi être définis :

- **Zone d'emprise du projet** : la zone d'emprise du projet se définit par rapport aux limites strictes du projet (limites physiques d'emprise projetées incluant la phase de chantier et les accès). Si on n'a pas ces éléments le préciser ici.
- **Zone d'étude** : correspond à la zone minimale prospectée par les experts. Il y a ainsi autant de zones d'étude que de groupes biologiques étudiés. En effet, chaque zone d'étude est définie au regard des fonctionnalités écologiques du groupe biologique étudié ;
- **Zone d'étude élargie** : correspond à la zone d'étude agrandie pour certains compartiments biologiques à large rayon de déplacement (chiroptères, oiseaux).

Attention : Par souci de lisibilité, une seule zone d'étude est présentée sur nos cartes, elle correspond à la **zone prospectée minimale commune à tous les groupes biologiques étudiés**. Chaque groupe biologique a été étudié, *a minima*, sur l'ensemble de cette zone cartographiée. Ainsi, des espèces observées hors de cette zone prospectée minimale peuvent être représentées, correspondant aux observations effectuées par les experts lors de leurs prospections.

La zone d'étude s'étend sur 4,34 ha.

Carte 3 : Aires d'étude

2. METHODE D'INVENTAIRE ET D'ANALYSE

2.1. Recueil préliminaire d'informations

La liste des ressources bibliographiques figure en fin de rapport (§ « Bibliographie »), il est toutefois possible de rappeler brièvement les principales sources et consultations ayant constitué la base de ce travail :

Tableau 1. Structures consultées

Structures		Date de la demande / consultation	Objet de la consultation	Résultats de la demande
ECO-MED		16/09/2020	Base de données interne	Données naturalistes à proximité de la zone d'étude (Commune de Sénas)
SILENE		16/09/2020	CBNMP (Conservatoire Botanique National Méditerranéen de Porquerolles) via base de données en ligne flore http://flore.silene.eu	Listes d'espèces patrimoniales à proximité de la zone d'étude.
LPO PACA		14/09/2019	Base de données en ligne Faune-PACA : www.faune-paca.org	Données ornithologiques, batrachologiques, herpétologiques et entomologiques
INPN		16/09/2020	Fiches officielles des périmètres d'inventaire ou à statut FSD transmises par la France à la commission européenne (site internet du Muséum national d'Histoire naturelle : http://inpn.mnhn.fr)	Listes d'habitats, d'espèces faune et flore
Tela Botanica		16/09/2020	Base de données en ligne https://www.tela-botanica.org/	Listes d'espèces patrimoniales, leur statut et écologie
InfoTerre		16/09/2020	Base de données en ligne http://infoterre.brgm.fr	Contexte géologique

2.2. Situation par rapport aux périmètres à statut

Le projet est situé dans ou à proximité de :

- 1 site inscrit,
- 1 territoire de Directive Paysagère
- 1 parc naturel régional (PNR du Luberon)
- 5 sites Natura 2000 (ZSC et ZPS),
- 5 périmètres d'inventaires.

Le projet n'est concerné par aucun périmètre réglementaire de type APPB.

N.B. : les fiches de présentation des différents périmètres présentés ci-après sont disponibles sur le site de l'Inventaire National du Patrimoine Naturel (INPN) : http://inpn.mnhn.fr/

Dans les tableaux suivants, une colonne présente le « lien écologique » entre le périmètre à statut et la zone à l'étude. Ce lien écologique est évalué sur la simple analyse, à dires d'expert, des listes d'espèces et d'habitats

présents dans les périmètres à statuts présentés, et de l'interaction que peuvent avoir ces habitats et espèces avec ceux présents dans la zone à l'étude. Sont pris en compte ici dans cette analyse les critères suivants (non exhaustifs) :

- la proximité géographique,
- la présence d'habitats similaires,
- la capacité de dispersion des espèces.

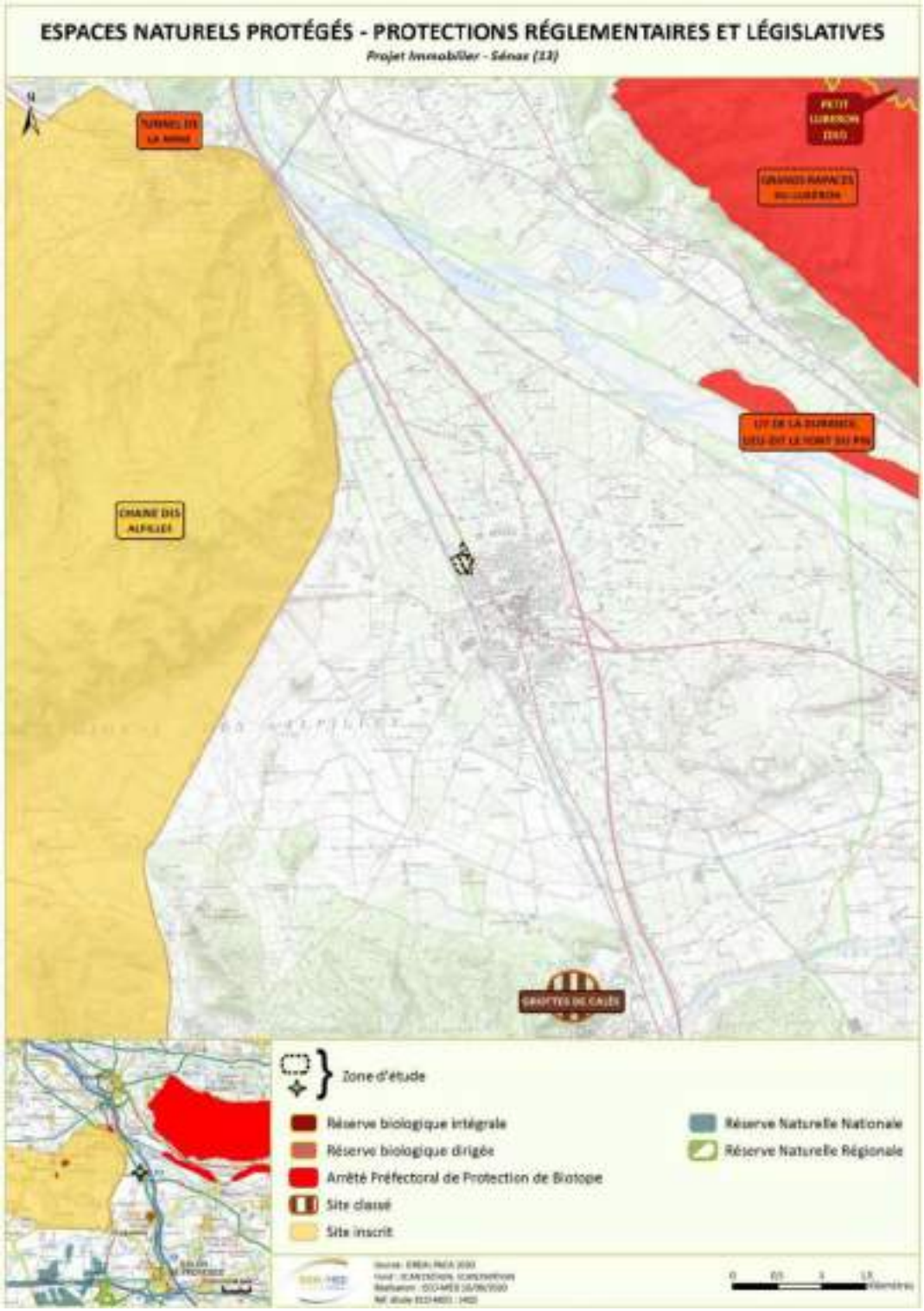
Ainsi, un lien écologique fort pourra être évalué pour des périmètres à statuts très proches de la zone du projet, et pour lesquels des habitats ou des espèces identiques pourraient être présents dans la zone à l'étude. *A contrario*, un lien écologique très faible ou nul peut être évalué pour des périmètres très éloignés ou concernant des habitats ou des espèces d'écologies très différentes.

2.2.1. Périmètres réglementaires

Tableau 2. Synthèse des périmètres réglementaires

Type	Nom du site	Distance avec le projet	Lien écologique
Site Inscrit	Chaîne des Alpilles	1,8 km	-
APPB	Lit de La Durance, Lieu-dit le Font du Pin	4 km	–
Directive Paysagère des Alpilles	Paysage naturel remarquable des Alpilles	1,4 km Intervisibilité	**Faible** (oiseaux / chiroptères seulement)

APPB : Arrêté Préféctoral de Protection de Biotope



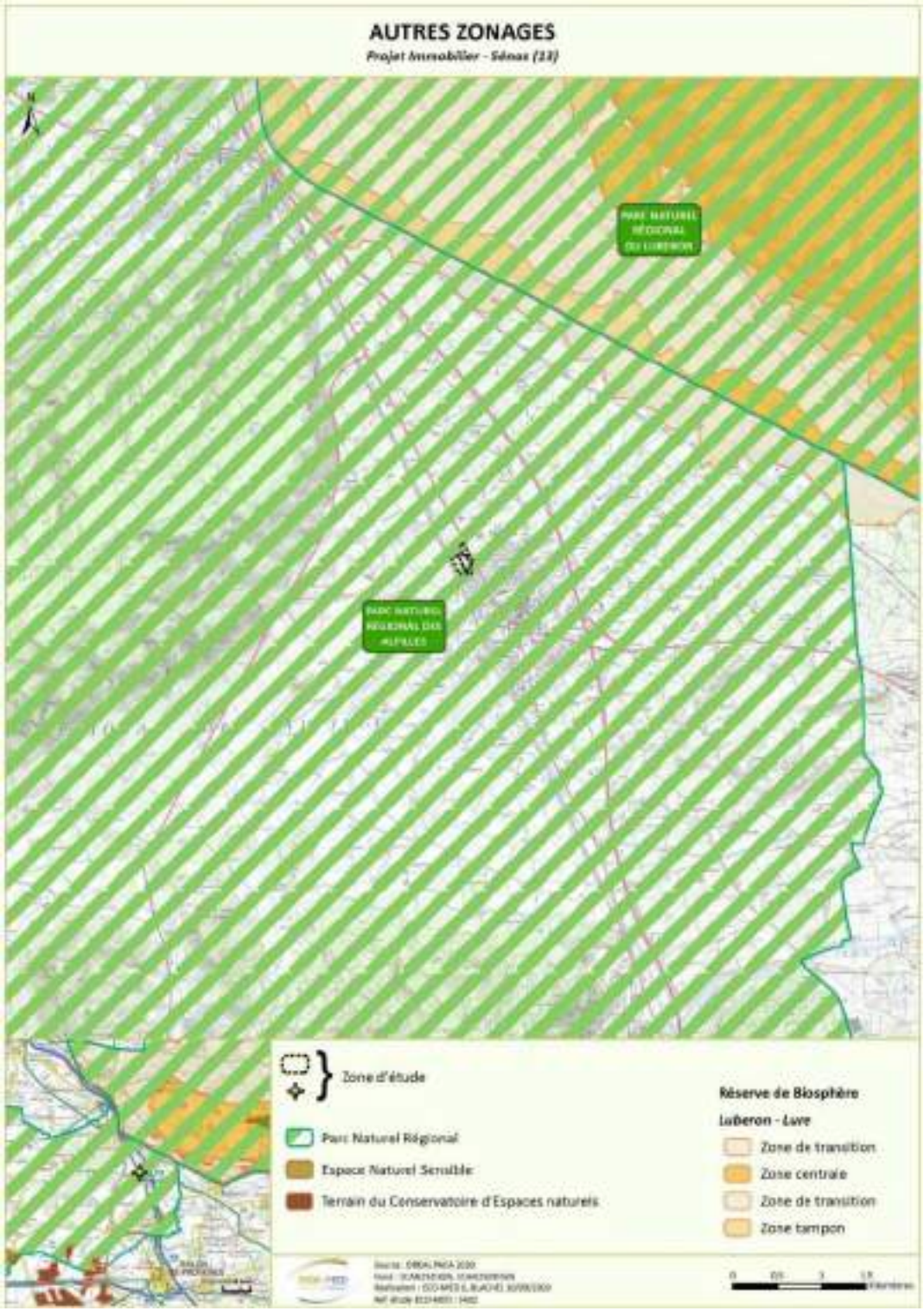
Carte 4 : Espaces naturels protégés – Protections réglementaires et législatives

2.2.2. Autres périmètres de gestion concertée

Tableau 3. Synthèse des périmètres de gestion concertée

Nom du site	Type	Distance avec le projet	Lien écologique
PNR des Alpilles	PNR	A l'intérieur	Fort (secteurs représentatif du territoire du PNR : historiquement agricole avec haies ; à enjeu notamment pour les chiroptères ; en limite d'urbanisation)
Engagement international - Réserve de Biosphère Luberon - Lure	RB	Zone de coopération A 2,7 km à l'est	Faible (séparés une voie ferrée, l'urbanisation de Sénas, l'autoroute du Soleil et la voie TGV)

PNR : Parc Naturel Régional / RB : réserve de biosphère



Carte 5 : Autres périmètres de gestion concertée

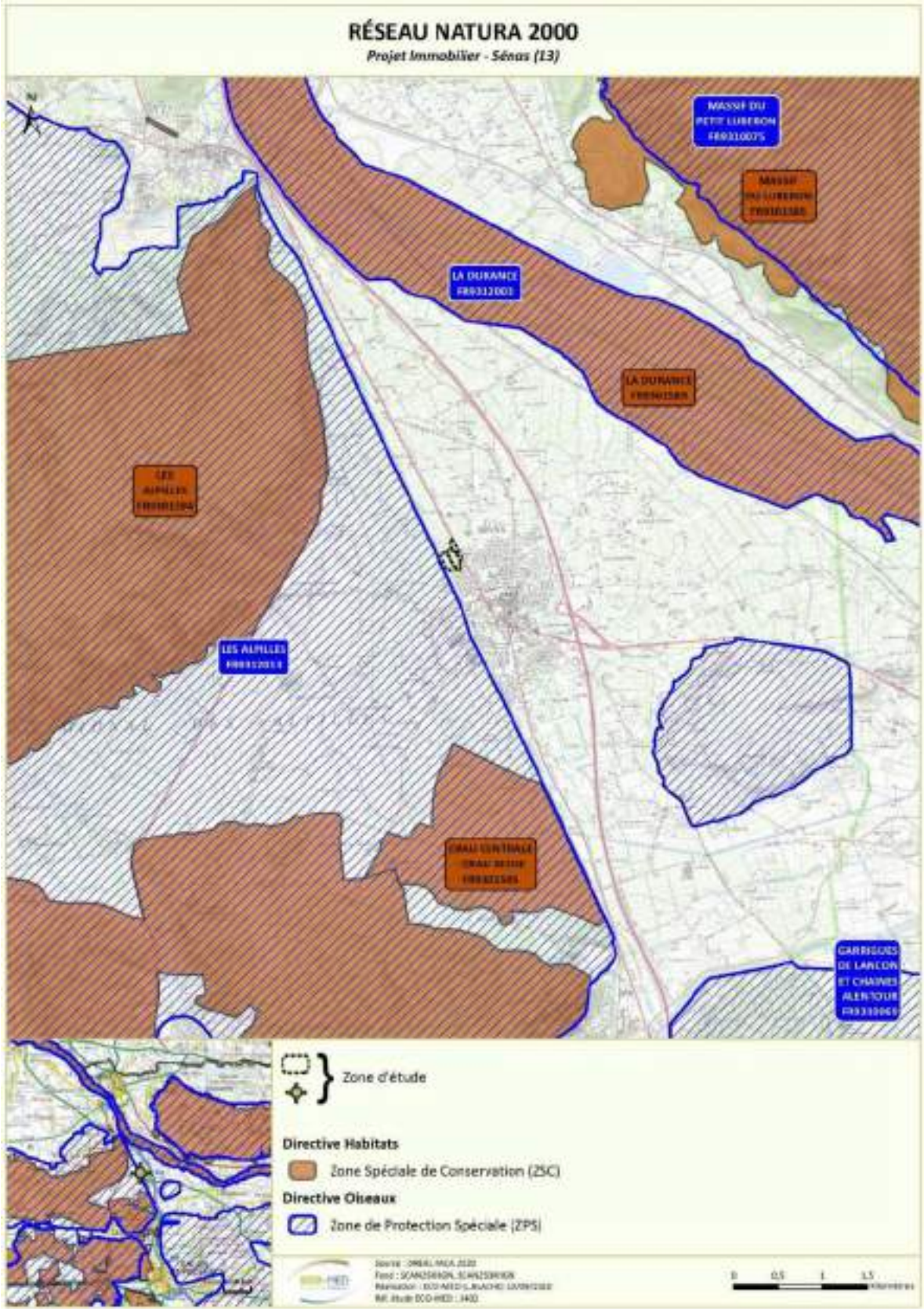
2.2.3. Périmètres Natura 2000

Tableau 4. Synthèse des sites Natura 2000

Type	Nom du site	Habitat(s) et espèce(s) Natura 2000	Distance avec le projet	Lien écologique
ZSC	FR9301594 « Les Alpilles »	9 habitats naturels 5 espèces d'insecte 1 espèce de poisson 8 espèces de mammifères	1,6 km à l'ouest	Modéré (relative proximité mais D569, et voie ferrée, obstacles et urbanisation)
	FR9301589 « La Durance »	19 habitats naturels 10 espèces d'insecte 7 espèces de poisson 1 espèce d'amphibien 1 espèce de reptile 7 espèces de mammifère	2,7 km à l'est	Faible (séparés par l'autoroute et voie TGV)
	FR9301595 « Crau centrale – Crau sèche »	10 habitats naturels 4 espèces d'insecte 1 espèce de poisson 1 espèce de reptile 8 espèces de mammifère	2,2 km au sud	Faible (urbanisation et voie ferrée entre les 2)
ZPS	FR9312013 « Les Alpilles »	32 espèces d'oiseaux	En limite, à l'ouest	Modéré (projet accolé à la ZPS, séparés néanmoins par voie ferrée ; cependant projet situé entre 2 ZPS riches en espèces)
	FR9312003 « La Durance »	107 espèces d'oiseaux	2,7 km à l'est	Modéré (séparés par l'autoroute et voie TGV ; cependant projet situé entre 2 ZPS riches en espèces)

ZSC : Zone Spéciale de Conservation / ZPS : Zone de Protection Spéciale

La zone d'étude est cernée de plusieurs sites Natura 2000 emblématiques en termes de biodiversité (Durance, Alpilles, Crau). Elle a en cela un intérêt, notamment du fait de son caractère historiquement agricole avec des haies ; cela même si elle se situe en bordure d'urbanisation.



Carte 6 : Réseau Natura 2000 local

2.2.4. Périmètres d'inventaires

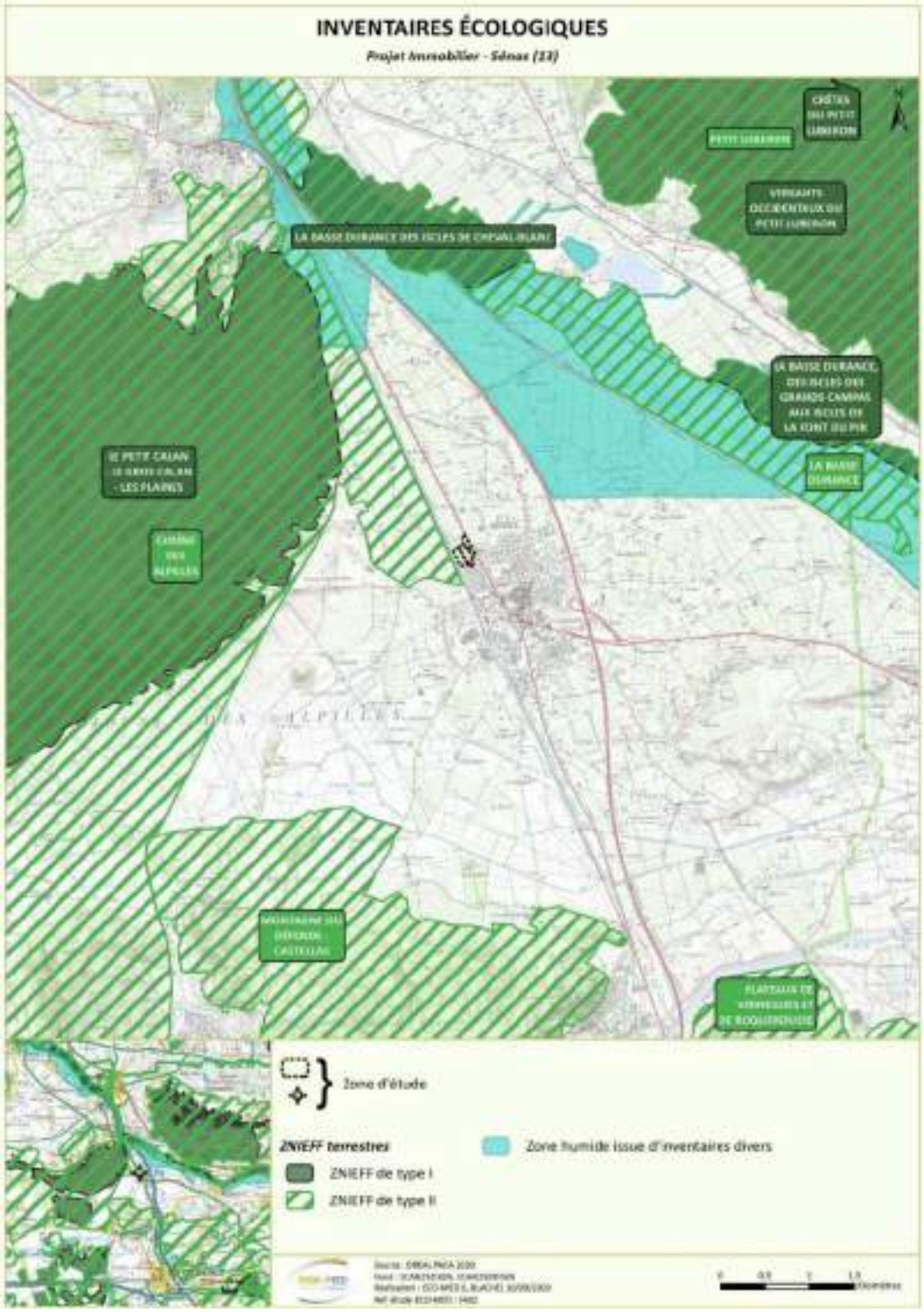
Les ZNIEFF sont des espaces répertoriés pour la richesse de leur patrimoine naturel. Il en existe deux types :

- Les **ZNIEFF de type I** : ensemble de quelques mètres carrés à quelques milliers d'hectares constitués d'espaces remarquables : présence d'espèces rares ou menacées, de milieux relictuels, de diversité d'écosystèmes.
- Les **ZNIEFF de type II** : ensemble pouvant atteindre quelques dizaines de milliers d'hectares correspondant à de grands ensembles naturels peu modifiés, riches de potentialités biologiques et présentant souvent un intérêt paysager.

L'inventaire des ZNIEFF a récemment été réactualisé. La cartographie ci-dessous intègre seulement ces données récentes de ZNIEFF dites de « 2ème génération ».

Tableau 5. Synthèse des zones d'inventaires

Type	Nom du site	Habitats / Espèce(s) déterminant(e)(s)	Distance avec le projet	Lien écologique
ZNIEFF de type I	N° 930020175 « Le petit Calan – Le gros Calan – Les Plaines »	2 habitats naturels 7 espèces végétales 1 espèce d'amphibien 1 espèce de reptile 2 espèces d'oiseaux	Collines à 2 km à l'ouest.	Faible (Séparés par la voie ferrée et la D569). La zone d'étude est en limite d'urbanisation malgré son caractère encore agricole
	N°930020480 « La Basse Durance des Iscles de Cheval-Blanc »	2 habitats naturels 3 espèces végétales 1 espèce d'insecte 2 espèces d'oiseaux 2 espèces de mammifères	3 km au nord	Faible (obstacles entre les 2 notamment A7 ; La zone d'étude est en limite d'urbanisation malgré son caractère encore agricole)
ZNIEFF de type II	N° 930012400 « Chaîne des Alpilles »	8 habitats naturels 38 espèces végétales 1 espèce d'amphibien 1 espèce de reptile 13 espèces d'oiseaux 6 espèces de mammifères	Accolés, PNR à l'ouest	Modéré (Séparés par la voie ferrée. La zone d'étude est en limite d'urbanisation malgré son caractère encore agricole)
	N° 930020485 « La Basse Durance »	8 habitats naturels 25 espèces végétales 9 espèces d'insectes 1 espèce de poisson 1 espèce d'amphibien 1 espèce de reptile 5 espèces de mammifères 10 espèces d'oiseaux	3 km à l'est	Faible (obstacles entre les 2 : voie ferrée, TGV, A7. La zone d'étude est en limite d'urbanisation malgré son caractère encore agricole)
Zone humide	Zone humide de la Basse Durance	Habitats et espèces des milieux humides	1,2 km à l'est	Modéré (Même types de milieux mais séparés par la D538, et l'A7)



Carte 7 : Zonages d'inventaires écologiques

2.2.5. Périmètres relatifs aux Plans Nationaux d'Actions

2.2.5.1. PNA Chiroptères (PNAC[1])

Ce plan d'action concerne l'ensemble du territoire français. Dans le cadre de la Stratégie Nationale pour la Biodiversité, le Ministère en charge de l'environnement a initié des plans nationaux d'actions en faveur des espèces menacées dont celui concernant les Chiroptères (PNAC). Ce troisième PNAC est mis en œuvre sur la période 2016-2025. L'objectif est la protection et la conservation des dix-neuf espèces dites prioritaires de chauves-souris sur l'ensemble du territoire français métropolitain. Dix actions ont été identifiées. Des déclinaisons régionales permettront d'adapter au mieux les actions aux contextes locaux, en faveur des espèces avec des enjeux forts pour la région.

La zone d'étude est donc concernée entièrement par ce plan d'actions.

2.2.5.2. PNA Aigle de Bonelli

La zone est située en partie dans un domaine vital lié Aux alpilles identifié dans le cadre du Plan National d'Actions « Aigle de Bonelli ».

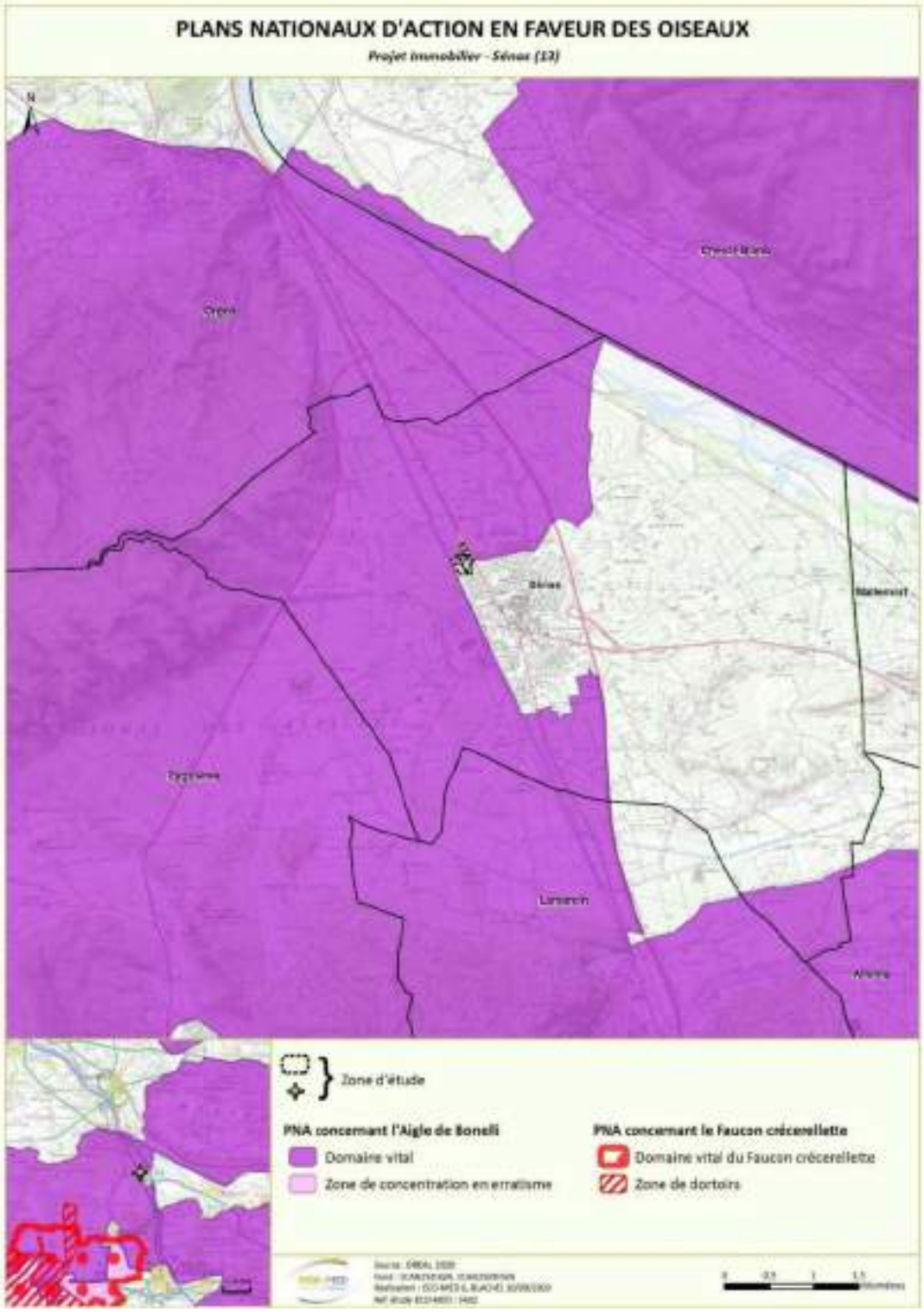
Depuis les années 1960-1970, l'Aigle de Bonelli a connu un déclin régulier en France, affectant principalement les départements marginaux de l'aire provençale, c'est-à-dire le Vaucluse, les Alpes-de-Haute-Provence, le Var et les Alpes-Maritimes. L'effectif français, estimé à 80 couples au début des années 1960, est tombé à 22 couples en 2002. Depuis, les effectifs nicheurs ont connu une très légère augmentation, passant à 29 couples en 2005 (ROCAMORA & YEATMAN-BERTHELOT, 1999 ; THIOLLAY, 2006 ; RIEGEL et al., 2006) mais accusant une légère récession dans les années 2006 et 2007, avec 26 couples nicheurs (RIEGEL et al., 2008). En 2015, la population nationale d'Aigle de Bonelli s'élève à 32 couples. Depuis les simples initiatives locales de conservation des années 1970 jusqu'aux deux derniers Plans nationaux d'actions (1999-2004, 2005-2009), la connaissance sur l'espèce s'est beaucoup améliorée, les actions de conservation et de lutte contre les menaces se sont structurées. Mais malgré ces efforts, l'espèce est encore aujourd'hui classée « en danger » selon la liste rouge nationale de l'UICN et son état de conservation très précaire en fait l'un des rapaces les plus menacés de France. Ainsi, un nouveau plan national d'actions pour la période 2014-2023 a été instauré afin de consolider la population actuelle et d'assurer sa pérennité.

L'enjeu de ce Plan est de consolider la population actuelle française d'Aigle de Bonelli et d'assurer sa pérennité. Les efforts du PNA seront orientés sur la réduction des menaces et la préservation des habitats avec un effort particulier dans les sites vacants, seuls espaces à même de permettre un développement futur de la population d'Aigle de Bonelli.

Pour cela, sept objectifs, déclinés en 27 actions, ont été fixés :

1. réduire et prévenir les facteurs de mortalité d'origine anthropique ;
2. préserver, restaurer et améliorer l'habitat ;
3. organiser la surveillance et diminuer les sources de dérangements ;
4. améliorer les connaissances pour mieux gérer et mieux préserver l'Aigle de Bonelli ;
5. favoriser la prise en compte du Plan dans les politiques publiques ;
6. faire connaître l'espèce et le patrimoine local remarquable ;
7. coordonner les actions et favoriser la coopération internationale.

[1] https://plan-actions-chiropteres.fr/sites/default/files/fichiers/plaquette_pna_chiropteres_2016-2025_fr.pdf



Carte 8 : Plans Nationaux d'Actions

2.2.6. Trame verte et bleue

La Trame verte et bleue (TVB) est un réseau formé de continuités écologiques terrestres et aquatiques identifiées par les schémas régionaux de cohérence écologique ainsi que par les documents de l'Etat, des collectivités territoriales et de leurs groupements. Elle constitue un outil d'aménagement durable du territoire.

La TVB contribue à l'état de conservation favorable des habitats naturels et des espèces et au bon état écologique des masses d'eau. Elle s'étend jusqu'à la laisse de basse mer et dans les estuaires, à la limite transversale de la mer.

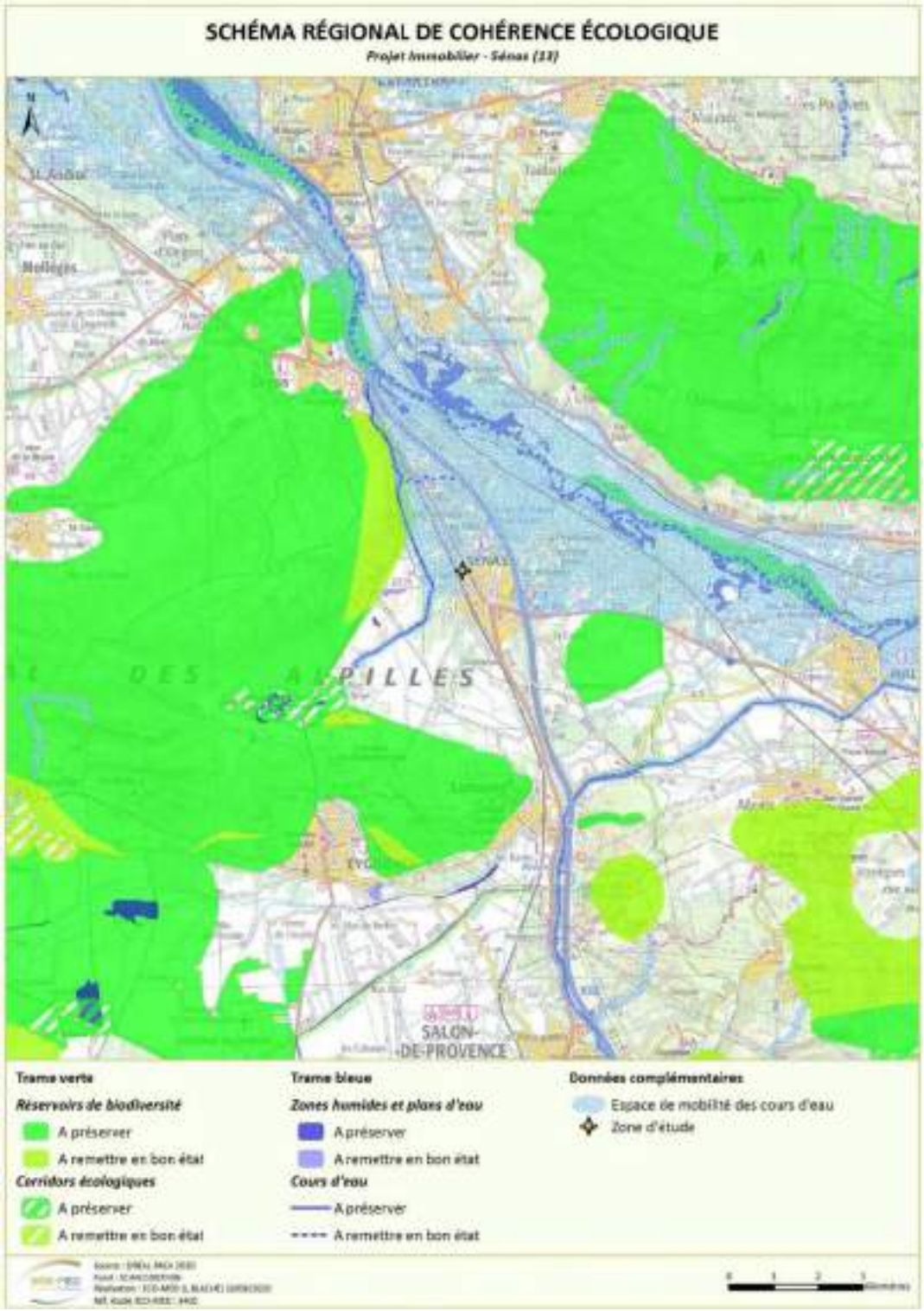
Les **continuités écologiques** constituant la TVB comprennent des **réservoirs de biodiversité** et des **corridors écologiques**.

La déclinaison régionale de la TVB est le Schéma Régional de Cohérence Ecologique (SRCE), document régional qui identifie les réservoirs de biodiversité et les corridors qui les relient entre eux. Ce nouvel outil d'aménagement co-piloté par l'Etat et la Région est réalisé en région PACA. La carte ci-après localise la zone d'étude au sein des éléments de la TVB régionale.

D'après la carte suivante, la zone d'étude ne se situe directement dans aucun élément du SRCE. Elle est toutefois située à proximité d'un espace de mobilité d'un cours d'eau, correspondant au cours du ruisseau du vallon des Valettes Déguiers, en contrebas de la zone d'étude, au sud-ouest.

A noter que la zone d'étude est située à proximité de l'espace de mobilité de la Durance.

Type	Nom du site	Distance avec le projet	Lien écologique
SRCE : Espace de mobilité des cours d'eau	Durance	A proximité	Faible
Cours d'eau du SRCE à préserver	Durance	1 km	Faible (séparés par l'autoroute)
Réservoir de biodiversité	Basse Provence calcaire	3 km	Faible



Carte 9 : Schéma Régional de Cohérence Ecologique

A RETENIR

Le projet est directement concerné par la ZPS Les Alpilles (accolés), le PNA aigle de Bonelli, l'espace de mobilité du cours d'eau La Durance (SRCE) et le PNR des Alpilles.

2.3. Personnes en charge de la mission et calendrier des prospections

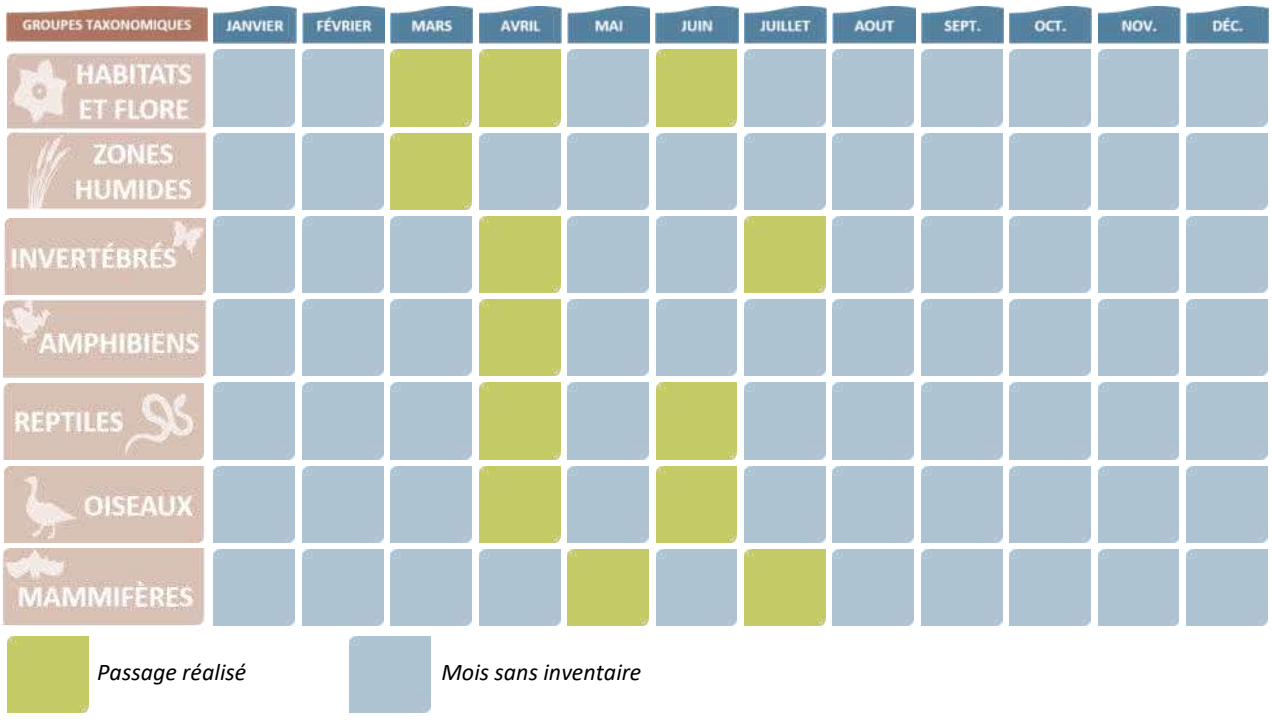
La qualification et les compétences des écologues d'ECO-MED étant intervenus lors de cette mission d'inventaires complémentaires sont présentées en annexe 2.

Tableau 6. Dates des prospections

Groupe étudié	Expert	Date des prospections	Nombre de passages	Terrain	Rédaction
Flore / Habitats naturels / Zones humides	Antoine VEIRMAN	25 mars 2020	1 passage diurne	X	X
	Solène LODOVICHETTI	23 mars 2023	1 passage diurne	X	X
Flore / Habitats naturels / Insectes	Léo NERY	17 avril 2020	1 passage diurne	X	X
	Jérôme VOLANT	23 juin 2020	1 passage diurne	X	X
Insectes	Marine PEZIN	2 avril 2020	1 passage diurne	X	-
	Julien FEUREAU	6 avril 2020	1 passage diurne	X	-
	Emma VALADAS	20 juillet 2020	1 passage diurne	X	X
Amphibiens / reptiles	Marine PEZIN	02 avril 2020 (D+N)	1 passage diurne 1 passage nocturne	X	X
	Marine PEZIN	02 avril 2020 (D)	1 passage diurne	X	X
	Bérénice GIVORD-COUPEAU	23 juin 2020 (D)	1 passage diurne	X	-
Oiseaux	Julien FLEUREAU	06 avril 2020 (D+N) 15 juin 2020 (D+N)	2 passages diurnes 2 passages nocturnes	X	X
Mammifères	Edouard RIBATTO	19 mai 2020 13 juillet 2020	2 passages diurnes 2 passages nocturnes	X	-
	Erwann THEPAUT	-	-	-	X

D : diurne / N : nocturne

Tableau 7. Synthèse des prospections



2.4. Méthodes d'inventaires de terrain

Les espèces présentant un enjeu local de conservation ont systématiquement fait l'objet d'une estimation du nombre d'individus (comptage, surface occupée) et de pointages GPS (Global Positioning System).

2.4.1. Prospections des habitats naturels et de la flore

Les experts en botanique ont effectué 3 passages dans la zone d'étude en 2020.

Cette zone a été parcourue selon un itinéraire orienté de façon à couvrir les différentes formations végétales rencontrées.

Les prospections ont été réalisées au printemps, et en début d'été, périodes favorables à l'observation d'un maximum d'espèces de plantes vasculaires. La période de passage a permis d'inventorier les groupes d'espèces vivaces, les espèces annuelles et bulbeuses à floraison printanière et les espèces à floraison estivale mais elle n'a pas permis d'inventorier les espèces à floraison précoce, tardi-estivale et automnale.

Ces inventaires de terrain ont été plus particulièrement ciblés sur les zones à enjeux floristiques potentiels (notamment à partir de la bibliographie) afin de repérer d'éventuelles espèces protégées et/ou à fort enjeu local de conservation.

Les espèces végétales exotiques envahissantes (EVEE) ont également été observées et relevées. L'outil du CBN méditerranéen concernant la liste des EVEE en PACA a permis de définir ces espèces et leur catégorie.

La caractérisation des habitats naturels a été réalisée en même temps que les inventaires floristiques. Deux outils ont aidé à délimiter les habitats ainsi définis : la carte topographique, la photographie aérienne de la zone d'étude.

La liste des espèces relevées figure en **Annexe 3** du rapport.

2.4.2. Caractérisation et délimitation des zones humides

Le travail d'ECO-MED s'est basé sur l'analyse de la base de données d'ECO-MED, la bibliographie existante, et sur les relevés effectués sur le terrain par un expert botaniste spécialisé dans la caractérisation des zones humides.

La prospection de terrain effectuée le 25 mars 2020 avait pour but de repérer et de délimiter les éventuelles zones humides existantes selon les recommandations décrites dans l'arrêté du 24 juin 2008, modifiées par l'arrêté du 1er octobre 2009 précisant les critères de définition et de délimitation des zones humides en application des articles L. 214-7-1 et R. 211-108 du Code de l'Environnement. La promulgation de la loi n°2019-773 du 26 juillet 2019 a confirmé cette définition, retenant les **critères alternatifs** de végétation et de pédologie (l'un ou l'autre suffit pour définir une zone humide).

■ **Délimitation des zones humides au regard du critère de végétation**

L'expert botaniste a procédé à la caractérisation des habitats selon les terminologies typologiques de référence actuellement en vigueur (typologies CORINE Biotopes et EUNIS pour les habitats). En fonction des codes attribués, il a été possible de déterminer la présence d'un ou plusieurs habitats naturels caractéristiques des zones humides listés dans l'arrêté du 24 juin 2008 (table B).

- Si l'habitat est coté « H. » dans la liste, alors il est systématiquement considéré comme caractéristique des zones humides.
- Si l'habitat est coté « p. » ou ne figure pas dans la liste et si cet habitat présente un pourcentage de recouvrement d'espèces indicatrices de zone humide inférieur à 50%, alors il n'est pas possible de conclure sur la nature humide de l'habitat, une expertise des sols est donc nécessaire pour statuer sur le caractère humide.

■ **Délimitation des zones humides au regard du critère pédologique**

Les sondages pédologiques ont été réalisés avec une tarière à main de 1,2 m de longueur et de 7 cm de diamètre.

L'examen de chaque sondage pédologique vise à vérifier la présence :

- d'horizons histiques (ou tourbeux) débutant à moins de 50 cm de la surface du sol et d'une épaisseur d'au moins 50 cm ;
- de traits réductiques débutant à moins de 50 cm de la surface du sol ;
- de traits rédoxiques débutant à moins de 50 cm de la surface du sol et se prolongeant ou s'intensifiant en profondeur.

Les sondages ont été réalisés dans un premier temps, dans les zones basses, à faible pente et à proximité des secteurs en eau, davantage favorables aux traits d'hydromorphie que les autres zones. L'examen du sol a été effectué ensuite, si nécessaire, à l'aide de sondages positionnés de part et d'autre de la frontière supposée de la zone humide ou de la partie de la zone humide concernée par le projet en suivant des transects perpendiculaires à cette frontière. La répartition, la localisation précise ainsi que le nombre de sondages ont été définis en fonction de la taille et de l'hétérogénéité du site, avec *a minima* un sondage par secteur homogène du point de vue des conditions du milieu naturel (conditions mésologiques).

■ **Délimitation finale des zones humides**

Conformément à la réglementation en vigueur, la délimitation finale des zones humides a été basée sur les critères de l'Arrêté du 24 juin 2008 modifié le 1er octobre 2009. Afin d'établir une cartographie des zones humides, les résultats de la délimitation de la zone humide au regard du critère « végétation » ainsi que ceux définis au regard du critère « pédologique » ont été superposés, en suivant la cote hydrologique pertinente (cote de crue ou le niveau de nappe phréatique ou de marée le plus élevé) ou la courbe topographique correspondante.

La zone humide, en application des arrêtés de 2008 et de 2009, correspond à la couverture la plus large constituée par l'un des deux (ou les deux à la fois s'ils se superposent) critères analysés.

Carte 10 : Localisation des sondages pédologiques

2.4.3. Prospections de la faune

■ **Invertébrés**

Trois passages ont été réalisés entre avril et juillet 2020. Les prospections se sont déroulées de la manière suivante :

- La recherche et l'identification des insectes à vue en prospectant les différents types de milieux et d'habitats des zones d'étude ;
- si nécessaire, la capture à l'aide d'un filet à papillon et l'identification en main ;
- le fauchage des hautes herbes à l'aide d'un filet ;
- la recherche sous les pierres, troncs et autres artéfacts jonchant le sol.

Notons également que les deux passages printaniers ont spécifiquement ciblé la recherche de la Diane (papillon), principal enjeu entomologique attendu sur la zone d 'étude.

Tableau 8. Conditions météorologiques des prospections dédiées aux invertébrés

Date de prospection	Température moyenne	Vent moyen	Couvert nuageux	Précipitations	Bilan
2 avril 2020	15°C	Nul	Quelques nuages	Absentes	Conditions météorologiques moyennement favorables
6 avril 2020	20°C	Faible	Nul		Conditions météorologiques favorables
20 juillet 2020	33°C				

La liste des espèces relevées figure en **Annexe 4** du rapport.

■ **Amphibiens**

En premier lieu, une phase préliminaire d'analyse fonctionnelle des habitats de la zone d'étude (analyses SIG) a été effectuée afin d'orienter les prospections (recherche de zones humides principalement et des zones refuges périphériques que pourraient exploiter les amphibiens). Puis, la recherche des amphibiens a été réalisée selon plusieurs modes opératoires complémentaires :

- la recherche directe dans l'eau à l'aide de lampes torche forte puissance pour identifier à vue les individus reproducteurs et/ou leurs pontes. Elle a été appuyée par une recherche d'individus en déplacement sur les routes et chemins ;
- l'application de plusieurs points d'écoute nocturnes à proximité des points d'eau ;
- l'épuisettage de larves et/ou têtards, identification et relâché immédiat dans les points d'eau rencontrés. Cette méthode a été utilisée notamment dans les bassins et mares peu accessibles ou lorsque l'eau était trouble ;
- la recherche des individus matures, immatures et imagos en phase terrestre dans les habitats végétalisés et/ou rupestres ;
- enfin, une recherche d'indices de présence sur les axes routiers principaux ou secondaires (individus écrasés lors de leurs déplacements nocturnes).

La période de passage a été optimale puisque réalisée en pleine période de reproduction des amphibiens et sous des conditions météorologiques favorables.

Tableau 9. Conditions météorologiques des prospections dédiées aux amphibiens

Date de prospection	Température moyenne	Vent moyen	Couvert nuageux	Précipitations	Taux d'hygrométrie atmosphérique	Bilan
02 avril 2020	15°C (Jour) 8°C (Nuit)	Nul	Quelques nuages	Absentes	75% (N)	Conditions météorologiques très favorables

La liste des espèces relevées figure en **Annexe 5** du rapport.

■ **Reptiles**

En premier lieu, une phase préliminaire d'analyse fonctionnelle des habitats de la zone d'étude (analyse par photographie aérienne) a été effectuée afin d'orienter les prospections : recherche de zones refuges favorables aux mœurs des reptiles tels que les habitats rupestres ou humides, les lisières, les haies, les talus.

L'inventaire des reptiles est ensuite réalisé selon trois modes opératoires complémentaires :

- la recherche à vue, où prospection qualifiée de semi-aléatoire, s'opérant discrètement au niveau des zones les plus susceptibles d'abriter des reptiles en insolation (lisières, bordures de pistes, talus, pierriers, murets,
- etc.). Cette dernière est systématiquement accompagnée d'une recherche à vue dite « à distance » où l'utilisation des jumelles s'avère indispensable pour détecter certaines espèces farouches telles que les couleuvres.
- la recherche d'individus directement dans leurs gîtes permanents ou temporaires, en soulevant délicatement les blocs rocheux, souches, débris, etc., et en regardant dans les anfractuosités.
- la recherche minutieuse d'indices de présence tels que les traces (mues, fèces) au niveau des gîtes, ou les individus écrasés sur les axes routiers principaux ou secondaires.

Les périodes de passage ont été optimales pour la recherche des reptiles puisqu'elles ont été réalisées en pleine période de reproduction et sous de bonnes conditions météorologiques.

Tableau 10. Conditions météorologiques des prospections dédiées aux reptiles

Date de prospection	Température moyenne	Vent moyen	Couvert nuageux	Précipitations	Bilan
02 avril 2020	15°C	Nul	Quelques nuages	Absentes	Conditions météorologiques favorables
23 juin 2020	26°C	Faible	Nul	Absentes	

La liste des espèces relevées figure en **Annexe 6** du rapport.

■ **Oiseaux**

Chaque entité éco-physionomique de la zone d'étude a été parcourue à la recherche de contacts auditifs et/ou visuels (ex : individus, plumées, chants, cris, nids, *etc.*). Afin de maximiser ces contacts et de compenser la faible détectabilité de certaines espèces, des points d'arrêt ont été régulièrement réalisés au fil du cheminement. Une attention particulière a été portée aux habitats les plus favorables à une avifaune patrimoniale représentative de ce secteur géographique, notamment au sein des prairies bocagères et des linéaires boisés.

Au cours du printemps et de l'été 2020 deux passages ont été réalisés, chaque passage correspondant à un inventaire des oiseaux diurnes et nocturnes. Afin de tendre au plus vers l'exhaustivité de l'inventaire du cortège d'oiseaux nicheurs, 2 passages sont nécessaires l'un avant le 15 mai et un autre après cette date, les passages ont été réalisés le 06 avril et le 15 juin. On peut donc considérer que l'effort de prospection a été suffisant pour évaluer les enjeux de la zone d'étude de façon satisfaisante.

Les prospections diurnes ont débuté durant la matinée, période de forte activité vocale pour la majorité des passereaux (BLONDEL, 1975). Durant ces prospections, tous les contacts sonores et visuels ont été pris en compte et le comportement de chaque oiseau a été noté afin d'évaluer son statut biologique dans la zone d'étude. Ce comportement permet, selon une grille standardisée (*cf.* ci-après), d'évaluer la probabilité de nidification de chaque espèce rencontrée.

Nicheur possible
1. Espèce observée durant la saison de reproduction dans un habitat favorable à la nidification.
2. Mâle chanteur (ou cris de nidification) en période de reproduction.
Nicheur probable
3. Couple observé dans un habitat favorable durant la saison de reproduction.
4. Territoire permanent présumé en fonction de l'observation de comportements territoriaux ou de l'observation à huit jours d'intervalle au moins d'un individu au même endroit.
5. Parades nuptiales.
6. Fréquentation d'un site de nid potentiel.
7. Signes ou cris d'inquiétude d'un individu adulte.
8. Plaque incubatrice sur un oiseau tenu en main.
9. Construction d'un nid ou creusement d'une cavité.
Nicheur certain
10. Adulte feignant une blessure ou cherchant à détourner l'attention.
11. Nid utilisé récemment ou coquille vide (œuf pondu pendant l'enquête).
12. Jeunes fraîchement envolés (nidicoles) ou poussins (nidifuges).
13. Adulte entrant ou quittant un site de nid laissant supposer un nid occupé (incluant les nids situés trop haut ou les cavités et nichoirs dont le contenu n'a pas pu être examiné) ou adulte en train de couver.
14. Adulte transportant des sacs fécaux ou de la nourriture pour les jeunes.
15. Nid avec œuf(s).
16. Nid avec jeune(s) (vu ou entendu).
Codes comportementaux et statuts de reproduction définis d'après l'EOAC (European Ornithological Atlas Committee).

Tableau 11. Conditions météorologiques des prospections dédiées aux oiseaux

Date de prospection	Température moyenne	Vent moyen	Couvert nuageux	Précipitations	Bilan
06 avril 2020	20°C	Faible	Quelques nuages	Absente	Conditions météorologiques Favorables
06 avril 2020	24°C	Faible	Nul	Absente	

La liste des espèces relevées figure en **Annexe 7** du rapport.

■ **Mammifères**

Les prospections dédiées aux mammifères ont été réalisées après une analyse préliminaire de la physionomie des habitats de la zone d'étude, *via* photo-interprétation, croisée avec les sources bibliographiques disponibles, dans un large secteur englobant la zone d'étude. Ceci a permis d'orienter les prospections et de dresser une liste d'espèces à rechercher *in situ*.

Concernant les mammifères terrestres, les empreintes ou autres indices de présence (poils, fèces, pelotes de rejection, restes alimentaires, coulées, nids, terriers, etc.) ont été systématiquement géoréférencés, décrits, et, si nécessaire, prélevés.

Le volet relatif aux chiroptères (chauves-souris) a été approfondi.

L'étude des chiroptères s'est articulée selon plusieurs axes :

- Une **approche bibliographique** a été effectuée concernant les espèces de chauves-souris présentes localement permettant une identification des enjeux aux abords de la zone d'étude du projet. Pour cela, une recherche à partir des différents périmètres à statut (Znieff, Natura 2000, etc.) a été réalisée en parallèle afin d'avoir une vision approfondie du contexte chiroptérologique local ;

- **la recherche de gîtes et la caractérisation des habitats**, qui permettent d'estimer le type de fréquentation de la zone d'étude par les chiroptères et de raisonner en termes de fonctionnalités. Ces prospections se sont étendues sur les arbres gîtes potentiels, les cavités souterraines et bâtis accessibles dans un périmètre élargi ;
- **les sessions d'écoutes au sol**, réalisées au sein de la zone d'étude à l'aide d'un détecteur d'ultrasons (Pettersson D240X™ couplé à un enregistreur numérique Zoom H2™), ont permis, après analyse des enregistrements, d'identifier des espèces de chiroptères présentes en chasse ou en transit dans la zone d'étude. Deux techniques ont été utilisées pour cet inventaire acoustique : les points d'écoutes et les transects (trajet prédéfini reliant deux points d'écoute). Les écoutes débutent peu avant la tombée de la nuit et s'étalent sur une durée d'environ 3 à 4 heures (période d'activité la plus importante).

  Parallèlement, la pose de détecteurs passifs à enregistrement continu, de type SM2BAT ou SM4BAT™ (Wildlife acoustics) a fourni une estimation quantitative de la fréquentation de la zone par les chiroptères, ainsi qu'un complément concernant les espèces recensées.

Les ultrasons enregistrés lors des nuits de prospection ont ensuite été analysés et déterminés (lorsque cela était possible) grâce aux logiciels : BatSound 4.4 (Pettersson electronics et acoustics AB™) Sonochiro©,

Tableau 12. Conditions météorologiques des prospections dédiées aux mammifères

Date de prospection	Température moyenne	Vent moyen	Couvert nuageux	Précipitations	Bilan
19 mai 2020	25°C	Moyen	Nul	Absente	Conditions météorologiques favorables
13 juillet 2020	26°C	Faible	Nul	Absente	

La liste des espèces relevées figure en **Annexe 8** du rapport.

2.5. Difficultés rencontrées

Lors du passage de l'expert « zones humides », le 25 mars 2020, un chantier de démolition était en cours dans la partie au nord-est de la zone d'étude. Ce secteur n'a donc pas pu être prospecté et n'a également pas pu faire l'objet de l'expertise pédologique préconisé sur les habitats cotés « p ». Cependant au regard des autres sondages pédologiques réalisés sur la zone d'étude, la probabilité de rencontrer des sols caractéristiques de zones humides dans ce secteur a été jugée nulle.

Les principales limites techniques et scientifiques inhérentes à l'étude de la biodiversité sont exposées **Annexe 9** du rapport.

2.6. Espèces fortement potentielles

Sont également intégrées à la présente étude, les **espèces fortement potentielles** dans la zone d'étude (uniquement si elles constituent un enjeu zone d'étude très fort, fort ou modéré). La forte potentialité de présence d'une espèce est principalement justifiée par :

- la présence de l'habitat d'espèce ;
- l'observation de l'espèce à proximité de la zone d'étude (petite zone géographique) ;
- la zone d'étude figurant au sein ou en limite de l'aire de répartition de l'espèce ;
- les données bibliographiques récentes mentionnant l'espèce localement.

Une fois ces critères remplis, la potentialité de présence de l'espèce peut être confortée ou non par la période de prospection (date de passage) et la pression de prospection effectuée (se définit par le temps d'observation comparé à la surface de la zone d'étude).

Un passage à une période du calendrier écologique qui n'est pas optimale nous incitera à considérer l'espèce fortement potentielle alors qu'une pression de prospection adaptée, ciblée sur l'espèce sans résultat ne nous permettra pas de considérer cette dernière comme fortement potentielle.

2.7. Critères d'évaluation

Un certain nombre d'outils réglementaires ou scientifiques permet de hiérarchiser l'intérêt patrimonial des milieux et des espèces observés sur un secteur donné. Il devient alors possible, en utilisant des critères exclusivement biologiques, d'évaluer l'enjeu de conservation des espèces et des habitats, à une échelle donnée. Dans le présent rapport, les statuts réglementaires sont mentionnés dans les descriptions d'espèces et les tableaux récapitulatifs.

Tous les critères d'évaluation sont présentés en **annexe 1**. Parmi les outils réglementaires et scientifiques présentés figurent les suivants :

- directive « Habitats » ;
- directive « Oiseaux » ;
- protection nationale et/ou régionale et/ou départementale ;
- listes rouges ;
- livres rouges ;
- divers travaux concernant les espèces menacées ;
- convention de Berne ;
- convention de Bonn.

2.7.1. Evaluation de l'enjeu local de conservation

L'intérêt patrimonial d'une espèce est avant tout une définition unanime mais subjective. Elle peut s'exprimer comme « la perception que l'on a de l'espèce, et l'intérêt qu'elle constitue à nos yeux » (intérêt scientifique, historique, culturel, etc.).

Il y a ainsi autant de critères d'évaluation qu'il y a d'évaluateurs. C'est un concept défini indépendamment de critères scientifiques ou des statuts réglementaires de l'espèce considérée.

Les connaissances scientifiques limitées pour les espèces découvertes ou décrites récemment, l'absence de statut réglementaire, l'absence de liste rouge adaptée pour tous les groupes inventoriés, sont autant d'exemples qui illustrent la difficulté à laquelle est confronté l'expert lorsqu'il doit hiérarchiser les enjeux. De fait, la méthode de hiérarchisation présentée dans cette étude se base sur une notion plus objective, que celle relative à l'intérêt patrimonial : **l'enjeu local de conservation**.

L'enjeu local de conservation est la responsabilité assumée localement pour la conservation d'une espèce ou d'un habitat par rapport à une échelle biogéographique cohérente. Le terme « local » correspond ici à l'échelle géographique des petites régions naturelles d'environ 100 km² (comme le massif de la Sainte-Baume, le delta de Camargue, etc.).

La notion d'évaluation est définie uniquement sur la base de critères scientifiques tels que :

- les paramètres d'aire de répartition, d'affinité de la répartition, et de distribution ;
- la vulnérabilité biologique ;
- le statut biologique ;
- les menaces qui pèsent sur l'espèce considérée.

Cinq classes d'enjeu local de conservation peuvent ainsi être définies de façon usuelle, plus une sixième exceptionnelle :

Très fort	Fort	Modéré	Faible	Très faible	Nul*

** La classe « enjeu local de conservation nul » ne peut être utilisée que de façon exceptionnelle pour des espèces exogènes plantées ou échappées dont la conservation n'est aucunement justifiée (ex : Laurier rose, Barbe de Jupiter, etc.).*

Ainsi, les espèces sont présentées en fonction de leur enjeu de conservation local, dont les principaux éléments d'évaluation seront rappelés dans les monographies. De fait, il est évident que cette analyse conduit à mettre en évidence des espèces qui ne sont pas protégées par la loi. Inversement, des espèces protégées par la loi mais présentant un faible voire un très faible enjeu local de conservation (Lézard des murailles par exemple, ou Rougegorge familier) peuvent ne pas être détaillées.

2.7.2. Evaluation de l'importance de la zone d'étude pour la conservation de la population locale des espèces

Pour chaque espèce, l'importance de la zone d'étude a été évaluée de la façon suivante :

- **Très faible** = zone d'étude sans réel intérêt pour l'espèce (ex : survol occasionnel, habitat non privilégié, habitat bien représenté dans le secteur géographique) ;
- **Faible** = zone d'étude utilisée occasionnellement ou ne jouant pas un rôle important (ex : zone de transit et d'alimentation bien représentée dans le secteur géographique), ou zone où l'ensemble du cycle biologique de l'espèce considérée a lieu, mais l'espèce est très bien représentée au niveau local ;
- **Modérée** = zone d'étude où l'ensemble du cycle biologique de l'espèce considérée a lieu, la physionomie des habitats d'espèces est peu représentée au niveau local et la connexion avec d'autres populations connues reste faible ;
- **Forte** = zone d'étude essentielle au maintien de la population locale (ex : unique site de reproduction, zone principale d'alimentation, gîtes) ;
- **Très forte** = zone d'étude indispensable au maintien de la population régionale ou nationale.

2.7.3. Définition de l'enjeu zone d'étude

Dans l'état initial pour chaque espèce à l'analyse, l'enjeu local de conservation sera croisé à l'importance de la zone d'étude, afin d'évaluer l'enjeu de l'espèce pour la zone d'étude *sensu stricto*. Cet enjeu, appelé « enjeu zone d'étude » est donc calculé de la manière suivante :

Enjeu zone d'étude = enjeu local de conservation X importance de la zone d'étude

Cet « enjeu zone d'étude » sera présenté dans l'état initial dans les tableaux introductifs de synthèse relatifs à chaque compartiment biologique et repris pour la hiérarchisation des espèces.

Tableau 13. Matrice de calcul de l'Enjeu Zone d'Étude

ELC \ IZE	Nulle	Très faible	Faible	Modérée	Forte	Très forte
Nul	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul	Nul
Très faible	Nul	Très faible	Très faible	Très faible	Faible	Faible
Faible	Nul	Très faible	Faible	Faible	Modéré	Modéré
Modéré	Nul	Très faible	Faible	Modéré	Fort	Fort
Fort	Nul	Faible	Modéré	Fort	Fort	Très fort
Très fort	Nul	Faible	Modéré	Fort	Très fort	Très fort

PARTIE 2 : ETAT ACTUEL DE LA BIODIVERSITE

1. RESULTAT DES INVENTAIRES

Pour chaque compartiment de la biodiversité, les enjeux sont identifiés et hiérarchisés selon leur sensibilité au projet et leur importance pour le territoire.

Par souci de lisibilité, seules certaines espèces font l'objet d'une monographie détaillée, selon les critères sélectifs présentés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 14. Critères de prise en compte des espèces dans l'état initial

	Enjeu zone d'étude				
	Très fort	Fort	Modéré	Faible	Très faible
Présence avérée	oui	oui	oui	oui	non
Potentialité forte	oui	oui	oui	non	non

Oui : prise en compte dans l'état initial

Non : non prise en compte dans l'état initial

1.1. Description de la zone d'étude

La zone d'étude se situe sur la commune de Sénas (13). Elle se place dans un contexte agricole à l'étage méso-méditerranéen.

En matière de substratum géologique, le secteur d'étude de la commune de Sénas se situe dans des Alluvions récentes (Quaternaire) (Fz) d'après la carte géologique imprimée 1/50 000 (BRGM), zone en rouge sur la carte ci-dessous).

Carte géologique 1/50 000 vecteur imprimée (en rouge : zone d'étude)

Source : Infoterre/BRGM

La zone d'étude est composée de zones cultivées type verger, d'un terrain labouré et d'une culture d'asperges.

On y retrouve également des prairies améliorées en partie fauchées et zones en friches. Une maison et son jardin attenant y sont également présents ainsi qu'une zone rudérale et des chemins voire une aire de stationnement.

Enfin, on notera que la zone d'étude est entrecoupée ou bordée de haies.

Aperçus de la zone d'étude

Antoine VEIRMAN, le 25/03/2020, Léo NERY le 17/04/2020 et J. VOLANT, 23/06/2020, Sénas (13)

Les extraits du site Géoportail ci-dessous permettent de visualiser l'évolution de la zone d'étude et de ses abords au fil du temps. Cette analyse diachronique d'une partie de la zone d'étude, au niveau de la commune de Sénas entre 1953 et aujourd'hui (cf. ci-dessous), est indiquée ci-après : **on note une considérable progression de l'urbanisation et des activités industrielles dans le secteur**.

Cette approche temporelle est très importante car elle nous permet de déterminer les habitats dans une démarche évolutive, et non pas fixiste, et ainsi de mieux comprendre la mise en place de cette mosaïque de milieux, agricoles (prairies, vergers, friches et haies), industriels et naturels, et d'appréhender l'importance des actions anthropiques dans la gestion et l'évolution de l'écosystème.

En 1953, le secteur présentait une vaste plaine agricole au niveau de la zone d'étude et autour.

A l'heure actuelle, on constate dans le secteur que ces milieux ont régressés, en particulier au sud-est, du fait du développement de l'urbanisation et des infrastructures de transport.

On constate que l'occupation du sol au niveau de la zone d'étude est assez constante mais qu'elle a tout de même évolué avec la plantation d'un verger, l'installation d'un jardin avec une habitation et l'installation de quelques haies.

Vue aérienne actuelle 2017 (en rouge : zone d'étude)

Source : Géoportail

1.2. Habitats naturels

Cette partie concerne uniquement les enjeux liés aux habitats en tant que tels. Les aspects habitats d'espèces sont développés dans les parties relatives à chaque groupe biologique et en fin d'état initial (« Habitats d'espèces et fonctionnalités écologiques »).

Les habitats naturels décrits ci-dessous sont classés en fonction de leur représentation relative dans la zone d'étude ; le premier habitat caractérisé est celui qui a le recouvrement le plus important, le dernier ayant la superficie la plus restreinte. Leur localisation est précisée sur la carte ci-après.

Tableau 15. Présentation des habitats naturels

Illustration	Habitat naturel	Cortège végétal associé	Surface (ha)	Code CORINE Biotopes	Code EUNIS	EUR 28	Autres statuts	Etat de conservation	Enjeu Zone d'étude
	Friches	*Hordeum murinum, Cichorium intybus, Clinopodium nepeta, Avena barbata, Cota tinctoria, Equisetum ramosissimum, Elytrigia campestris, etc.*	0,37	-	I1.53	-	-	Défavorable inadéquat	Faible
	Prairie améliorée	*Arrhenatherum elatius, Poa trivialis, Bromus diandrus, Dactilis glomerata, Festuca arundinacea, Avena barbata, Bromus sterilis, etc.*	1,31	81.1	E2.61	-	-	Favorable	Faible
	Fourré	*Rubus ulmifolius, Cornus sanguinea, Crataegus monogyna, Pyracantha coccinea, etc.*	0,06	31.81	F3.11	-	-	Favorable	Faible

Illustration	Habitat naturel	Cortège végétal associé	Surface (ha)	Code CORINE Biotopes	Code EUNIS	EUR 28	Autres statuts	Etat de conservation	Enjeu Zone d'étude
	Haie arborée	*Populus alba, Polupus nigra, Cupressus sempervirens, Crataegus monogyna, Ulmus minor, etc.*	0,10	84.1	G5.1	-	-	Favorable	Faible
	Verger	*Cydonia oblonga*	0,74	83.15	G1.D4	-	-	Défavorable mauvais	Très faible
	Culture	*Asparagus sp.*	0,42	-	I1.22	-	-	Défavorable inadéquat	Très faible
	Terre labourée nue	-	0,19	-	I1.51	-	-	Défavorable inadéquat	Très faible

Illustration	Habitat naturel	Cortège végétal associé	Surface (ha)	Code CORINE Biotopes	Code EUNIS	EUR 28	Autres statuts	Etat de conservation	Enjeu Zone d'étude
	Zone rudérale	*Chenopodium album, Carduus pycnocephalus, Polygonum aviculare, Portulaca oleracea, etc.*	0,05	87.2	E5.13	-	-	Défavorable inadéquat	Très faible
	Haie ornementale	*Prunus laurocerasus, etc.*	0,11	-	FA.1	-	-	-	Très faible
	Jardin privatif	*Forsythia x intermedia, Prunus dulcis, Olea europaea, Iris germanica, Plantago lanceolata, etc.*	0,71	85.3	I2.2	-	-	-	Très faible
	Bati	-	0,04	-	J2.1	-	-	-	Nul
	Chemin, aire de stationnement	-	0,21	-	J4.2	-	-	-	Nul

Carte 11 : Habitats naturels – Classification EUNIS

1.3. Zones humides

1.1.1. Délimitation des zones humides au regard du critère de végétation

Les prospections réalisées dans la zone d'étude ont permis la caractérisation et la délimitation des zones humides éventuelles au regard du critère de la végétation, comme le stipule l'arrêté du 24 juin 2008 modifié par l'arrêté du 1er octobre 2009. Parmi les habitats naturels identifiés au sein de la zone d'étude, aucun habitat n'est côté « H » compte tenu de l'absence d'une végétation caractéristique des zones humides.

Cependant, 4 habitats côtés « p » ont été identifiés au sein de la zone d'étude :

- Zone rudérale (code EUNIS : E5.13, code CORINE : 87.2, ZH : « p ») ;
- Fourré (code EUNIS : F3.11, code CORINE : 31.81, ZH : « p ») ;
- Friche (code EUNIS : I1.53, code CORINE : 87.1, ZH : « p ») ;
- Terre labourée nue (code EUNIS : I1.51, code CORINE : 87, ZH : « p »).

Pour ces habitats, la végétation ne permet pas d'attester du caractère humide de ce dernier. L'expertise pédologique est donc nécessaire sur les habitats côtés « p » afin de statuer sur le caractère humide ou non défini selon la législation dans les secteurs où les espèces hygrophiles recouvrent une surface inférieure à 50 %.

Tableau 16. Délimitation des zones humides au regard du critère végétation

Zones humides au regard du critère végétation	*Surface (ha)*
Zones humides avérées (« H »)	0
Zones humides potentielles (« p »)	0,67

Au regard du critère de végétation, les zones humides délimitées selon l'arrêté du 24 juin 2008 modifié le 1er octobre 2009 présentent une superficie totale de 0 ha. En considérant également les habitats côtés « p » et devant faire l'objet d'une expertise complémentaire pédologique pour avérer leur caractère humide, cette surface au regard du critère végétation pourrait être portée à 0,67 ha.

Carte 12 : Physionomie des zones humides au regard du critère de végétation

1.1.2. Délimitation des zones humides au regard du critère pédologique

Afin de compléter la délimitation des zones humides, une expertise pédologique s'appuyant sur des critères hydrologiques et topographiques a été réalisée.

D'un point de vue géologique, la zone d'étude se trouve sur des alluvions fluviatiles récents du quaternaire de type sables, limons, graviers ou galets.

Des sondages ont été réalisés en tenant compte :

- des habitats cotés « p » ou d'autres habitats suscités, jugés potentiellement humides.
- de la topographie, c'est-à-dire les zones les plus basses, les faibles pentes ou la présence de cuvettes topographiques qui pourraient avoir une fonction de rétention des eaux.

Le 25 mars 2020, 6 sondages pédologiques ont été réalisés dans les secteurs les plus susceptibles de correspondre à une zone humide. Une deuxième visite sur la zone d'étude a eu lieu le 23 mars 2023 afin de réaliser l'expertise pédologique préconisée sur les habitats cotés « p », qui n'avait pas pu avoir lieu lors du premier passage de l'expert sur la zone en raison du chantier de démolition qui était en cours dans la partie au nord-est de la zone d'étude.

Au total 9 sondages pédologiques ont été réalisés sur la zone d'étude. Etant donné la géologie du substrat et les traces d'hydromorphie repérées, deux types de sol ont été identifié lors de la réalisation des sondages : le fluviosol et l'anthroposol (Baize & Girard, 1995 et 2008).

Fluviosol, non caractéristique de zones humides

Descriptif	Sols alluviaux fluviatiles, non ou peu évolués, relativement homogènes ou hétérogènes en fonction des éléments transportés par le cours d'eau, marqués par la présence d'une nappe phréatique alluviale ou temporaire à fortes oscillations, généralement inondables en période de crues.
Sondages concernés	S01 à S06, S08
Contexte	Sondage réalisé dans les secteurs agricoles (prairies, vergers) où la végétation ne peut permettre de statuer sur le caractère humide de la zone.
Descriptif du sondage	Solum de couleur marron clair à texture limoneuse sur l'ensemble des sondages. Les sondages S03 et S05 présente des traces d'oxydoréduction en profondeur apparaissant entre 90 et 100 cm. Aucune trace d'oxydoréduction n'a été observée sur les autres sondages. La nappe phréatique n'a pas été rencontrée lors de cette expertise
Habitats concernés	Verger, Jardin privatif, Prairie améliorée, Fourrés
Type de sol humide	Néant

Sondage n°8, Fluviosol, sondage négatif
S. LODOVICHETTI, 23/03/2023, Sénas (13)

Anthroposol, non caractéristique de zones humides

Descriptif	Sols fortement transformés par les activités humaines (apports répétés de matériaux allochtones, aménagement en terrasses, remblais), ou accumulation de matériaux artificiels sur au moins les 50 premiers centimètres, ou matériaux terreux déplacés. Ils se trouvent souvent en milieu urbain mais aussi, dans des conditions particulières, en milieu rural.
Sondages concernés	S07 et S09
Contexte	Sols rencontrés sur la partie la plus à l'Est de la zone d'étude, qui constitue une zone de remblais liée à d'anciennes constructions, où la végétation ne permettait pas de statuer sur le caractère humide de la zone.
Descriptif du sondage	Des traces de remblais (tuiles, sable, graviers) ont été observées durant la réalisation de ces sondages. En raison d'un sol fortement caillouteux, le sondage S09 a fait fait l'objet d'un refus de tarière. Aucune trace d'oxydoréduction n'a été observée dans les premiers 50 cm. La nappe phréatique n'a pas été rencontrée lors des sondages.
Habitats concernés	Friches, communautés rudérales des constructions rurales récemment abandonnées.
Type de sol humide	Néant

Sondage n°9, Anthroposol, sondage négatif

S. LODOVICHETTI, 23/03/2023, Sénas (13)

Selon les résultats des sondages réalisés et au regard des critères topographiques et hydrologiques, **aucune zone humide au regard du critère pédologique n'a été avérée dans la zone d'étude**. En effet, l'ensemble des sondages réalisés au sein de la zone d'étude présentaient des sols de type fluviosol et anthroposols, non caractéristiques de zones humides. Cependant, trois sondages (S03, S05 et S07) présentaient un horizon rédoxique de profondeur. La zone d'étude s'intégrant au sein de la plaine alluviale de la Durance, la présence de cet horizon laisse penser que ces parcelles peuvent être d'ancienne zone humide ayant été drainé dans un but agricole.

Au regard du critère pédologique, les zones humides, délimitées selon l'arrêté du 24 juin 2008 modifié le 1er octobre 2009, présentent une superficie totale de 0 ha.

Carte 13 : Résultats des sondages pédologiques

1.1.3. Délimitation finale des zones humides

L'expertise pédologique réalisée sur les habitats côté « p » n'a pas permis d'attester du caractère humide de ces habitats. En effet, les 6 sondages pédologiques effectués sur la zone d'étude présentaient des sols de type fluviosol, sols non caractéristiques de zones humides.

Lors des prospections de terrain, les habitats cotés « p » au nord-est de la zone d'étude n'ont pas pu être sujet à l'expertise pédologique étant donné qu'un chantier de démolition avait lieu dans ce secteur. De plus, l'habitat « terre labouré nue » n'a également pas pu faire l'objet de cette expertise étant donné que le propriaitaire n'a pas pu être contacté durant les prospections. Cependant, au regard des sondages pédologiques effectués dans la zone d'étude, la probabilité d'observer des sols hydromorphes dans ces secteurs non visités est jugée nulle.

En application des arrêtés de 2008 et 2009, une zone humide correspond à la couverture la plus large constituée par l'un des deux (ou les deux à la fois s'ils se superposent) critères analysés.

Ici, la surface de **zones humides** au regard des critères de la végétation et de la pédologie est finalement de **0 ha.**

Tableau 17. Délimitation finale des zones humides

Critères de délimitation des zones humides	Surface de zones humides (ha) dans la zone d'étude
Au regard du critère végétation (habitats côtés « H »)	0 ha
Au regard du critère de végétation (habitats côtés « H » + « p »)	0,67 ha
Au regard du critère pédologique	0 ha
Zones humides selon les arrêtés ministériels du 24 juin 2008 et du 1er octobre 2009 (végétation ou pédologie)	0 ha

Pour rappel, au titre de la Loi sur l'Eau et les Milieux Aquatiques (2006), les travaux de remblaiement, d'assèchement ou d'imperméabilisation de zone humide sont soumis à autorisation (pour les surfaces de zone humide supérieure à 1 ha) ou à déclaration (surface entre 1 000 m² et 1 ha) auprès du service instructeur (DDT) (art. R.214-1 du CE).

Les demandes d'autorisation ou de déclaration doivent prévoir des mesures correctives et compensatoires, si l'incidence n'a pas pu être évitée. Sur le territoire Rhône-Méditérranée, pour tout projet qui conduit à la disparition d'une surface de zones humides ou à l'altération de leur biodiversité, la surface de zone humide doit faire l'objet d'une compensation (remise en état ou création de zone humide équivalente sur le plan fonctionnel et de la biodiversité) **à hauteur d'une valeur guide de 200% de la surface perdue** au titre de la disposition 6B-4 du Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) (2016-2021).

1.4. Flore

Une liste floristique de 97 espèces avérées a été dressée, et présentée en **Annexe 3**.

1.4.1. Espèces à enjeu zone d'étude faible à très fort

Aucune espèce à enjeu zone d'étude faible à très fort n'est avérée ni n'est jugée potentielle dans la zone d'étude.

1.4.2. Espèces non contactées malgré des prospections ciblées

L'Orchis à odeur de vanille (*Anacamptis fragrans*), le Liseron rayé (*Convolvulus lineatus*), l'Ophrys de Provence (*Ophrys provincialis*), La Lâche faux-souchet (*Carex pseudocyperus*), l'Ophrys miroir (Ophrys speculum), l'Anémone couronnée (*Anemone coronaria*), la Gagée des champs (*Gagea villosa*), etc. étaient jugés fortement potentiels dans la zone d'étude en raison de la présence de données dans le secteur (source : SILENE, CBN méditerranéen, BDD ECO-MED) et de milieux potentiellement favorables à leur présence. Toutefois, des prospections ont été réalisées à une période favorable à l'observation de ces espèces mais aucun individu n'a été observé. Par conséquent, ces espèces sont jugées non contactées malgré des prospections ciblées.

1.4.3. Espèces exotiques envahissantes

Plusieurs espèces végétales exotiques envahissantes ou potentiellement envahissantes ont été avérées au sein de la zone d'étude. Elles sont listées ci-dessous à titre indicatif.

Les catégories et statuts présentés dans le tableau ci-dessous sont issus de la « Liste des espèces végétales exotiques envahissantes et potentiellement envahissantes de Provence-Alpes-Côte d'Azur » (TERRIN E, DIADEMA K. et FORT N., 2014, annexe 10).

Tableau 18. Espèce végétale exotique envahissante

Famille	Nom du taxon	Nom(s) vernaculaire(s)	Statut	Statut	Statut	Statut
			PACA	LR	MED.	ALP.
Sapindaceae	Acer negundo L., 1753	Érable negundo, Érable frêne, Érable Négondo	Majeure	Majeure	Modérée	Alerte
Oleaceae	Ligustrum lucidum W.T.Aiton, 1810	Troène luisant	Modérée	Alerte	Modérée	Prévention
Oxalidaceae	Oxalis articulata Savigny, 1798	Oxalis articulé	Modérée		Modérée	Absente
Rosaceae	*Pyracantha coccinea M.Roem., 1847*	Buisson ardent	Modérée	Modérée	Modérée	Alerte
Poaceae	Sorghum halepense (L.) Pers., 1805	Sorgho d'Alep, Herbe de Cuba	Modérée	Modérée	Modérée	Modérée

N.B. : La Canne de Provence (*Arundo donax*), espèce particulièrement problématique dans la région, n'est pas listée par le CBN comme une EEE car il s'agit d'une archéophyte, c'est-à-dire d'une espèce ayant été introduite avant 1500.

Buisson ardent, Sorgho d'Alep, Canne de Provence

J. VOLANT, 23/06/2020, Sénas (13)

1.4.4. Bilan cartographique des enjeux relatifs à la flore

Carte 14 : Espèces exotiques envahissantes

1.5. Invertébrés

Une liste de 17 espèces avérées a été dressée, et présentée en **Annexe 4**. Ce résultat indique que la richesse entomologique est particulièrement faible sur la zone d'étude, mais représentative de l'homogénéité et de la nature anthropisée des milieux présents : zones rudérales, friches colonisées par des espèces exotiques envahissantes et jardins privés, dont la gestion est peu favorable à l'entomofaune.

2 espèces à enjeu zone d'étude notable sont cependant présentes sur la parcelle au nord du périmètre d'étude : la Diane, papillon protégé sur le territoire national, ainsi que la Decticelle des sables, sauterelle à enjeu zone d'étude faible.

Tableau 19. Espèces d'invertébrés avérées au sein de la zone d'étude

Espèce	Habitats d'espèce	Enjeu local de conservation	Importance de la zone d'étude	Enjeu zone d'étude
Diane *(Zerynthia polyxena)* *	Pelouses, garrigues, prairie humide	Modéré	Faible	Modéré
Decticelle des sables *(Platycleis sabulosa)*	Friches, substrats sablonneux	Faible	Faible	Faible

**Espèce protégée*

1.5.1. Espèces à enjeu zone d'étude fort à très fort

Aucune espèce d'insecte à enjeu zone d'étude fort à très fort n'a été avérée ou n'est jugée fortement potentielle dans la zone d'étude.

1.5.2. Espèces à enjeu zone d'étude modéré

■ **Espèce avérée**

Diane (*Zerynthia polyxena* Denis & Schiffermüller, 1775)

Protection	France	PN2		
Liste rouge	France	LC	PACA	LC
Autre(s) statut (s)	DH4 – BE2 – Remarquable ZNIEFF PACA			
Répartition mondiale	France à l'Asie mineure par le sud de l'Europe			
Répartition française	Bordure et arrière-pays méditerranéen ; Localisée mais assez abondante			
Habitats d'espèce, écologie	Prairies, pelouses, landes ouvertes, avec une préférence pour les endroits un peu humides (bordure de fossé, canaux, etc.) jusqu'à 1 500m ; Plante-hôte principale : *Aristolochia rotunda* mais aussi plus rarement *A. pistolochia, A. clematitis, A. pallida,* et *A. paucinervis*			
Menaces	Urbanisation			

S. MALATY, 22/04/2016, Sorgues (84)

Contexte local

Dans le secteur d'étude :

L'espèce est assez répandue dans le secteur d'étude. Elle est connue de la commune de Sénas et des communes alentours dont Cavaillon, Salon-de-Provence et Mallemort (Consultation INPN du 21/09/2020).

Dans la zone d'étude :

4 adultes et 1 œuf ont été recensés au nord du site d'étude, au niveau d'une friche qui abrite une quinzaine de pieds d'Aristoloche à feuilles ronde. Ces observations montrent qu'une petite population est implantée localement et qu'elle utilise en partie la zone d'étude pour se reproduire et s'alimenter.

Répartition française et abondance

Importance de la zone d'étude	Enjeu local de conservation
Modérée	**Modéré**

■ **Espèces fortement potentielles**

Aucune espèce d'insecte à enjeu zone d'étude modéré n'est jugée fortement potentielle dans la zone d'étude.

1.5.3. Espèces à enjeu zone d'étude faible

Une espèce d'insecte à enjeu zone d'étude faible a été avérée dans la zone d'étude.

Tableau 20. Invertébrés à enjeu zone d'étude faible

Photo	Nom de l'espèce	Importance de la zone d'étude pour la population locale	Statuts de protection	Liste rouge France	Liste rouge PACA	Commentaires
	Decticelle des sables (*Platycleis sabulosa*)	Faible	-	-	-	2 femelles ont été observées au nord de la zone d'étude. L'espèce est susceptible de réaliser l'ensemble de son cycle de vie au sein de la zone d'étude.

1.5.5. Bilan cartographique des enjeux relatifs aux invertébrés

Carte 15 : Enjeux relatifs aux invertébrés

1.6. Amphibiens

Une liste de 2 espèces avérées a été dressée et présentée en **Annexe 5**.

La zone d'étude, située en contexte périurbain, présente un intérêt limité pour la batrachofaune compte tenu de l'absence d'une grande diversité de milieux aquatiques favorables pour leur reproduction et de milieux terrestres fragmentés.

Les milieux aquatiques sont représentés par le Canal Septentrional des Alpilles et un fossé végétalisé. Le canal, au vu de sa profondeur, de l'absence de végétation et de ses berges abruptes et bétonnées, ne présente aucun intérêt pour la reproduction des amphibiens. En revanche, le fossé végétalisé est utilisé en période de reproduction par le Triton palmé et les haies le bordant peuvent lui faire office de gîte.

Aperçu du fossé végétalisé dans lequel des Tritons palmés ont été observés

Triton palmé dans le fossé végétalisé

Haie limitrophe au fossé constituant l'habitat terrestre du Triton palmé
M. PEZIN, 02/04/2020, Sénas (13)

Tableau 21. Espèces d'amphibiens avérées ou jugées fortement potentielles au sein de la zone d'étude

Espèce	Habitats d'espèce	Enjeu local de conservation	Importance de la zone d'étude	Enjeu zone d'étude
Triton palmé* (*Lissotriton helveticus*)	Habitat aquatique : fossé végétalisé Habitat terrestre : haies situées à proximité du fossé	Modéré	Faible	**Faible** (Cycle de vie incomplet dans la zone d'étude)
Rainette méridionale* (*Hyla meridionalis*)	Pas d'habitat aquatique identifié Habitats terrestres : haies, jardins	Faible	Très faible	**Très faible** (Cycle de vie incomplet dans la zone d'étude)

**Espèce protégée*

Espèce avérée	Espèce fortement potentielle

1.6.1. Espèces à enjeu zone d'étude modéré à très fort

Aucune espèce d'amphibien à enjeu zone d'étude modéré à très fort n'a été avérée ni n'est jugée fortement potentielle au sein de la zone d'étude.

1.6.2. Espèces avérées à enjeu zone d'étude faible

Une seule espèce à enjeu zone d'étude faible a été avérée et est présentée brièvement dans le tableau ci-dessous.

Tableau 22. Amphibiens à enjeu zone d'étude faible

Photo	Nom de l'espèce	Importance de la zone d'étude pour la population locale	Statuts de protection	Liste rouge France	Liste rouge PACA	Commentaires
	Triton palmé* (*Lissotriton helveticus*)	Faible	PN3, BE3	LC	NT	Deux individus adultes ont été observés dans le fossé végétalisé à l'ouest de la zone d'étude durant leur période de reproduction. Cet habitat est toutefois dégradé et peu accessible à l'espèce. En effet, seules les berges situées au nord ne sont pas abruptes et permettent aux individus d'effectuer leurs déplacements entre le milieu terrestre et le milieu aquatique. Les haies situées à proximité de ce fossé constituent les habitats terrestres du Triton palmé.

**Espèce protégée*

1.6.3. Espèces non contactées malgré des prospections ciblées

Aucune espèce d'amphibien n'entre dans cette catégorie pour cette zone d'étude, les milieux n'étant pas favorables aux espèces connues localement (Pélodyte ponctué, Crapaud calamite, Crapaud épineux).

1.6.4. Cas particuliers

- **Rainette méridionale (*Hyla meridionalis*) ; PN2, BE2, DH4**

Seul un contact auditif a été perçu à l'ouest du Canal, en bordure du Chemin Donne. La Rainette méridionale est une espèce très ubiquiste s'accommodant très bien des jardins pour sa phase terrestre. Le fossé végétalisé ne semble présenter aucun intérêt pour cette espèce vu qu'aucun individu ou indice de reproduction n'a été vu à l'intérieur. De ce fait, l'importance de la zone d'étude est qualifiée de très faible pour cette espèce, lui conférant ainsi un enjeu zone d'étude très faible malgré un enjeu local côté faible.

1.6.5. Bilan cartographique des enjeux relatifs aux amphibiens

Carte 17 : Enjeux relatifs aux amphibiens

1.7. Reptiles

Quatre espèces de reptiles ont été avérées au cours des prospections (liste présentée en **Annexe 66**). Il s'agit de la **Couleuvre d'Esculape**, de l'**Orvet fragile**, du **Lézard des murailles** et de la **Tarente de Maurétanie**.

La zone d'étude présente quelques faciès d'habitats favorables aux reptiles, notamment la friche située au nord-est bordée de haies et dont la strate herbacée dense est favorable à la présence de l'ensemble des espèces avérées ainsi que celle du Seps strié et de la Couleuvre de Montpellier (tous deux jugés fortement potentiels). Cette friche est parsemée de dépôts sous lesquels ont été observés l'Orvet fragile et le Lézard des murailles.

Les jardins privés situés dans la zone d'étude présentent également un intérêt pour l'herpétofaune en raison de la présence de haies et d'une strate herbacée gérée avec parcimonie permettant aux reptiles de disposer de leurs ressources alimentaires (insectes, micromammifères, oiseaux). Les bâtiments et leurs abords sont, quant à eux, fréquentés par le Lézard des murailles et la Tarente de Maurétanie. A l'inverse, les cultures présentent un intérêt très limité pour ce compartiment biologique (strate herbacée rase, absence de gîtes).

Dépôts faisant office de gîtes pour l'Orvet fragile et le Lézard des murailles
M. PEZIN, 02/04/2020, Sénas (13)

Aperçu de la friche située au nord-est de la zone d'étude
J. VOLANT, 23/06/2020, Sénas (13)

Orvet fragile sous plaque
M. PEZIN, 02/04/2020, Sénas (13)

Tableau 23. Espèces de reptiles avérées ou jugées fortement potentielles au sein de la zone d'étude

Espèce	Habitats d'espèce	Enjeu local de conservation	Importance de la zone d'étude	Enjeu zone d'étude
Couleuvre d'Esculape* (*Zamenis longissimus*)	Haies, jardins, friche	Modéré	Faible	Faible
Seps strié* (Chalcides striatus)	Friches au nord-est	Modéré	Faible	Faible
Lézard des murailles* (*Podarcis muralis*)	Haies, jardins, friches, murets	Faible	Faible	Faible
Orvet fragile* (*Anguis fragilis*)	Haies, friches	Faible	Faible	Faible
Tarente de Maurétanie* (*Tarentola mauritanica*)	Murets, façades des habitations, habitations	Faible	Faible	Faible
Couleuvre de Montpellier* (*Malpolon monspessulanus*)	Friches	Faible	Très faible	Très faible

**Espèce protégée*

Espèce avérée | **Espèce fortement potentielle**

1.7.1. Espèces à enjeu zone d'étude modéré à très fort

Aucune espèce de reptile à enjeu zone d'étude modéré à très fort n'a été avérée ni n'est jugée fortement potentielle au sein de la zone d'étude.

1.7.2. Espèces avérées à enjeu zone d'étude faible

Quatre espèces à enjeu zone d'étude faible ont été identifiées au sein de la zone d'étude et sont présentées brièvement dans le tableau ci-dessous.

Tableau 24. Reptiles à enjeu zone d'étude faible

Photo	Nom de l'espèce	Importance de la zone d'étude pour la population locale	Statuts de protection	Liste rouge France	Liste rouge PACA	Commentaires
	Couleuvre d'Esculape* (*Zamenis longissimus*)	Faible	PN2, BE2, DH4	LC	LC	Un individu adulte a été observé en thermorégulation en bordure de haie dans un des jardins privés. Cycle de vie potentiellement complet.
	Lézard des murailles* (*Podarcis muralis*)	Faible	PN2, BE2, DH4	LC	LC	Trois individus (dont un juvénile) ont été observés en thermorégulation en différents points de la zone d'étude. Cycle de vie complet.
	Orvet fragile* (*Anguis fragilis*)	Faible	PN3, BE3	LC	LC	Deux individus (un subadutle et un juvénile) ont été observés sous des déchets (tapis de voiture, planches) dans la friche du nord-est. Cycle de vie complet.

Photo	Nom de l'espèce	Importance de la zone d'étude pour la population locale	Statuts de protection	Liste rouge France	Liste rouge PACA	Commentaires
	Tarente de Maurétanie* (*Tarentola mauritanica*)	Faible	PN3, BE3	LC	LC	Deux individus ont été observés sur les pans de murs des habitations. Cycle de vie potentiellement complet.

**Espèce protégée*

1.7.3. Bilan cartographique des enjeux relatifs aux reptiles

Carte 18 : Enjeux relatifs aux reptiles

1.8. Oiseaux

Une liste de 36 espèces avérées a été dressée, et présentée en **Annexe 7**.

Les principaux cortèges représentés sont tout d'abord représenté par le cortège des oiseaux liés aux milieux bocagers composés de prairies et friches entrecoupées de haies, offrant des proies abondantes (Rollier d'Europe, Chevêche d'Athena, Huppe fasciée, Moineau friquet, Bruant zizi), ainsi que le cortège d'espèces des milieux péri-urbains (Choucas des tours, Hirondelles, Martinet noir, Moineau domestique, Pie bavarde etc.). On retrouve également un cortège bien présent d'oiseaux communs (Mésange bleue, Pinson des arbres, Chardonneret élégant, Rougegorge familier etc.) lié en grande partie à ce maillage de haies denses et âgées par endroit offrant des sites de nidifications propices.

La présence de prairies, friches ainsi que cette densité bocagère offrent de nombreux gîtes et proies à des espèces de rapaces diurnes et nocturnes observées au sein ou à proximité de la zone d'étude comme le Faucon crécerellette, le Faucon crécerelle, le Milan noir, l'Epervier d'Europe, la Cheveche d'Athena, le Petit-duc scops ou le Hibou moyen duc.

Tableau 25. Espèces d'oiseaux avérées ou jugées fortement potentielles au sein de la zone d'étude

Espèce	Habitats d'espèce	Enjeu local de conservation	Importance de la zone d'étude	Enjeu zone d'étude
Faucon crécerellette*	Milieux ouverts herbacés riches en insectes/Alimentation	Très fort	Faible	Modéré
Rollier d'Europe*	Milieux ouverts herbacés riches en insectes/Alimentation	Fort	Faible	Modéré
Petit-duc scops*	Arbre à cavité ou vieux arbres/ nidification Milieux ouverts herbacés riches en insectes/Alimentation	Modéré	Modérée	Modéré
Chevêche d'Athena*	Cavité au sein du bâti/Nidification Milieux ouverts herbacé /Alimentation	Modéré	Faible	Faible
Epervier d'Europe*	Linéaire et arbres isolés/ Alimentation	Faible	Faible	Faible
Faucon crécerelle*	Milieux ouverts /Alimentation	Faible	Faible	Faible
Hibou moyen-duc*	Alignement de vieux arbres/ Nidification	Faible	Faible	Faible
Huppe fasciée*	Milieux ouverts/ alimentation	Modéré	Faible	Faible
Hirondelle rustique*	Bâti/ Nidification Ensemble de la zone aérienne/ Alimentation	Faible	Faible	Faible
Milan noir*	Milieux ouverts/ Alimentation	Faible	Faible	Faible
Moineau friquet*	Cavité du bâti/ Nidification Milieux ouverts	Faible	Faible	Faible
Vautour percnoptère*	Cadavre et restes osseux / Alimentation	Très fort	Très faible	Faible
Cortège des oiseaux commun (Espèces nicheuses protégées)	Ensemble des milieux buissonnants, arborés de manière générale/Nidification	Très faible	Très faible	Très faible

**Espèce protégée*

Espèce avérée **Espèce fortement potentielle**

1.8.1. Espèces à enjeu zone d'étude très fort et fort

Aucune espèce à enjeu zone d'étude fort à très fort n'a été contactée ni n'est jugée potentielle sur la zone d'étude.

1.8.2. Espèces à enjeu zone d'étude modéré

■ **Espèces avérées**

Faucon crécerellette (*Falco naumanni* (Fleischer, 1818))

Protection	PN3	**UICN France**	VU
Autre(s) statut (s)	DO1, BE2, BO1, BO2		

Répartition mondiale	Nichant de l'Est de la Russie à la Péninsule Ibérique en passant par le bassin méditerranéen, cette espèce migratrice hiverne en Afrique de l'Ouest.
Répartition française	Localisé très ponctuellement sur la frange littorale méditerranéenne.
Habitats d'espèce, écologie	L'espèce est cavicole (falaises, bâtiments, nichoirs, tas de pierres. etc.). Elle se nourrit essentiellement d'invertébrés quelle recherche dans les milieux ouverts pourvus d'une végétation rase.
Menaces	Sensible à l'utilisation de produits phytosanitaires, il est par ailleurs, sujet à une forte pression de prédation pour les couples qui nichent proche du sol.

J.-M. SALLES, 11/05/2013, Crau (13)

Contexte local

Dans le secteur d'étude :

L'espèce ne se reproduit pas sur la commune et la population de Faucon crécerellette est cantonnée pour la région PACA sur la plaine de Crau.

Dans la zone d'étude :

Lors du passage le 15 juin 2020 un ou deux individus ont été observés en chasse en soirée sur la zone d'étude au sein des prairies et friches et en bordure du canal hors de la zone d'étude. La zone d'étude se situe à une vingtaine de kilomètres des premières colonies de nidification de la région PACA. Le ou les individus semblent être des oiseaux non reproducteurs en recherche alimentaire. La zone d'étude ne semble pas être une zone d'alimentation privilégiée pour l'espèce au regard de la distance qui la sépare des colonies Craviennes et à l'unique observation de cette espèce.

Aire de reproduction française

Importance de la zone d'étude	Enjeu local de conservation
Faible	**Très fort**

Rollier d'Europe (*Coracias garrulus* (Linné, 1758))

Protection	PN3	**UICN France**	NT
Autre(s) statut (s)	DO1, BE2, BO2		

Répartition mondiale	De répartition paléarctique, le Rollier d'Europe est un migrateur strict qui hiverne en Afrique.
Répartition française	Localisé essentiellement sur la frange littorale méditerranéenne.
Habitats d'espèce, écologie	Insectivore, il niche dans les cavités naturelles ou creusées par le Pic vert (*Picus viridis*), généralement dans de grands arbres.
Menaces	L'utilisation de produits phytosanitaires et la raréfaction des arbres creux qu'il utilise pour se reproduire.

S. CABOT, 10/05/2015, Istres (13)

Contexte local

Dans le secteur d'étude :

L'espèce est notée nicheuse certaine sur la commune de Sénas (Faune-PACA.org)

Dans la zone d'étude :

L'unique observation de l'espèce a été réalisée le 15 juin 2020 en survol de la zone d'étude. Un seul peuplier à cavité de pic semble favorable pour la nidification de l'espèce sur le côté ouest de la zone d'étude. Cependant l'espèce n'y a pas été observée et elle semble nicher en périphérie.

Cette observation au mois de juin semble indiquer un individu en transport de nourriture. L'ensemble des habitats ouverts de la zone d'étude peuvent être considérés comme favorables aux recherches alimentaires de l'espèce. Quelques individus de Rollier d'Europe ont été observés en migration active ainsi qu'en alimentation au sein de la zone d'étude. L'ensemble des milieux ouverts présents localement est susceptible de convenir aux recherches alimentaires de cette espèce macro-insectivore.

L'individu observé en survol dans la zone d'étude doit probablement se reproduire en périphérie de la zone d'étude.

Importance de la zone d'étude	Enjeu local de conservation
Faible	Fort

Aire de reproduction française

Petit-duc scops (*Otus scops* (Linnaeus, 1758))

Protection	PN3	**UICN France**	LC
Autre(s) statut (s)	EMR, BE2		

Répartition mondiale	Nicheur paléarctique, il hiverne en Afrique. Quelques populations isolées sont sédentaires.
Répartition française	Le Petit-duc scops est essentiellement présent dans la moitié sud de la France notamment sur le pourtour méditerranéen. Il devient rare au-dessus de la Loire.
Habitats d'espèce, écologie	Cavicole, il niche dans les cavités de grands ou vieux arbres. Insectivores, il recherche les zones ouvertes pour chasser.
Menaces	Les principales menaces sont la raréfaction des arbres creux et la baisse de la disponibilité alimentaire liée à l'utilisation des produits phytosanitaires.

M. LEPLEY, 08/08/2010, St-Martin de Crau (13)

Contexte local

Dans le secteur d'étude :

L'espèce est globalement bien représentée sur le secteur au sein duquel elle trouve les habitats propices à sa nidification. Elle est notée nicheuse certaine sur la commune de Sénas en 2019 (source : Faune-PACA.org)

Dans la zone d'étude :

À la suite des deux passages réalisés il semble qu'a minima un mâle chanteur se soit cantonné et probablement reproduit dans le secteur d'étude à environ 50 mètres au sein des platanes. Le premier passage du mois d'avril avait permis de contacter quatre mâles chanteurs pouvant à cette période être encore en passage migratoire.

Cette mosaïque d'habitats est favorable aux recherches alimentaires du Petit-duc scops mais également à sa nidification. En effet, une cavité découverte en bordure ouest au sein d'un peuplier correspond aux exigences écologiques de cette espèce cavicole.

L'espèce utilise donc la zone d'étude pour ses recherches alimentaires et peut potentiellement nicher au sein de la cavité arboricole.

Importance de la zone d'étude	Enjeu local de conservation
Modérée	Modéré

Aire de reproduction française

■ Espèces fortement potentielles

Aucune espèce à enjeu zone d'étude modéré n'est jugée potentielle au sein de la zone d'étude.

1.8.3. Espèces avérées à enjeu zone d'étude faible

Tableau 26. Oiseaux à enjeu zone d'étude faible

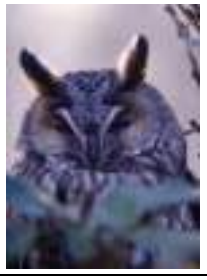
Photo	Nom de l'espèce	Importance de la zone d'étude pour la population locale	Statuts de protection	Liste rouge France	Liste rouge PACA	Commentaires
	Chevêche d'Athena* (*Athene noctua*)	Faible	PN3, BE2	LC	NT	Un mâle chanteur a été contacté en mai sur une maison abandonnée offrant un site idéal de nidification pour l'espèce en dehors de la ZE. Cependant l'espèce n'y a pas été recontactée au mois de juin. Elle y est jugée nicheuse possible et est susceptible de venir s'alimenter sur l'ensemble des habitats ouverts herbacés riches en insectes.
	Epervier d'Europe* (*Accipiter nisus*)	Faible	PN3, BO2, BE2	LC	LC	Un individu a été observé en vol hors zone d'étude au-dessus de l'agglomération. L'espèce peut utiliser les haies, verger et arbres isolés pour ses recherches alimentaires.
	Faucon crécerelle* (*Falco tinnunculus*)	Faible	PN3, BE2, BO2	NT	NT	Un individu a été observé en survol au mois de juin. L'ensemble des habitats ouverts de la zone d'étude sont favorables aux recherches alimentaires et l'espèce est nicheuse possible en dehors de la zone.
	**Hibou moyen-duc*** *(Asio otus)*	Faible	PN3, BE2	LC	LC	Deux contacts de l'espèce ont étéréalisés en avril. L'espèce se reproduit très probablement au sein des haies bien fournies qui entourent la zone d'étude. Les habitats de végétation rase constituent des zones de chasse favorables.
	Huppe fasciée* *(Upupa epops)*	Faible	PN3, BE3	LC	LC	L'espèce a été observée au sein de la zone d'étude. Cette dernière se reproduit probablement en dehors de la zone d'étude mais l'utilise ponctuellement pour ses recherches alimentaires.
	Hirondelle rustique* (*Hirundo rustica*)	Faible	PN3, BE2	NT	NT	Plusieurs individus sont présents en alimentation au sein de la zone d'étude et a minima un couple semble nicher dans le garage d'une propriété privé à environ 20 mètres de la zone d'étude.

Photo	Nom de l'espèce	Importance de la zone d'étude pour la population locale	Statuts de protection	Liste rouge France	Liste rouge PACA	Commentaires
	Milan noir* (*Milvus migrans*)	Faible	PN3, DO1, BO2, BE2	LC	LC	Un individu a été contacté en vol en dehors de la zone d'étude. L'espèce peut utiliser les zones ouvertes (prairie, friche) pour ses recherches alimentaires.
	Moineau friquet* *(Passer montanus)*	Faible	PN3, BE3	EN	EN	Une colonie de quelques couples (1-3) est installée dans un bâtiment type hangar à une dizaine de mètres de la zone d'étude qu'ils utilisent pour leurs recherches alimentaires.
	Vautour percnoptère* (*Neophron percnopterus*)	Très faible	PN3, DO1, BE2, BO2	EN	CR	Un individu à été observé en survol de la zone d'étude. La zone d'étude à une importance très faible pour l'espèce du fait de l'absence de proie pour cet oiseau nécrophage.

**Espèce protégée*

1.8.4. Bilan cartographique des enjeux relatifs aux oiseaux

Carte 19 : Enjeux relatifs aux oiseaux

1.9. Mammifères

Une liste de 16 espèces avérées a été dressée, et présentée en **Annexe 8**.

Parmi les espèces avérées, on retrouve 1 espèce à enjeux local de conservation (ELC) très fort, 2 espèces à ELC fort, 6 espèces à ELC modéré et 7 à ELC faible.

Au regard des données bibliographiques consultées pour le secteur géographique du projet, et des milieux présents dans la zone d'étude et à proximité, la présence de 5 espèces sera considérée comme potentielle. Parmi celles-ci on retrouve 1 espèce à ELC très fort,1 espèce à ELC fort et 3 espèces à ELC faible. Rappelons que les espèces potentielles dont l'ELC est inférieur à modéré ne seront pas prises en compte dans la suite du rapport.

Au final, 5 espèces se sont vues attribuer un enjeu zone d'étude (EZE) modéré et 16 une EZE faible. Le détail de cette évaluation est donné dans le tableau ci-dessous.

Tableau 27. Espèces de mammifères avérées ou jugées fortement potentielles au sein de la zone d'étude

Espèce	Habitats d'espèce	Enjeu local de conservation	Importance de la zone d'étude	Enjeu zone d'étude
Murin de Bechstein*	Milieux semi-ouverts ou forestiers lisières, cours d'eau : **alim./dépla.** **Gite arboricole**	Très fort	Faible	Modéré
Petit murin*	Milieux ouverts, semi-ouverts, lisières, cours d'eau : **alim./dépla.** **Gite cavernicole ou anthropique**	Fort	Faible	Modéré
Grand murin*	Milieux ouverts, semi-ouverts ou forestiers lisières, cours d'eau : **alim./dépla.** **Gite cavernicole ou anthropique**	Fort	Faible	Modéré
Minioptère de Schreibers*	Milieux ouverts, semi-ouverts, lisières, cours d'eau : **alim./dépla.** **Gite cavernicole**	Très fort	Faible	Modéré
Murin à oreilles échancrées*	Milieux semi-ouverts ou forestiers lisières, cours d'eau : **alim./dépla.** **Gite cavernicole ou anthropique**	Fort	Faible	Modéré
Murin cryptique*	Milieux ouverts, semi-ouverts ou forestiers lisières, cours d'eau : **alim./dépla.** **Gite arboricole ou anthropique**	Modéré	Faible	Faible
Molosse de Cestoni*	Tous les milieux : **alim./dépla.** **Gite rupestre**	Modéré	Faible	Faible
Noctule de Leisler*	Tous les milieux : **alim./dépla.** **Gite arboricole**	Modéré	Faible	Faible
Sérotine commune*	Tous les milieux : **alim./dépla.** **Gite anthropique**	Modéré	Faible	Faible
Pipistrelle pygmée*	Tous les milieux, généralement à proximité de zones humides: **alim./dépla.** **Gite arboricole ou anthropique**	Modéré	Faible	Faible
Pipistrelle de Nathusius*	Milieux forestiers, ouverts ou semi-ouverts, généralement à proximité de zones humides: **alim./dépla.** **Gite arboricole**	Modéré	Faible	Faible
Murin de Daubenton*	Milieux ouverts, semi-ouverts ou forestiers lisières, cours d'eau : **alim./dépla.** **Gite arboricole ou anthropique**	Faible	Faible	Faible
Oreillard gris*	Milieux ouverts, semi-ouverts, lisières, cours d'eau : **alim./dépla.** **Gite anthropique**	Faible	Faible	Faible
Pipistrelle commune*	Tous les milieux : **alim./dépla.** **Gite arboricole ou anthropique**	Faible	Faible	Faible
Pipistrelle de Kuhl*	Tous les milieux : **alim./dépla.** **Gite arboricole ou anthropique**	Faible	Faible	Faible
Vespère de Savi*	Tous les milieux : **alim./dépla.** **Gite rupestre**	Faible	Faible	Faible

Espèce	Habitats d'espèce	Enjeu local de conservation	Importance de la zone d'étude	Enjeu zone d'étude
Loir gris	Milieux semi-ouverts ou forestiers et lisières : **habitat d'espèce**	Faible	Faible	Faible
Hérisson d'Europe*	Milieux ouverts, semi-ouverts ou forestiers et lisières : **habitat d'espèce**	Faible	Faible	Faible
Ecureuil roux*	Milieux semi-ouverts ou forestiers, lisières : **alim./dépla.** **Gite arboricole**	Faible	Faible	Faible
Belette	Milieux ouverts, semi-ouverts ou forestiers et lisières : **habitat d'espèce**	Faible	Faible	Faible
Blaireau européen	Tous les milieux : **habitat d'espèce**	Faible	Faible	Faible

**Espèce protégée*

Espèce avérée	**Espèce fortement potentielle**

1.9.1. Données bibliographiques

Le tableau ci-dessous synthétise les données bibliographiques de présence de mammifères à proximité de la zone d'étude, pour les espèces à enjeu local de conservation (*a minima* faible) et/ou pour les espèces protégées et leur potentialité de présence au sein de la zone d'étude.

Tableau 28. Données bibliographiques relatives aux mammifères au niveau du secteur d'étude

Espèces	ZSC FR9301585 « Massif du Luberon »	ZSC FR9301589 « La Durance »	ZSC FR9301594 « Les Alpilles »	ZSC FR9301595 « Crau centrale - Crau sèche »	ZNIEFF 930012365 « Versants occidentaux du Petit Luberon »	Sur la commune de Sénas
Belette (*Mustela nivalis*)						**X (2019)**
Blaireau européen (*Meles meles*)						**X (2019)**
Loutre d'Europe (*Lutra lutra*)		**X** (Conc.)				
Loup gris (*Canis lupus*)		**X** (Conc.)				
Castor d'Europe (*Castor fiber*)		**X** (Séd. 200 ind.)				**X (2020)**
Ecureuil roux (*Sciurus vulgaris*)						**X (2020)**
Hérisson d'Europe (*Erinaceus europaeus*)						**X (2020)**
Minioptère de Schreibers (*Miniopterus schreibersii*)	**X** (Conc. 3000 ind.)	**X** (Conc.100-500 ind.)	**X** (Conc. 500 ind.,Hib.12000 ind.,Repro. 1000-2000 ind.)	**X** (Conc.)	**X**	
Murin de Capaccini (*Myotis capaccinii*)		**X** (Conc.,Repro. 40 ind.)	**X** (Conc.)	**X** (Conc.)		
Barbastelle d'Europe (*Barbastella barbastellus*)		**X** (Conc.)		**X** (Conc.)		
Murin à oreilles échancrées (*Myotis emarginatus*)	**X** (Conc.)	**X** (Conc.,Repro. 100-300 ind.)	**X** (Conc.,Hib.,Repro. 100-200 ind.)	**X** (Conc.)	**X**	
Petit rhinolophe (*Rhinolophus hipposideros*)	**X** (Conc.,Hib)	**X** (Conc.)	**X** (Conc.,Repro.)	**X** (Conc.)		
Grand rhinolophe (*Rhinolophus ferrumequinum*)	**X** (Conc.,Hib)	**X** (Conc.,Hib)	**X** (Conc.,Hib. 100 ind. Repro.)	**X** (Conc.)	**X**	
Rhinolophe euryale (*Rhinolophus euryale*)	**X**		**X** (Conc.,Repro.)			
Grand murin (*Myotis myotis)*	**X** (Conc.)	**X** (Conc.,Repro. 150 ind.)	**X** (Conc.,Hib.,Repro. 1000-2000 ind.)	**X** (Conc.)	**X**	

Espèces	ZSC FR9301585 « Massif du Luberon »	ZSC FR9301589 « La Durance »	ZSC FR9301594 « Les Alpilles »	ZSC FR9301595 « Crau centrale - Crau sèche »	ZNIEFF 930012365 « Versants occidentaux du Petit Luberon »	Sur la commune de Sénas
Petit murin (*Myotis blythii)*	**X** (Conc.)	**X** (Conc.,Repro. 150 ind.)	**X** (Conc.,Hib.,Repro. 1000-2000 ind.)	**X** (Conc.)	**X**	
Murin de Natterer (*Myotis nattereri)*	**X**			**X**		
Molosse de Cestoni (*Tadarida teniotis)*	**X**			**X**		
Murin de Daubenton (*Myotis daubentonii)*	**X**					
Noctule de Leisler (*Nyctalus leisleri*)	**X**			**X**		
Pipistrelle commune (*Pipistrellus pipistrellus*)	**X**			**X**		
Pipistrelle de Kuhl (*Pipistrellus kuhli*)	**X**			**X**		
Pipistrelle de Nathusius (*Pipistrellus nathusii*)				**X**		
Sérotine commune (*Eptesicus serotinus*)	**X**			**X**		
Vespère de Savi (*Hypsugo savii*)	**X**			**X**		
Oreillard gris (*Plecotus austriacus*)	**X**			**X**		

Légende :

Espèce avérée dans la zone d'étude	**X** = présence de l'espèce (autres informations)
Espèce potentiellement présente dans la zone d'étude au regard des milieux qui la composent	
Espèce considérée comme exceptionnelle ou non potentielle dans la zone d'étude	

Sources : Fiches ZNIEFF et Formulaire Standard de Données Natura 2000, INPN, consultés en ligne le 18/08/2020
Sources : www.faune-paca.org, Liste communale des espèces, consulté en ligne le 18/08/2020

Ce tableau présente les données bibliographiques disponibles concernant ce compartiment. A l'issue des prospections d'ECO-MED, d'autres espèces, non citées dans ce tableau, ont pu être avérées ou jugées fortement potentielles.

1.9.2. Intérêts du secteur vis-à-vis des mammifères

■ **Gîtes**

Au sein de la zone d'étude ou a proximité quelques arbres présentant des cavités ont été répertoriés. La zone d'étude présente quelques habitations récentes au sein desquelles certaines espèces anthropophiles ubiquistes pourraient trouver des opportunités de gîtes. Ces opportunités sont cependant relativement faibles mais ne peuvent être écartées totalement.

Exemples d'arbre gîte potentiel
Julien Fleureau (ECO-MED)

Exemples de gîte anthropophile potentiel
Antoine Veirmann (ECO-MED)

■ **Zones de chasse**

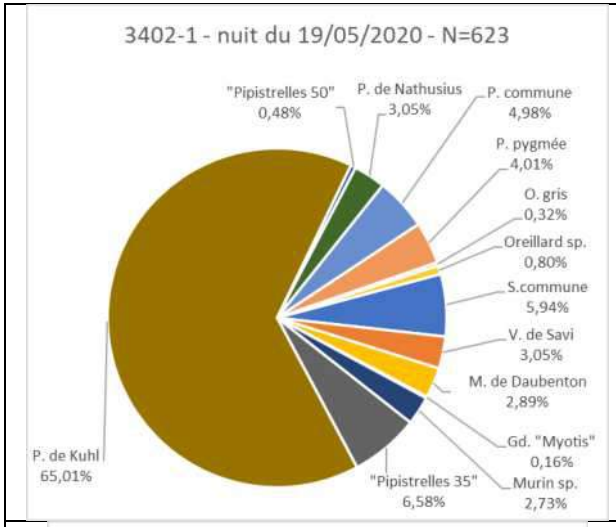
Au sein de la zone d'étude, deux grands types de milieux favorables à l'alimentation des chiroptères sont présents, les vergers et les prairies naturelles.

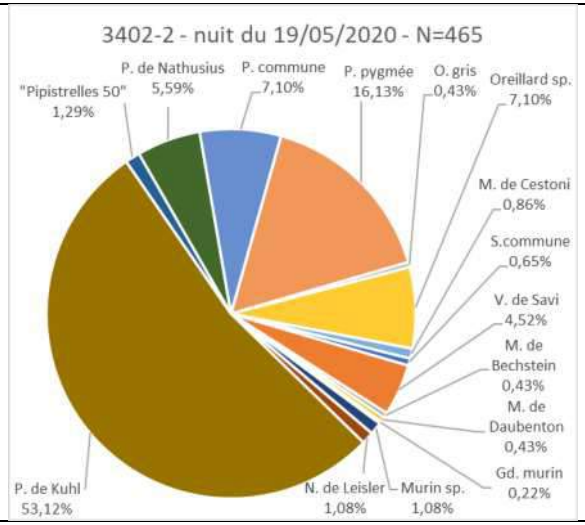
■ **Zones de transit**

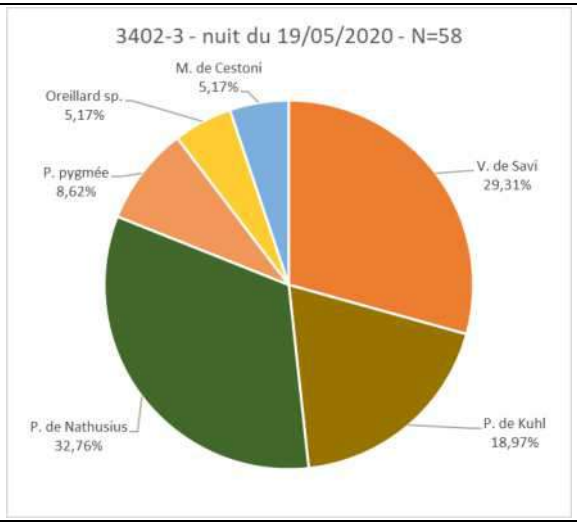
Au sein de la zone d'étude, on trouve un réseau de petites haies qui forment des corridors d'importance locale. Le canal présent en marge ouest de la zone d'étude peut être considéré comme un corridor d'importance supérieure, mais reste dans un état de conservation assez médiocre en raison de l'absence de linéaire arboré ou arbustif à son abord.

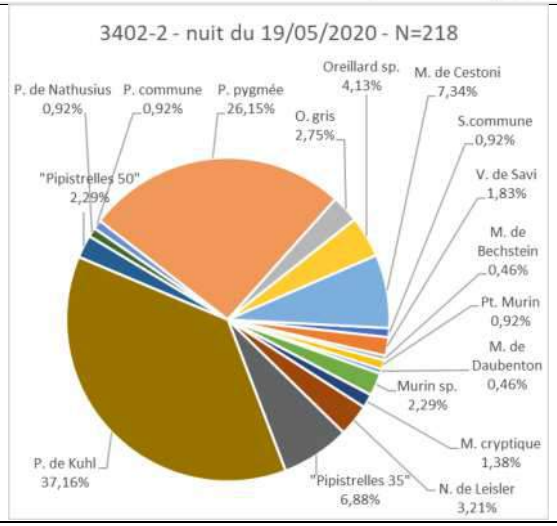
■ **Niveau d'activité (chiroptères)**

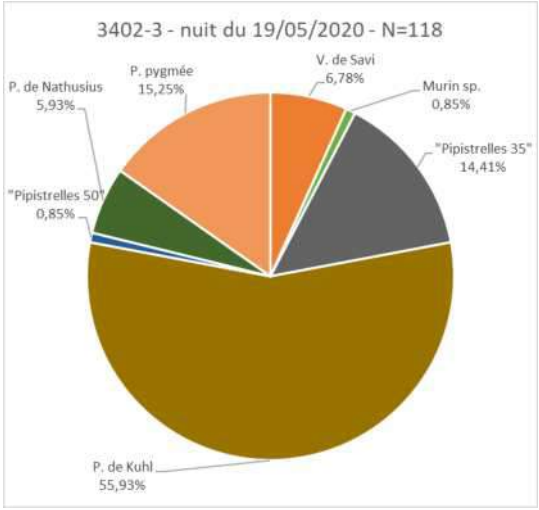
Les graphiques suivants présentent un détail de la répartition des différentes espèces ou groupes d'espèces pour les enregistrements passifs lors de chaque passage. Les niveaux d'activité ont été globalement très variables au printemps (fort à très faible) et plus homogène et d'intensité moyenne.

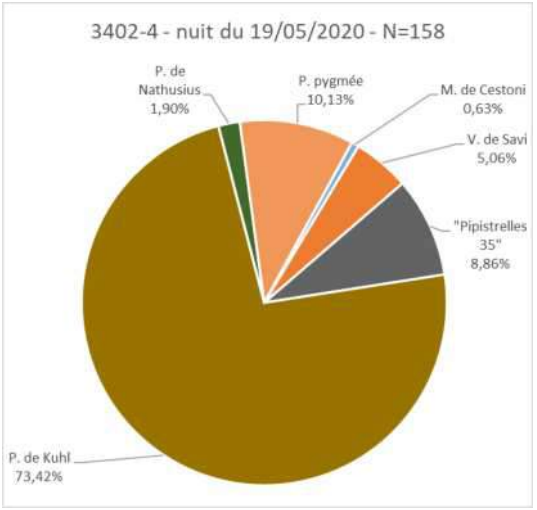

3402-1 - nuit du 19/05/2020 - N=623
"Pipistrelles 50" 0,48%
P. de Nathusius 3,05%
P. commune 4,98%
P. pygmée 4,01%
O. gris 0,32%
Oreillard sp. 0,80%
S.commune 5,94%
V. de Savi 3,05%
M. de Daubenton 2,89%
Gd. "Myotis" 0,16%
Murin sp. 2,73%
"Pipistrelles 35" 6,58%
P. de Kuhl 65,01%


3402-2 - nuit du 19/05/2020 - N=465
"Pipistrelles 50" 1,29%
P. de Nathusius 5,59%
P. commune 7,10%
P. pygmée 16,13%
O. gris 0,43%
Oreillard sp. 7,10%
M. de Cestoni 0,86%
S.commune 0,65%
V. de Savi 4,52%
M. de Bechstein 0,43%
M. de Daubenton 0,43%
Gd. murin 0,22%
Murin sp. 1,08%
N. de Leisler 1,08%
P. de Kuhl 53,12%


3402-3 - nuit du 19/05/2020 - N=58
M. de Cestoni 5,17%
Oreillard sp. 5,17%
P. pygmée 8,62%
V. de Savi 29,31%
P. de Nathusius 32,76%
P. de Kuhl 18,97%


3402-2 - nuit du 19/05/2020 - N=218
P. de Nathusius 0,92%
P. commune 0,92%
P. pygmée 26,15%
Oreillard sp. 4,13%
M. de Cestoni 7,34%
O. gris 2,75%
S.commune 0,92%
"Pipistrelles 50" 2,29%
V. de Savi 1,83%
M. de Bechstein 0,46%
Pt. Murin 0,92%
M. de Daubenton 0,46%
Murin sp. 2,29%
M. cryptique 1,38%
N. de Leisler 3,21%
"Pipistrelles 35" 6,88%
P. de Kuhl 37,16%


3402-3 - nuit du 19/05/2020 - N=118
P. de Nathusius 5,93%
P. pygmée 15,25%
V. de Savi 6,78%
Murin sp. 0,85%
"Pipistrelles 35" 14,41%
"Pipistrelles 50" 0,85%
P. de Kuhl 55,93%


3402-4 - nuit du 19/05/2020 - N=158
P. de Nathusius 1,90%
P. pygmée 10,13%
M. de Cestoni 0,63%
V. de Savi 5,06%
"Pipistrelles 35" 8,86%
P. de Kuhl 73,42%

1.9.3. Espèces à enjeu zone d'étude modéré

■ **Espèces avérées**

Murin de Bechstein *Myotis bechsteinii (Kuhl, 1817)*

Protection	PN	**UICN France**	NT
Autre(s) statut (s)	DH2, DH4, BE2, BO2		

Répartition mondiale	Paléarctique occidental au sud du 60ème parallèle.
Répartition française	Présent sans être abondant sur tout le territoire.
Habitats d'espèce, écologie	Ecologie encore mal connue. Strictement forestier en plaine et en milieux collinaires, plus rare en montagne. Gîte dans des cavités d'arbres (exceptionnellement en bâti). Chasse en milieux forestiers, ou prairies naturelles.
Menaces	Exploitation forestière (coupes d'arbres gîtes) et perturbation et la fragmentation des milieux.

Espèce identifiée comme prioritaire pour le Plan National d'Action Chiroptères 2016-2025.

Contexte local

Dans le secteur d'étude :

En PACA, l'espèce est très rare et localisée. Les lacunes de prospection et la discrétion de l'espèce font que la carte illustre mal la répartition réelle de l'espèce.

Dans la zone d'étude :

Le Murin de Bechstein a été contacté (3 contacts certains) en transit lors des deux sessions d'inventaire. Les arbres présents dans la zone d'étude n'offrent pas de réelles opportunités de gîte pour cette espèce.

Au sein de la zone d'étude l'espèce est avérée en déplacements et potentielle en alimentation.

Importance de la zone d'étude	Enjeu local de conservation
Faible	**Très fort**

Répartition française
D'après Arthur et Lemaire 2009

Grand murin *Myotis myotis (Borkhausen, 1797)*

Protection	PN	**UICN France**	LC
Autre(s) statut (s)	DH2, DH4, BE2, BO2		

Répartition mondiale	Paléarctique occidental au sud du 60ème parallèle, Asie mineure et Proche-Orient.
Répartition française	Présent sur tout le territoire français, sauf en Corse, moins abondant en région méditerranéenne.
Habitats d'espèce, écologie	Gîtes en milieu souterrain ou dans les combles. « Chasseur-cueilleur » qui se nourrit d'insectes posés au sol (coléoptères). Recherche des milieux où la végétation au sol est peu dense et accessible en vol. Capable de grands déplacements.
Menaces	Modifications des milieux agricoles et forestiers, disparition ou dérangement de sites de reproduction (combles) et dérangement dans les cavités souterraines.

Contexte local

Dans le secteur d'étude :

En PACA, l'espèce est rare. Quelques données la mentionnent dans le Vaucluse. On retrouve très fréquemment l'espèce en colonie mixte avec le Petit Murin mais le Grand Murin semble beaucoup plus rare.

Dans la zone d'étude :

Le Grand murin est cité dans la bibliographie, notamment par la présence d'un gîte important à environ 5 km de la zone d'étude. Il a été contacté (1 contact certain) en transit lors du passage printanier. La zone d'étude n'offre pas d'opportunité de gîte pour cette espèce.

Au sein de la zone d'étude l'espèce est avérée en déplacements et potentielle en alimentation.

Importance de la zone d'étude	Enjeu local de conservation
Faible	Fort

Répartition française

D'après Arthur et Lemaire 2009

Petit murin *Myotis oxygnathus (Tomes, 1857)*

Protection	PN	**UICN France**	NT
Autre(s) statut (s)	DH2, DH4, BE2, BO2		

Répartition mondiale	Sud-ouest du paléarctique et d'Asie mineure jusqu'au Népal.
Répartition française	Surtout méditerranéen et absent de la moitié nord du pays et de Corse.
Habitats d'espèce, écologie	Affectionne les plaines et les collines méditerranéennes. S'installe en gîtes souterrains (ou bâtis), « chasseur-cueilleur » d'insectes posés au sol (orthoptères). chasse dans les milieux ouverts ou plus denses (jusqu'à 2000 m d'altitude). Capable de grands déplacements.
Menaces	Modifications des milieux agricoles et forestiers, disparition ou dérangement de sites de reproduction (combles) et dérangement dans les cavités souterraines.

Espèce identifiée comme prioritaire pour le Plan National d'Action Chiroptères 2016-2025.

Contexte local

Dans le secteur d'étude :

En PACA, l'espèce est relativement commune. Toutefois, ses populations restent fragiles en raison de la concentration des effectifs sur très peu de gîtes (GCP 2009).

Dans la zone d'étude :

Le Petit murin est cité dans la bibliographie, notamment par la présence d'un gîte important à environ 5 km de la zone d'étude. Il a été contacté (2 contact certain) en transit lors du passage estival. La zone d'étude n'offre pas d'opportunité de gîte pour cette espèce.

Au sein de la zone d'étude l'espèce est avérée en déplacements et potentielle en alimentation.

Importance de la zone d'étude	Enjeu local de conservation
Faible	Fort

Répartition française

D'après Arthur et Lemaire 2009

■ **Espèces fortement potentielles**

Minioptère de Schreibers *Miniopterus schreibersii (Kuhl, 1817)*

Protection	PN	UICN France	VU	Autre(s) statut (s)	DH2, DH4, BE2, BO2

Espèce identifiée comme prioritaire pour le Plan National d'Action Chiroptères 2016-2025.

Contexte local

Dans le secteur d'étude :

En PACA, l'espèce est présente dans tous les départements principalement à des altitudes inférieures à 600 m. Les effectifs connus par comptage de colonie sont de 20000 pour la région.

Dans la zone d'étude :

Le Minioptère est cité dans la bibliographie, notamment par la présence d'un gîte important à environ 5 km de la zone d'étude. Au regard de ses capacité de déplacement, de l'écologie de l'espèce et du nombre d'individus connus (12000 à 18000 ind.) au sein d'un gîte proche, l**a présence de l'espèce sera considérée comme fortement potentielle en chasse ou en déplacement.**

Importance de la zone d'étude	Enjeu local de conservation
Faible	Très fort

Murin à oreilles échancrées *Myotis emarginatus (E. Geoffroy, 1806)*

Protection	PN	UICN France	LC	Autre(s) statut (s)	DH2, DH4, BE2, BO2

Contexte local

Dans le secteur d'étude :

En PACA, il n'existe pas de synthèse mais les colonies connues sont généralement à basse altitude : En Camargue (1000 individus d'après QUEKENBORN, 2009), dans la vallée du Rhône, dans la vallée de l'Argens (2000 individus d'après HAQUART, 2009), la vallée de la Haute Durance et la vallée de la Roya (06). L'espèce reste donc rare avec seulement sept colonies de reproduction connues. L'espèce est contactée plus ponctuellement sur les autres départements. Les populations régionales sont importantes pour la conservation de l'espèce (GCP, 2009).

Dans la zone d'étude :

Le Murin à oreilles échancrées est cité dans la bibliographie, notamment par la présence d'un gîte important à environ 5 km de la zone d'étude. Au regard de ses capacité de déplacement, de l'écologie de l'espèce et des milieux (notamment vergers) présents dans ou à proximité de la zone d'étude **la présence de l'espèce sera considérée comme fortement potentielle en chasse ou en déplacement.**

Importance de la zone d'étude	Enjeu local de conservation
Faible	Fort

1.9.4. Espèces avérées à enjeu zone d'étude faible

Le tableau ci-dessous synthétise les informations concernant les espèces avérées à EZE faible.

Tableau 29. Mammifères à enjeu zone d'étude faible

Photo	Nom de l'espèce	Importance de la zone d'étude pour la population locale	Statuts de protection	Liste rouge France	Commentaires
	Murin cryptique* *(Myotis crypticus)*	Faible	PN, DH4, BE2, BO2	LC	Contact en chasse et en déplacement
Non illustré	**Sérotine commune*** *(Eptesicus serotinus)*	Faible	PN, DH4, BE2, BO2	NT	Contact en chasse et en déplacement
Non illustré	**Molosse de Cestoni*** *(Tadarida teniotis)*	Faible	PN, DH4, BE2, BO2	NT	Contact en chasse et en déplacement

Photo	Nom de l'espèce	Importance de la zone d'étude pour la population locale	Statuts de protection	Liste rouge France	Commentaires
	Noctule de Leisler* *(Nyctalus leisleri)*	Faible	PN, DH4, BE2, BO2	NT	Contact en chasse et en déplacement
	Pipistrelle pygmée* (*Pipistrellus pygmaeus*)	Faible	PN, DH4, BE2, BO2	LC	Contact en chasse et en déplacement
	Pipistrelle de Nathusius* (*Pipistrellus nathusii*)	Faible	PN, DH4, BE2, BO2	NT	Contact en chasse et en déplacement
	Hérisson d'Europe* (*Erinaceus europaeus*)	Faible	PN, BE3	LC	2 individus observés de nuit au sein des prairies de la zone d'étude. ZE favorable à l'ensemble du cycle biologique
Non illustré	**Pipistrelle commune*** (*Pipistrellus pipistrellus*)	Faible	PN, DH4, BE2, BO2	NT	Contact en chasse et en déplacement
	Pipistrelle de Kuhl* (*Pipistrellus kuhlii*)	Faible	PN, DH4, BE2, BO2	LC	Contact en chasse et en déplacement
Non illustré	**Oreillard gris*** (*Plecotus austriacus*)	Faible	PN, DH4, BE2, BO2	LC	Contact en chasse et en déplacement
	Vespère de Savi* (*Hypsugo savii*)	Faible	PN, DH4, BE2, BO2	LC	Contact en chasse et en déplacement
	Murin de Daubenton* (*Myotis daubentonii*)	Faible	PN, DH4, BE2, BO2	LC	Contact en chasse et en déplacement

Photo	Nom de l'espèce	Importance de la zone d'étude pour la population locale	Statuts de protection	Liste rouge France	Commentaires
	Loir gris (*Glis glis*)	Faible	BE3	LC	1 individu observé de nuit au sein des prairies de la zone d'étude. ZE favorable à l'ensemble du cycle biologique

**Espèce protégée*

1.9.5. Bilan cartographique des enjeux relatifs aux mammifères

Carte 20 : Enjeux relatifs aux mammifères

2. ANALYSE ECOLOGIQUE DE LA ZONE D'ETUDE

2.1. Synthèse des enjeux par groupe biologique

Habitats naturels

Les habitats naturels et semi-naturels présentent globalement des enjeux faibles à très faibles. La zone d'étude est composée de zones cultivées comme un verger, un terrain labouré et d'une culture d'asperges. On y retrouve également des prairies améliorées en partie fauchées et zones en friches. Une maison et son jardin attenant y sont également présent ainsi qu'une zone rudérale et des chemins voire une aire de stationnement.

Enfin, nous noterons que la zone d'étude est entrecoupée ou bordée de haies.

Zones humides

A l'issue des prospections de terrain et selon l'arrêté du 24 juin 2008 modifié le 1er octobre 2009, la surface de **zones humides** au regard de critères de la végétation et de la pédologie est de **0 hectare**.

Flore

Au cours des prospections, aucune espèce à enjeu zone d'étude notable n'a été avérée dans la zone d'étude. De plus, aucune espèce à enjeu zone d'étude notable n'y est jugée fortement potentielle.

Invertébrés

Les habitats présents sont globalement peu intéressants pour l'entomofaune avec seulement 17 espèces recensées. La friche située au nord abrite cependant 2 espèces à enjeu qui y réalisent leur cycle biologique complet : la Diane (espèce protégée à EZE modéré) et la Decticelle des sables (EZE faible).

Amphibiens

Deux espèces ont été avérées au cours des prospections : le **Triton palmé** (EZE faible) et la **Rainette méridionale** (EZE très faible).

La zone d'étude présente un intérêt très faible pour la Rainette méridionale compte tenu de l'absence de milieux aquatiques favorables (le fossé en bordure ouest est peu attractif). L'espèce peut en revanche être présente dans les jardins privés pour l'accomplissement de sa phase terrestre.

En ce qui concerne le Triton palmé, la zone d'étude présente un intérêt faible pour les mêmes raisons énoncées que pour la Rainette méridionale. En revanche, la reproduction est possible dans le fossé en bordure ouest où deux individus ont pu être observés en phase aquatique. L'habitat terrestre de l'espèce est caractérisé par les haies et jardins privés situés à proximité du fossé.

Reptiles

Quatre espèces ont été avérées au cours des prospections : la **Couleuvre d'Esculape**, le **Lézard des murailles**, la **Tarente de Maurétanie** et l'**Orvet fragile** (EZE faible).

La zone d'étude présente un intérêt pour l'herpétofaune en raison de la présence de haies, d'une friche et de jardins privés gérés avec parcimonie. Compte-tenu des habitats présents, deux espèces sont jugées fortement potentielles au sein de la zone d'étude. Il s'agit de la **Couleuvre de Montpellier**, pouvant fréquenter l'intégralité des milieux (hormis les zones de culture peu attractives) et du **Seps strié** (uniquement suspecté dans la friche au nord-est).

Oiseaux

Sur les 36 espèces avérées lors des inventaires, trois espèces présentent un **EZE modéré** : Le **Faucon crécerellette** (alimentation), Le **Hibou Petit-duc** (alimentation/reproduction) et le **Rollier d'Europe** (alimentation).

Sept espèces présentent un **EZE faible** : La **Chevêche d'Athena** (nicheuse à proximité), **L'Epervier d'Europe** (alimentation), le **Hibou Moyen-duc** (nicheur à proximité), **L'Hirondelle rustique** (nicheuse à proximité), la **Huppe fasciée** (alimentation), le **Moineau friquet** (colonie à proximité) et le **Vautour Percnoptère** (survol).

Les habitats de vieilles haies (peupliers ou résineux) ainsi que les prairies et friches embroussaillées en milieu péri-urbain offrent une certaine richesse de sites de nidification et une bonne abondance de proies rendant le site globalement attractif pour l'avifaune.

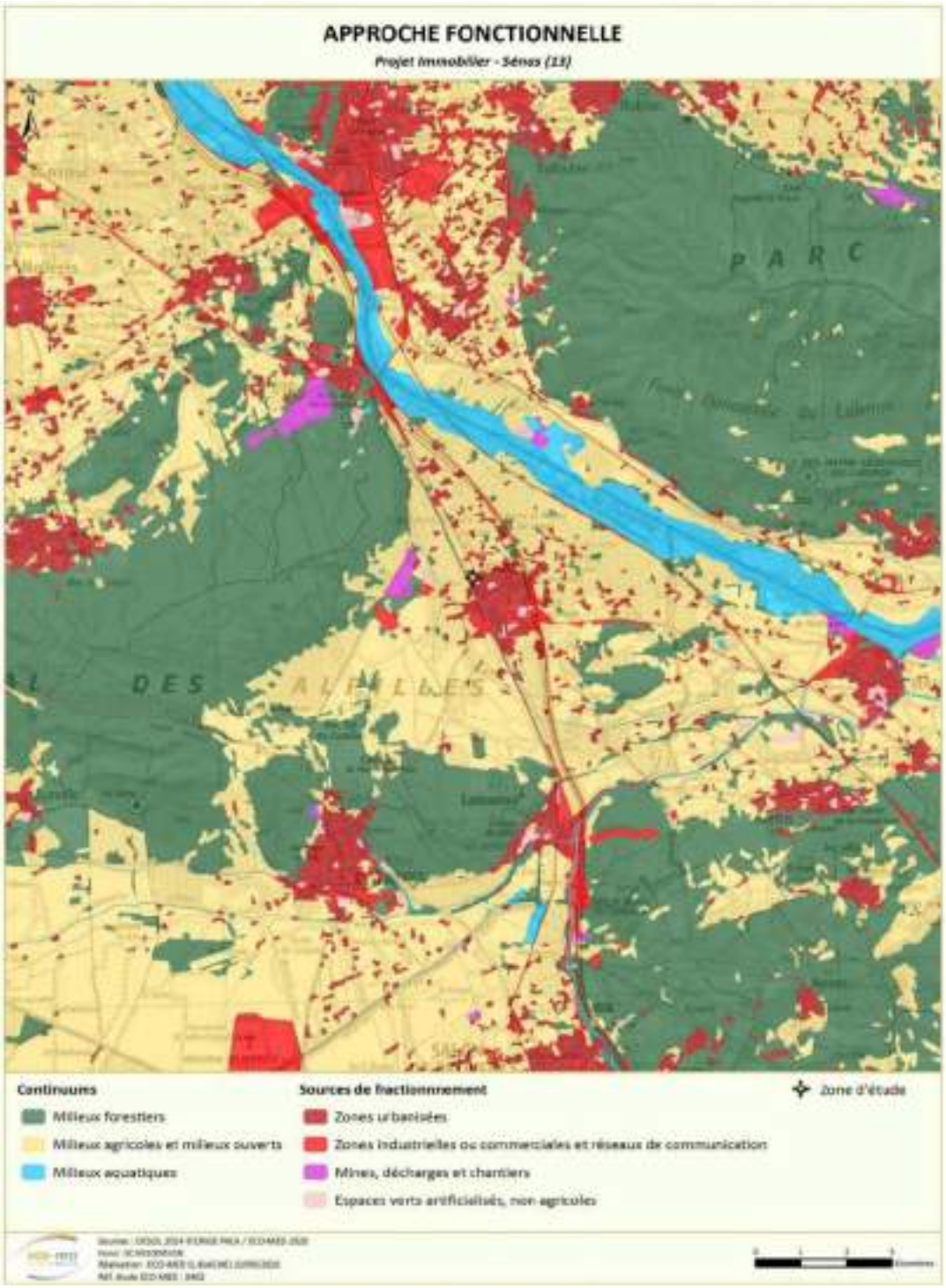
Mammifères

La zone d'étude offre quelques gîtes (arbres à cavité, bâti…) mais surtout des possibilités de transit via des corridors et des zones d'alimentation favorisant la présence ou le passage des chiroptères.

Carte 21 : Synthèse des enjeux écologiques

2.2. Approche fonctionnelle

La zone d'étude se place dans un contexte globalement et historiquement agricole, néanmoins enserrée entre deux axes routiers et en bordure de zones déjà urbanisées. Du fait du développement de l'urbanisation et des infrastructures de transport dans le secteur dans les dernières décennies, les fonctionnalités liées aux haies, milieux agricoles et milieux non anthropisés ont été amoindries mais sont d'autant plus intéressantes à préserver. En effet, subsistent au sein de la zone d'étude quelques haies servant notamment de corridors de transit par exemple aux chiroptères ou de gîte pour les oiseaux ou insectes.



Carte 22 : Approche fonctionnelle de la zone d'étude

PARTIE 3 : PROPOSITIONS DE MESURES D'EVITEMENT, DE REDUCTION ET D'ACCOMPAGNEMENT

1. APPROCHE METHODOLOGIQUE

L'article L.122 du Code de l'Environnement prévoit plusieurs types de mesures qui doivent être précisées dans l'étude d'impact « *…les mesures envisagées pour supprimer, réduire et, si possible, compenser les conséquences dommageables pour l'environnement…* ».

Les **mesures d'atténuation** visent à diminuer les impacts négatifs d'un projet et comprennent les mesures d'évitement et les mesures de réduction.

La mise en place des **mesures d'évitement** correspond à l'alternative au projet de moindre impact. En d'autres termes, elles impliquent une révision du projet initial notamment en reconsidérant les zones d'aménagement et d'exploitation. Ces mesures permettront d'éviter les impacts négatifs sur le milieu naturel et/ou les espèces exposé.es.

Les **mesures de réduction** interviennent lorsque les mesures d'évitement ne sont pas envisageables. Elles permettent de limiter les impacts pressentis relatifs au projet.

Les mesures d'atténuation consistent essentiellement à modifier certains aspects du projet afin de supprimer ou de réduire ses effets négatifs sur l'environnement. Les modifications peuvent porter sur trois aspects du projet :

- sa conception ;
- son calendrier de mise en œuvre et de déroulement ;
- son lieu d'implantation.

Une mesure d'accompagnement ne s'inscrit dans aucun cadre réglementaire ou législatif obligatoire, et sa mise en place vient en complément des mesures ERC pour en renforcer leur pertinence et leur efficacité, ou leur donner des garanties supplémentaires de succès. Mais elle ne saurait se suffire à elle-même et est couplée à une mesure d'atténuation.

2. MESURES D'ATTENUATION

2.1. Mesures d'évitement

Dans le cadre du projet, il n'a pas été possible de mettre en place de mesures d'évitement.

2.2. Mesures de réduction

2.2.1. Mesure R1 : Préservation de certaines haies existantes

Groupes concernés : Amphibien, oiseau, mammifère

Les haies et alignements d'arbres constituent des habitats pour plusieurs espèces avérés. C'est notamment le cas de la Rainette méridionale, espèce commensale de l'homme qui les utilisent pour sa phase terrestre, mais également du cortège d'oiseaux communs (Mésange bleue, Pinson des arbres, Chardonneret élégant, Rougegorge familier) qui peut y nicher. Elles forment également des corridors de transit et d'alimentation pour les chiroptères.

Il était initialement prévu de supprimer ces habitats lors de la phase travaux pour ensuite végétaliser le lotissement. Afin de préserver leur fonctionnalité, il a été décidé de conserver les entités existantes, dont la mâturité primera en termes d'attractivité sur des opérations de revégétalisation. Cette mesure a fait l'objet d'adaptation du plan de masse au stade conception du projet.

Mesures d'accompagnement associées :

Mesure A4 « Suivi écologique du chantier »

2.2.2. Mesure R2 : Défavorabilisation de la zone d'emprise avant démarrage du chantier

Groupes concernés : Reptile, amphibien

Cett mesure vise à supprimer l'attractivité de la zone d'étude vis-à-vis de l'herpétofaune locale afin de limiter le risque de destruction d'individus lors du démarrage du chantier. Elle sera divisée en plusieurs étapes et sera mise en place en septembre-octobre, période de moindre sensibilité pour les reptiles et les amphibiens, en amont de la phase chantier.

- 1ère étape : Arasage des haies suivi d'un dessouchage avec retrait de tous les déchets verts (pour éviter toute recolonisation). Le sol devra être remanié le moins possible après ça pendant quelques jours, le temps que les espèces trouvent refuge hors des emprises ;
- 2ème étape : Retrait des déchets de la zone où l'Orvet fragile a été observé (partie nord-est de la zone d'emprise) ;
- 3ème étape : Débroussaillage de l'intégralité du site.

Après mise en œuvre de cette mesure de défavorabilisation, le terrassement pourra être envisagé au cours du mois de novembre, sans risque pour ces deux compartiments.

Elle sera réalisée sous accompagnement d'un herpétologue, qui adaptera les modalités de la défavorabilisation à la la présence d'éventuels individus.

Mesures d'accompagnement associées :

Mesure A4 « Suivi écologique du chantier »

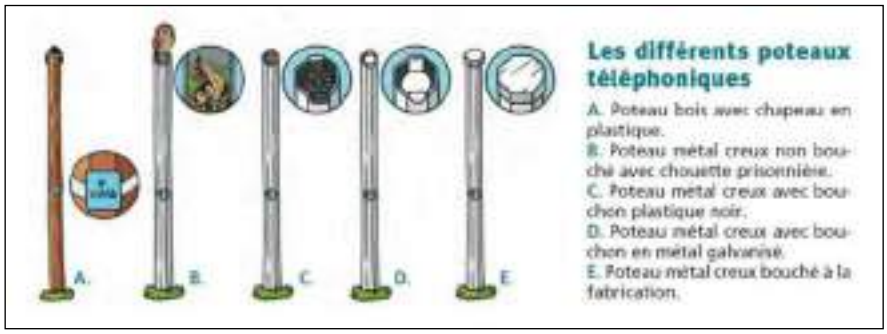
2.2.3. Mesure R3 : Adaptation des clôtures au passage de la petite faune

Groupes concernés : Reptiles, amphibiens, petits mammifères

Dans le cas où le bassin de rétention devait être cloturé, le système devrait laisser libre accès pour les amphibiens et autres petites faunes. Il sera donc proscrit toute clôture occultante, en favorisant les types à mailles larges (15 à 20 cm), qui seront également surélevés sur une dizaine de centimètres. Par ailleurs, afin de limiter l'impact sur les chiroptères, la hauteur du grillage sera limitée à 2 m

Enfin, l'utilisation de poteaux creux qui peuvent constituer des pièges mortels pour les micromammifères, chiroptères, reptiles et oiseaux sera évitée. En effet, des quantités d'espèces qui cherchent des cavités pour nicher ou se reposer, pénètrent dans le poteau creux par le sommet et descendent dedans. Ne pouvant pas en ressortir, les individus sont condamnés. Les retours d'expériences montrent qu'en moyenne, un poteau sur deux non bouché contient des cadavres appartenant à de nombreuses espèces (chouettes, pics, mésanges, sittelles, étourneaux, chauves-souris, loirs, serpents, lézards...). Afin de neutraliser de tels pièges mortels, plusieurs types d'obturateurs ont été mis au point :

- des bouchons en plastique (mais peu fiables et facilement arrachés) ;
- des bouchons en métal galvanisé. Ils sont davantage résistants que les bouchons en plastique mais ils s'enlèvent des poteaux à la suite de la dilatation du métal sous l'effet du chaud et du froid ;
- des couvercles métalliques nettement plus satisfaisants que les 2 premiers systèmes (NOBLET, 2010).



Présentation des différents types de bouchons pour obturer des poteaux creux
Source : NOBLET, 2010

2.2.4. Mesure R4 : Evitement du complexe Canal /alignement d'arbres côté ouest

Groupes concernés : Amphibien, reptile, oiseau, mammifère

Le complexe canal / alignement d'arbres, situés côté ouest de la zone d'emprise, constitue un habitat pour plusieurs groupes biologiques, amphibiens, reptile, oiseau et chiroptères notamment. Afin d'en préserver la fonctionnalité, déjà dégradée en raison d'un état de conservation médiocre, ce complexe fera l'objet d'un évitement et ne sera pas intégré au plan de masse du projet. Il conservera ainsi son attractivité en tant que zone de reproduction (canal) et habitat en phase terrestre pour le Triton palmé, zone de nidification pour l'avifaune cavicole et corridor de transit et d'alimentation pour les chiroptères.

Au cours de la phase travaux, ce complexe fera l'objet d'un balisage afin de limiter le risque de dégradation en dehors des emprises.

Afin d'en restaurer certaines fonctionnalités, cette mesure associée à une mesure de revégétalisation de la partie nord du canal, actuellement déboisée.

Mesures d'accompagnement associées :

Mesure A2 « Restauration du cordon boisé en bordure du canal, dans sa partie nord »

Mesure A3 « Installations de nichoirs en faveur des oiseaux et chauves-souris »

Mesure A4 « Suivi écologique du chantier »

2.2.5. Mesure R5 : Mise en place de dispositifs de prévention et de traitement des pollutions accidentelles et diffuses en phase travaux

Groupes concernés : Ensemble des groupes

Afin de limiter la dégradation de la qualité des eaux superficielles (canal à l'est de la zone d'emprise) et souterraines (masse d'eau FRDG359 « Alluvions basse Durance » affleurante) dans une zone de forte perméabilité, il sera prévenu les risques de pollutions accidentelles et diffuses en phase travaux.

Les attentes minimales en termes prévention des pollutions accidentelles seront inscrites aux futurs DCE pour que les entreprises établissent et chiffrent les Plan de Respect de l'Environnement (PRE), Schéma d'Organisation du Plan de Respect de l'Environnement (SOPRE) et Schéma d'Organisation de la Gestion des Déchets (SOGED) en conséquence.

Pour lutter contre les risques de pollutions accidentelles lors des travaux, les mesures qui devront être prises sont les suivantes :

- Les zones de stockage de matériaux et la base vie du chantier devront être implantées sur des aires spécifiques, confinées, éloignées des milieux sensibles afin d'éviter les apports de poussières ou d'eaux de ruissellement susceptibles d'avoir un impact fort sur les espaces périphériques. Elles seront disposées à proximité à la fois du tracé, des voiries et des réseaux existants
- Le stockage des huiles et carburants se fera uniquement sur des emplacements réservés, loin de toute zone écologiquement sensible, en particulier des milieux aquatiques. Ces aires de stockage devront être étanches, ceinturées d'un fossé collecteur aboutissant à un bassin de réception pour pouvoir recueillir toute pollution accidentelle et tout ruissellement des plateformes,
- Les véhicules et engins de chantier devront justifier d'un contrôle technique récent,
- Un panel de produits absorbants spécifiques aux différentes substances inhérentes au chantier (hydrocarbures, bases ou acides, hydrophobes…) et des kits antipollution devront être mis à disposition au niveau de toutes les aires pouvant engendrer des pollutions accidentelles. Les matériels et produits devront être confinés dans des bacs de confinement et récipients étanches,
- L'accès au chantier et aux zones de stockage sera interdit au public,
- Les eaux usées seront traitées avant leur relâche dans le milieu naturel, y compris les eaux usées,
- Les produits de déboisements, défrichements, dessouchages ne devront être ni stockés ni brûlés sur place. Ils devront être exportés rapidement et brûlés dans un endroit où cela ne présente pas de risque environnemental particulier. Dans la mesure du possible, on tentera de valoriser ces produits naturels,
- Les substances non naturelles ne seront pas rejetées sans autorisation (laitance de béton à proscrire par exemple), et seront retraitées par des filières appropriées,
- Les vidanges, ravitaillements et nettoyages des engins et du matériel se feront dans une zone spécialement définie et aménagée (zone imperméabilisée…),
- Les inertes et autres substances ne seront pas rejetées dans le milieu naturel,
- Une collecte des déchets, avec poubelles et conteneurs, sera mise en place sur l(a)es base(s) vie(s) du chantier.

Un suivi tout au long du chantier par un ingénieur écologue sera nécessaire afin de s'assurer du bon respect des mesures à mettre en place.

Mesures d'accompagnement associées :

Mesure A4 « Suivi écologique du chantier »

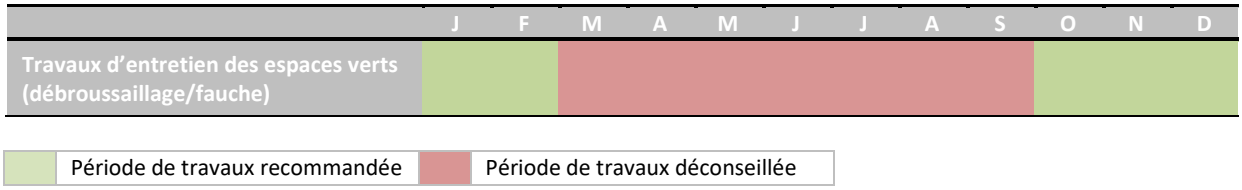
2.2.6. Mesure R6 : Assurer un entretien écologique des espaces verts

<u>Groupes concernés</u> : Tous les groupes

L'entretien des espaces verts du lotissement sera réalisé en proscrivant toute utilisation de produit phytosanitaire, afin ne pas introduire dans le milieu de molécules difficilement dégradables, dont les effets sur l'ensemble de la pyramide trophique, incluant la mortalité directe, constituent un problème de santé public.

Il se fera donc de manière mécanique et douce, par fauche ou débroussaillage, à l'aide matériels portatifs manuels, de type débroussailleuse à fil ou voire à disque si la végétation est constituée d'arbustes ou encore motofaucheuse munie d'une barre de coupe à lame oscillante. Ce matériel étant portatif, il permet d'orienter plus facilement les coupes et d'éviter plus précisément de petites surfaces. Une vitesse d'avancement réduite permettra à la faune de disposer d'un temps de fuite suffisant.

En cas de recours à des engins mécaniques lourds, le tassement et le remaniement du sol sont à prévoir. D'autre part, il conviendra d'éviter la rotation centripète, qui piègerait les animaux, et le débroussaillage/fauche sera conduit de manière à repousser la faune vers l'extérieure. Il est d'importance primordiale que cet entretien, fauche ou débroussaillage, soit réalisé hors période printanière et estivale, c'est-à-dire de mars à septembre, afin de n'impacter ni la flore ni les insectes.



Détails des modalités

- Respect de la période préconisée pour le débroussaillage/fauche (cf. ci-avant),
- Débroussaillage/fauche manuel de préférence ou à l'aide d'engins légers (portatif ou à chenille) afin de réduire les perturbations sur la biodiversité,
- Débroussaillage à vitesse réduite pour laisser aux animaux le temps de fuir le danger,
- Eviter une rotation centripète, qui piègerait les animaux. Le schéma ci-dessous présente le type de parcours à suivre pour le débroussaillage d'une zone, et celui à proscrire. Le débroussaillage/fauche sera conduit de manière à repousser la faune vers l'extérieure.

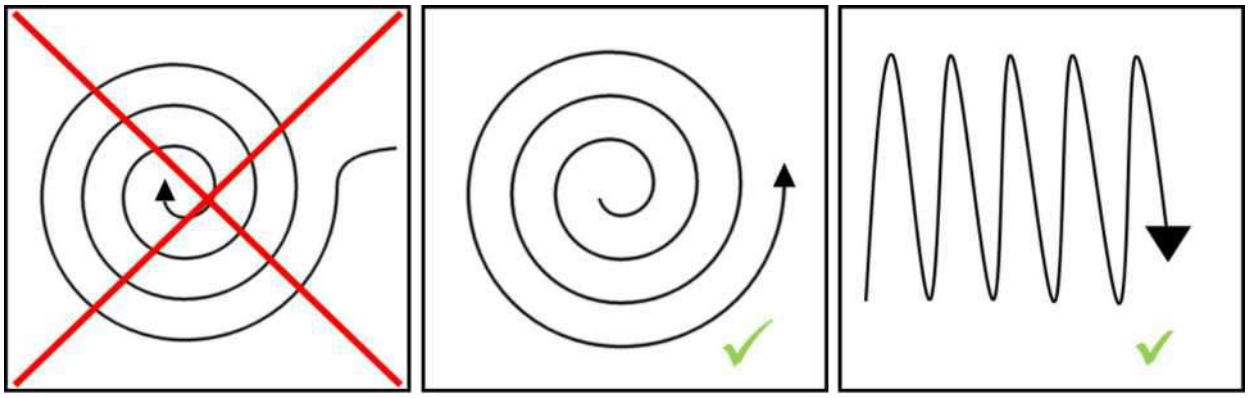


Schéma de débroussaillage/fauche : type de parcours pour éviter de piéger la faune

© Jérôme VOLANT

2.2.7. Mesure R7 : Adaptation du calendrier des travaux à la phénologie des espèces

Groupes concernés : Insecte, reptile, oiseau, mammifère

Cette mesure a pour objectif de réduire la probabilité de destruction d'individus en période de reproduction et/ou d'hivernage et de limiter les effets du dérangement.

Insectes

La phase la plus sensible du point de vue du chantier correspond au pic d'activité (dispersion, reproduction), soit de **mars à août**. Un planning travaux excluant un démarrage durant cette période permettra d'éviter la destruction des adultes susceptibles de se déplacer ou de s'alimenter dans la zone d'emprise.

Reptiles

Concernant les reptiles, différentes périodes d'intervention sont envisageables. De façon générale, le démarrage des travaux devra éviter la période hivernale. C'est en effet durant cette période que les reptiles ont le moins de mobilité et peuvent donc être plus facilement impacté au sein de leurs gîtes ou de leurs zones refuge. Les périodes de reproduction sont aussi à éviter, soit parce qu'une intervention perturberait le cycle biologique des espèces, soit parce qu'une intervention serait susceptible de provoquer des destructions accidentelles (pontes dans le sol).

Oiseaux,

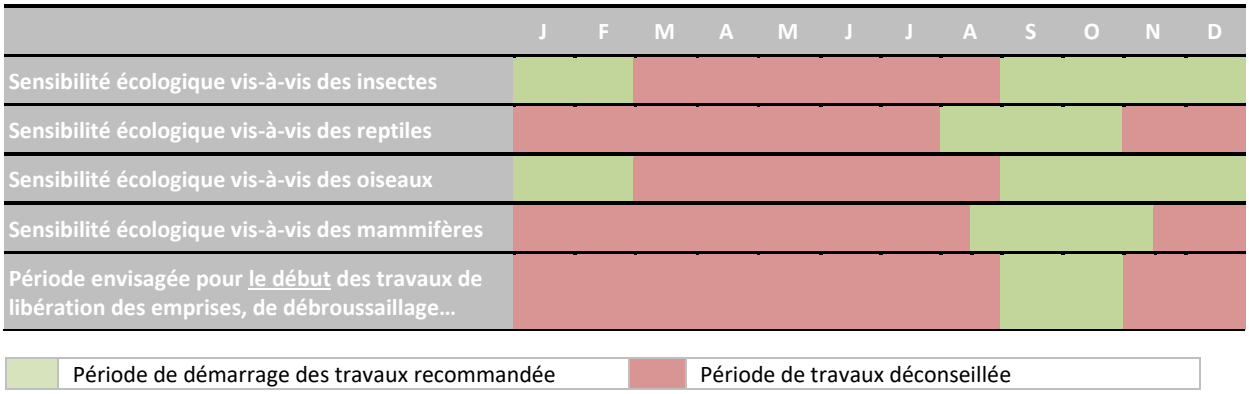
La sensibilité pour ce groupe biologique est plus élevée en période de nidification que lors des autres périodes du cycle biologique (migration, hivernage, etc.). De façon générale également, cette **période de nidification s'étend à partir du mois de mars** pour les espèces les plus précoces **au mois d'août inclus** pour les espèces les plus tardives. Aussi, il est préconisé de ne pas démarrer les travaux de libération des emprises (défrichement, abattage, destruction du bâtiment) à cette époque de l'année, ce qui entraînerait un dérangement notable sur les espèces en cours de reproduction.

Cette mesure sera d'autant plus efficace pour les espèces migratrices qui passent l'hiver en Afrique. Un démarrage des travaux durant cette période ne les affectera pas. Une fois débutés en dehors de cette période, les travaux de préparation du terrain pourront être poursuivis même durant la période de reproduction **uniquement si les travaux s'effectuent sans interruptions**. En effet, les oiseaux, de retour de leurs quartiers d'hivernage africains et/ou sédentaires, ne s'installeront pas dans le secteur du chantier, du fait des perturbations engendrées, et aucune destruction directe d'individus ne sera à craindre.

Mammifères

La sensibilité des mammifères au dérangement est plus importante en période de reproduction (**juin-mi-août**) et d'hibernation (**mi-novembre-mars**) que lors des autres périodes du cycle biologique. Aussi, il est préconisé de ne pas réaliser les travaux (destruction du bâtiment) durant ces périodes, ce qui entraînerait un risque de dérangement d'individu(s) accru (en gîte potentiel dans le bâti à proximité) et ainsi des impacts dommageables.

Les travaux pourront se poursuivre les mois suivants sur la période hivernale, et au-delà à condition qu'ils soient effectués de manière ininterrompue.



Ainsi, le chantier pourra débuter entre septembre et octobre.

Carte 23 : Spatialisation des mesures de reduction

2.3. Mesures d'accompagnement

2.3.1. Mesure A1 : Eradication des espèces végétales exotiques envahissantes aux abords du bassin de rétention

Groupe concerné : Insecte, amphibien

Afin d'assurer la cohérence de l'intégration écologique et paysagère du bassin de rétention au sein du projet, une opération d'éradication des espèces végétales exotiques envahissantes sera réalisée lors de création de l'ouvrage. Ciblée sur la Canne de provence et le Buisson ardent. Cette mesure permettra également de sécuriser la mesure A1 (Aménagement du bassin en faveur des amphibiens), en évitant la dispersion de ces espèces qui limiterait l'efficacité de l'opération de végétalisation.

Préalablement au démarrage des travaux, un écologue signalera (piquetage et rubalise) toutes les stations colonisées par des espèces végétales invasives. Si d'autres espèces végétales, non inventoriées sont repérées, elles seront également signalées. Les stations colonisées feront l'objet de traitement par méthode douce et manuelle (arrachage, fauche…), en évitant à cette étape l'utilisation d'engins mécanisés, afin de ne pas altérer les milieux naturels présents où se développent d'autres espèces.

Un soin particulier sera porté aux aires de stockage de ces résidus, situées sur la base vie. Elles devront être sécurisées et le sol revêtu d'un géotextile afin de réduire le risque de dissémination. Le stockage des produits d'arrachage devra se faire en big-bag ou en benne ampliroll.

En phase d'exploitation, une veille devra être mise en place afin de surveiller l'apparition et l'implantation d'espèces végétales exotiques. En effet, le cas échéant des mesures correctives (récolter, exporter et détruire les plantes afin d'éviter la dissémination des graines) devront être prises en amont afin de limiter l'expansion de ces espèces.

2.3.2. Mesure A2 : Restauration du cordon boisé en bordure du canal, dans sa partie nord »

Groupes concernés : Amphibien, reptile, oiseau, chiroptère

La moitié nord de la berge du canal située dans l'emprise du projet est actuellement dévégétalisée. En complément de la préservation du complexe canal / milieux riverains (mesure R5), il sera procédé à la revégétalisation multi-strate de ses abords. Cette mesure permettra d'améliorer l'état de conservation de la mosaïque d'habitats représentée par le complexe canal / alignement d'arbres et donc d'en restaurer certaines fonctionnalités vis-à-vis des amphibiens, oiseaux et chiroptères, actuellement dégradées.

La starte arborée sera reconstituée à partir d'essences locales de type Peuplier noir ou blanc (*Populus nigra* ou *alba*), Erable champêtre (*Acer campestris*) ou Orme champêtre (*Ulmus minor*). Les essences trop hydrophiles seront évitées (Aulne glutineux, Frêne à feuilles étroites) en raison de la déconnexion du canal avec ses milieux riverains.

Une rénaturation multistrate sera privilégiée, et la strate arbustive et buissonnante pourra être constituée d'Aubépine monogyne (*Crataegus monogyna*) et d'Églantier (*Rosa canina*), dont les baies sont appréciées de nombreuses espèces d'oiseau frugivores, notamment en période hivernale, ou de Cornouiller sanguin (*Cornus sanguinea*).

La reconstitution de la strate arborée se fera par l'intermédiaire de plantation au stade baliveau, afin d'accélérer la renaturation, au mois de novembre-décembre, et fera l'objet d'un arrosage soutenu les 1ers temps pour maximiser le taux de reprise.

La présence d'essences ligneuses dite tendres comme le Peuplier, qui caractérisent des groupement végétaux pionniers et possèdent une croissance rapide, permettra d'attirer les espèces d'oiseau qualifiées d'ingénieur comme le Pic vert (*Picus viridis*) ou Pic épeiche (*Dendrocopos major*). Ces espèces, génératrices de cavités au sein des arbres, vont améliorer l'attractivité du cordon végétale vis-à-vis de l'avifaune cavicole, composée d'espèces communes mais également d'espèces à enjeu local de conservation notable, comme la Huppe fasciée (*Upupa epops*), la Chevêche d'Athéna (*Athene noctua*) ou encore le Petit-duc scops (*Otus scops*).

2.3.3. Mesure A3 : Installations de nichoirs en faveur des oiseaux et chauves-souris

Groupes concernés : Oiseau, chiroptère

Afin d'améliorer l'intégration écologique du projet, des nichoirs à oiseaux adaptés aux espèces ciblées pourront être intégrés au bâtiment d'habitation lors de leur construction, notamment au niveau des génoises, ou des arbres plantés. Dans ce cas, le critère de plus grande hauteur sera privilégié, et les nichoirs seront orientés vers l'est et installés à une hauteur comprise entre 3 et 6 mètres.

Plusieurs espèces cavicoles présents sur la zone d'étude pourraient bénéficier de cette mesure : Rollier d'Europe, Hirondelle rustiques, Moineau friquet, Huppe fasciée, Chevêche d'Athéna ou Petit-duc scops.

Le cas particulier du Faucon crécerelle (*Falco tinnunculus*) mérite d'être ici abordé dans la mesure où il s'agit d'une espèce anthropophile qui affectionne les bâtiments des zones urbaines. Il existe des nichoirs adaptés à cette espèce, largement présente à l'échelle communale, qui aime nicher à l'aplomb des bâtiments. Ainsi, une mise en place au niveau des plus haut batiments, lui permettrait de surplomber son territoire de chasse.

Ces nichoirs pourraient également être installés au niveau du cordon boisé bordant le canal, en ciblant les espèces déjà présentes (Rollier d'Europe, Huppe fasciée ou Petit-duc scops).

De la même façon, des gîtes à chiroptères de type plat pourront également être installés en façade pour les espèces fissuricoles de chiroptère, comme le groupe des Pipistrelles, pygmée (*Pipistrellus pygmaeus*), de Nathusius (*Pipistrellus nathusii*), de Kuhl (*Pipistrellus kuhli*) et commune (*Pipistrellus pipistrellus*), ainsi que le Noctule de Leisler (*Nyctalus leisleri*). Ces gîtes seront à répartir sur le site, soit sur les bâtiments soit sur des arbres. Ils sont à placer dans des endroits calmes et peu éclairés, à 4 ou 5 m de haut.

2.3.4. Mesure A4 : Suivi écologique du chantier

Groupes concernés : Tous les groupes

Le respect de l'ensemble des mesures de réduction ainsi que la mise en place des mesures d'accompagnement feront l'objet d'un suivi écologique par un écologue. Il interviendra en amont du démarrage des travaux lors de la défavorabilisation de la zone d'emprise et du balisage des enjeux, et assurera une mission de sensibilisation auprès des différents intervenants.

Au cours de la phase chantier, il assurera des audits réguliers lors desquels il vérifiera le bon respect des balisages et la préservation des enjeux identifiés.

Chaque viste fera l'objet d'un compte-rendu d'intervention qui notifiera tout dysfonctionnement éventuel. En quel cas, il en référera au maître d'ouvrage et chef de chantier.

2.4. Bilan des mesures d'atténuation

Le tableau ci-après présente l'atténuation induite par les mesures proposées pour chaque compartiment biologique. Cette atténuation permet une réévaluation des impacts bruts présentés en partie 5 (cf. colonne « Impacts résiduels »).

Tableau 30. Bilan des mesures d'atténuation

	Habitats naturels	Flore	Insectes	Amphibiens	Reptiles	Oiseaux	Mammifères
Mesure R1 Préservation de certaines haies existantes	++	0	0	+	0	++	++
Mesure R2 Défavorabilisation de la zone d'emprise avant démarrage du chantier	0	0	0	++	++	0	0
Mesure R3 Adaptation des clôtures au passage de la petite faune	0	0	0	++	+	+	+
Mesure R4 Evitement du complexe Canal /alignement d'arbres côté ouest	0	0	+	++	+	++	++
Mesure R5 Mise en place de dispositifs de prévention et de traitement des pollutions accidentelles et diffuses en phase travaux	+	+	+	+	+	+	+
Mesure R6 Assurer un entretien écologique des espaces verts	+	+	++	+	+	+	+
Mesure R7 Adaptation du calendrier des travaux à la phénologie des espèces	0	0	+	+	++	++	++

Légende : 0 = sans effet ; + = atténuation faible ; ++ = atténuation moyenne ; +++ = atténuation forte

Les sigles 0 et + n'entraînent pas de réduction significative des impacts et ne peuvent donc être considéré que comme des mesures d'accompagnement. A l'inverse seuls les sigles ++ et +++ entraînent une réduction significative des impacts (qui permet de diminuer d'au moins un niveau l'intensité de l'impact).

PARTIE 4 : BILAN DES ENJEUX, DES IMPACTS BRUTS ET DES IMPACTS RESIDUELS

Tableau 31. Bilan des enjeux et impacts bruts et résiduels du projet sur les habitats

Habitats naturels	Surface dans la zone d'emprise (ha)	Statut réglementaire	Enjeu zone d'étude	Impacts bruts	Mesure d'atténuation	Impacts résiduels
Friches	0,37	-	Faible	Faibles	A1	**Faibles**
Prairie améliorée	1,31	-	Faible	Faibles	-	**Faibles**
Fourré	0,06	-	Faible	Faibles	A1	**Faibles**
Haie arborée	0,10	-	Faible	Modéré	R1, R4, A2	**Faibles**
Verger	0,74	-	Très faible	Très faible	-	**Très faibles**
Culture	0,42	-	Très faible	Très faibles	-	**Très faibles**
Terre labourée nue	0,19	-	Très faible	Très faibles	-	**Très faibles**
Zone rudérale	0,05	-	Très faible	Très faibles	-	**Très faibles**
Haie ornementale	0,11	-	Très faible	Très faibles	R1	**Très faibles**
Jardin privatif	0,71	-	Très faible	Très faibles	-	**Très faibles**
Bati	0,04	-	Nul	Nuls	-	**Nuls**
Chemin, aire de stationnement	0,21	-	Nul	Nuls	-	**Nuls**

Tableau 32. Bilan des enjeux et impacts bruts et résiduels du projet sur les espèces

Groupe considéré	Espèce	Interaction habitats/espèces	Présence		Statut de protection, liste rouge	Enjeu zone d'étude	Impacts bruts	Mesure d'atténuation	Impacts résiduels
			Zone d'étude	Zone d'emprise					
Insectes	**Diane*** (*Zerynthia polyxena*)	Pelouses, garrigues, prairie humide	Avérée	Avérée	PN2, BE2, DH4 ; LC	Modéré	Faible	R5, R6, R7 A1, A4	Très faible
	Decticelle des sables (*Platycleis sabulosa*)	Friches, substrats sablonneux	Avérée	Avérée	VU	Faible	Faibles	A1, A4	Très faible
Amphibiens	**Triton palmé*** (*Lissotriton helveticus*)	Habitat aquatique : fossé végétalisé Habitat terrestre : haies situées à proximité du fossé	Avérée	Avérée	PN3, BE3 ; LC	Faible	Faibles	R4, R5, R6, R7 A2, A4	Très faibles

Groupe considéré	Espèce	Interaction habitats/espèces	Présence		Statut de protection, liste rouge	Enjeu zone d'étude	Impacts bruts	Mesure d'atténuation	Impacts résiduels
			Zone d'étude	Zone d'emprise					
Amphibiens	**Rainette méridionale*** (*Hyla meridionalis*)	Pas d'habitat aquatique identifié Habitats terrestres : haies, jardins	Avérée	Potentielle	PN3, DH4, BE3 ; LC	Faible	Très faibles	R1, R2, R3, R4, R5, R6, R7 A2, A4	Négligeables
Reptiles	**Couleuvre d'Esculape*** (*Zamenis longissimus*)	Haies, jardins, friche	Avérée	Avérée	PN2, BE2, DH4 ; LC	Faible	Faibles	R2, R3, R4, R5, R6, R7 A2, A4	Très faibles
	Seps strié* (Chalcides striatus)	Friches au nord-est	Potentielle	Potentielle	PN3, BE3 ; LC	Faible	Faibles	R2, R4, R6, R7 A4	Très faibles
	Lézard des murailles* (*Podarcis muralis*)	Haies, jardins, friches, murets	Avérée	Avérée	PN2, BE2, DH4 ; LC	Faible	Très faible	R2, R4, R6, R7 A4	Négligeables
	Orvet fragile* (*Anguis fragilis*)	Haies, friches	Avérée	Avérée	PN3, BE3 ; LC	Faible	Faibles	R1, R2, R4, R6, R7 A4	Très faibles
	Tarente de Maurétanie* (*Tarentola mauritanica*)	Murets, façades des habitations, habitations	Avérée	Avérée	PN3, BE3 ; LC	Faible	Très faible	R2, R4, R6, R7 A4	Négligeables
	Couleuvre de Montpellier* (*Malpolon monspessulanus*)	Friches	Potentielle	Potentielle	PN3, BE3 ; LC	Très faible	Très faible	R2, R4, R6, R7 A4	Très faibles
Oiseaux	**Faucon crécerellette*** (*Falco naumanni*)	Milieux ouverts herbacés riches en insectes/Alimentation	Avérée	Avérée	PN3, BO2, BE2 ; VU	Modéré	Très faibles	-	Très faibles
	Rollier d'Europe* (*Coracias garrulus*)	Milieux ouverts herbacés riches en insectes/Alimentation	Avérée	Avérée	PN3, DO1, BO2, BE2 ; NT	Modéré	Modérés	R1, R4, R6, R7 A2, A3, A4	Faibles
	Petit-duc scops* (*Otus scops*)	Arbre à cavité ou vieux arbres/ nidification Milieux ouverts herbacés riches en insectes/Alimentation	Avérée	Avérée	PN3, BE2 ; LC	Modéré	Modérés	R1, R4, R6, R7 A2, A3, A4	Faibles

Groupe considéré	Espèce	Interaction habitats/espèces	Présence		Statut de protection, liste rouge	Enjeu zone d'étude	Impacts bruts	Mesure d'atténuation	Impacts résiduels
			Zone d'étude	Zone d'emprise					
Oiseaux	**Chevêche d'Athena*** (*Athene noctua*)	Cavité au sein du bâti/Nidification Milieux ouverts herbacé /Alimentation	Avérée	Avérée	PN3, BE2 ; LC	Faible	Modérés	R1, R4, R6, R7 A2, A3, A4	Faibles
	Epervier d'Europe* (*Accipiter nisus*)	Linéaire et arbres isolés/ Alimentation	Avérée	Avérée	PN3, BO2, BE3 ; LC	Faible	Très faibles	R1, R4, R6, R7 A2, A4	Très faibles
	Faucon crécerelle* (*Falco tinnunculus*)	Milieux ouverts /Alimentation	Avérée	Avérée	PN3, BO2, BE2 ; NT	Faible	Faibles	R6, R7 A3, A4	Très faible
	Hibou-moyen duc* (*Asio otus*)	Alignement de vieux arbres/ Nidification	Avérée	Avérée	PN3, BE2 ; LC	Faible	Modérés	R1, R4, R6, R7 A2, A3, A4	Faibles
	Huppe fasciée* (*Upupa epops*)	Milieux ouverts/ alimentation	Avérée	Avérée	PN3, BE3 ; LC	Faible	Faibles	R1, R4, R6, R7 A2, A3, A4	Très faible
	Hirondelle rustique* (*Hirundo rustica*)	Bâti/ Nidification Ensemble de la zone aérienne/ Alimentation	Avérée	Avérée	PN3, BE2 ; NT	Faible	Faibles	R1, R4, R6, R7 A4	Très faible
	Milan noir* (*Milvus migrans*)	Milieux ouverts/ Alimentation	Avérée	Avérée	PN3, DO1, BO2, BE3 ; LC	Faible	Très faibles	R4, R6, R7 A4	Très faibles
	Moineau friquet* (*Passer montanus*)	Cavité du bâti/ Nidification Milieux ouverts	Avérée	Avérée	PN3, BE3 ; EN	Faible	Faibles	R1, R4, R6, R7 A4	Très faible
	Vautour percnoptère* (*Neophron percnopterus*)	Cadavre et restes osseux / Alimentation	Avérée	Avérée	PN3, DO1, BO2, BE3 ; EN	Faible	Très faibles	-	Très faible
	Cortège des oiseaux communs (Espèces nicheuses protégées)	Ensemble des milieux buissonnants, arborés de manière générale/Nidification	Avérée	Avérée	-	Très faible	Faibles	R1, R4, R6, R7 A2, A3, A4	Très faible
Mammifères	**Murin de Bechstein*** (*Myotis bechsteinii*)	Milieux semi-ouverts, lisières, cours d'eau : alim./dépla.	Avérée	Avérée	PN, BE2, B02, DH4, DH2 ; NT	Modéré	Faible	R1, R4, R6, R7 A2, A3, A4	Très faibles

Groupe considéré	Espèce	Interaction habitats/espèces	Présence		Statut de protection, liste rouge	Enjeu zone d'étude	Impacts bruts	Mesure d'atténuation	Impacts résiduels
			Zone d'étude	Zone d'emprise					
Mammifères	**Petit et Grand Murin*** *(Myotis blythii / myotis)*	Milieux ouverts ou semi-ouverts, lisières, canal : alim./dépla.	Avérée	Avérée	PN, BE2, B02, DH4, DH2 ; LC/NT	Modéré	Faible	R1, R3, R4, R5, R7 A2, A4	Très faibles
	Minioptère de Schreibers* (*Miniopterus schreibersi)*	Milieux ouverts ou semi-ouverts, lisières, canal : alim./dépla.	Potentielle	Potentielle	PN, BE2, B02, DH4, DH2 ; VU	Modéré	Faible	R1, R3, R4, R5, R7 A2, A4	Très faibles
	Murin à oreilles échancrées* *(Myotis emarginatus)*	Milieux semi-ouverts, lisières, cours d'eau : alim./dépla.	Potentielle	Potentielle	PN, BE2, B02, DH4, DH2 ; LC	Modéré	Faible	R1, R3, R4, R5, R7 A2, A4	Très faibles
	Murin cryptique* *(Myotis crypticus)*	Milieux ouverts ou semi-ouverts, lisières, canal : alim./dépla.	Avérée	Avérée	PN, DH4, BE2, BO2 ; LC	Faible	Faibles	R1, R3, R4, R5, R7 A2, A3, A4	Très faibles
	Molosse de Cestoni* *(Tadarida teniotis)*	Tous les milieux : alim./dépla.	Avérée	Avérée	PN, BE2, B02, DH4 ; NT	Faible	Faibles	R1, R4, R6, R7 A2, A4	Très faibles
	Noctule de Leisler* *(Nyctalus leisleri)*	Tous les milieux : alim./dépla. Gite arboricole	Avérée	Avérée	PN, BE2, B02, DH4 ; NT	Faible	Faibles	R1, R3, R4, R5, R7 A2, A4	Très faibles
	Sérotine commune* *(Eptesicus serotinus)*	Tous les milieux : alim./dépla.	Avérée	Avérée	PN, BE2, B02, DH4 ; NT	Faible	Faibles	R1, R3, R4, R5, R7 A2, A4	Très faibles
	Pipistrelle pygmée* *(Pipistrellus pygmaeus)*	Tous les milieux, proximité canal : alim./dépla.	Avérée	Avérée	PN, BE2, B02, DH4 ; LC	Faible	Faibles	R1, R3, R4, R5, R7 A2, A3, A4	Très faibles
	Pipistrelle de Nathusius *(Pipistrellus nathusii)*	Milieux semi-ouverts à proximité du canal : alim./dépla.	Avérée	Avérée	PN, BE2, B02, DH4 ; NT	Faible	Faibles	R1, R3, R4, R5, R7 A2, A3, A4	Très faibles
	Murin de Daubenton *(Myotis daubentonii)*	Milieux ouverts ou semi-ouverts, lisières, canal : alim./dépla.	Avérée	Avérée	PN, BE2, B02, DH4 ; LC	Faible	Faibles	R1, R3, R4, R5, R7 A2, A3, A4	Très faibles

Groupe considéré	Espèce	Interaction habitats/espèces	Présence		Statut de protection, liste rouge	Enjeu zone d'étude	Impacts bruts	Mesure d'atténuation	Impacts résiduels
			Zone d'étude	Zone d'emprise					
Mammifères	**Oreillard gris*** *(Plecotus austroiacus)*	Milieux ouverts ou semi-ouverts, canal : alim./dépla.	Avérée	Avérée	PN, BE2, B02, DH4 ; LC	Faible	Faibles	R1, R3, R4, R5, R6, R7 A2, A4	Très faibles
	Pipistrelle commune* *(Pipistrellus pipistrellus)*	Tous les milieux : alim./dépla.	Avérée	Avérée	PN, BE2, B02, DH4 ; NT	Faible	Faibles	R1, R3, R4, R5, R7 A2, A3, A4	Très faibles
	Pipistrelle de Kuhl* *(Pipistrellus kuhlii)*	Tous les milieux : alim./dépla.	Avérée	Avérée	PN, BE2, B02, DH4 ; LC	Faible	Faibles	R1, R3, R4, R5, R7 A2, A3, A4	Très faibles
	Vespère de Savi* *(Hypsugo savi)*	Tous les milieux : alim./dépla.	Avérée	Avérée	PN, BE2, B02, DH4 ; LC	Faible	Faibles	R1, R4, R5, R6, R7 A2, A4	Très faibles
	Loir gris *(Glis glis)*	Milieux ouverts ou semi-ouverts, lisières : habitat d'espèce	Avérée	Avérée	BE3 ; LC	Faible	Très faibles	R3, R5, R6, R7 A4	Négligeables
	Hérisson d'Europe* *(Erinaceus europaeus)*	Milieux ouverts ou semi-ouverts, lisières : habitat d'espèce	Avérée	Avérée	PN, BE3 ; LC	Faible	Faibles	R1, R5, R6, R7 A2, A4	Très faibles
	Ecureuil roux* *(Sciurus vulgaris)*	Milieux semi-ouverts ou forestiers, lisières : alim./dépla. Gite arboricole	Potentielle	Potentielle	PN, BE3 ; LC	Faible	Très faibles	R1, R4, R5, R6, R7 A2, A4	Négligeables
	Belette *(Mustela nivalis)*	Milieux ouverts ou semi-ouverts, lisières : habitat d'espèce	Potentielle	Potentielle	BE3 ; LC	Faible	Très faibles	R3, R5, R6, R7 A4	Négligeables
	Blaireau européen *(Meles meles)*	Tous les milieux : habitat d'espèce	Potentielle	Potentielle	BE3 ; LC	Faible	Très faibles	R1, R4, R5, R6, R7 A2, A4	Négligeables

* Espèce protégée

Espèce avérée **Espèce potentielle**

Sigles

AE : Autorité Environnementale

AFB : Agence Française de la Biodiversité

APPB : Arrêté Préfectoral de Protection de Biotope

CBN : Conservatoire Botanique National

CDNPS : Commission Départementale de la Nature, des Paysages et des Sites

CdL : Conservatoire du Littoral

CEN : Conservatoire des Espaces Naturels

CNPN : Conseil National de la Protection de la Nature

COPIL : COmité de PILotage Natura 2000

CRBPO : Centre de Recherches sur la Biologique des Populations d'Oiseaux

CSRPN : Conseil Scientifique Régional du Patrimoine Naturel

DDEP : Dossier de Dérogation Espèces Protégées

DDT : Direction Départementale des Territoires

DDTM : Direction Départementale des Territoires et de la Mer

DFCI : Défense de la Forêt Contre les Incendies

DOCOB : Document d'Objectifs

DREAL : Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement

DTA : Directive Territoriale d'Aménagement

EBC : Espace Boisé Classé

EIE : Etude d'Impact sur l'Environnement

ENS : Espace Naturel Sensible

ERC : Eviter/Réduire/Compenser

FSD : Formulaire Standard de Données

GCP : Groupe Chiroptères de Provence

ICPE : Installation Classée pour la Protection de l'Environnement

INFLOVAR : Association loi 1901, dont le but est de mener l'inventaire et la cartographie de la flore du Var

INPN : Inventaire National du Patrimoine Naturel

LPO : Ligue pour la Protection des Oiseaux

MAB : Man And Biosphere

MISE : Mission Inter-Services de l'Eau

MNHN : Muséum National d'Histoire Naturelle

MRAe : Mission Régionale d'Autorité environnementale

OLD : Obligation Légale de Débroussaillement

ONCFS : Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage

ONEM : Observatoire Naturaliste des Ecosystèmes Méditerranéens

ONEMA : Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques

ONF : Office National des Forêts

OPIE : Office Pour les Insectes et leur Environnement

PLU : Plan Local d'Urbanisme

PN : Parc National

PNA : Plan National d'Actions

PNR : Parc Naturel Régional

POS : Plan d'Occupation des Sols

PPR : Plan de Prévention des Risques

PPRI : Plan de Prévention du Risque Inondation

pSIC : proposition de Site d'Importance Communautaire

RNN : Réserve Naturelle Nationale

RNR : Réserve Naturelle Régionale

SAGE : Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux

SCAP : Stratégie de Création d'Aires Protégées

SCOT : Schéma de Cohérence Territoriale

SDAGE : Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux

SIC : Site d'Importance Communautaire

SIG : Système d'Information Géographique

SFEPM : Société Française pour l'Etude et la Protection des Mammifères

SOPTOM : Station d'Observation et de Protection des Tortues et de leurs Milieux

UICN : Union Internationale pour la Conservation de la Nature

ZICO : Zone Importante pour la Conservation des Oiseaux

ZNIEFF : Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique, Faunistique et Floristique

ZPS : Zone de Protection Spéciale

ZSC : Zone Spéciale de Conservation

Bibliographie

■ **Générale**

ANDRE P., DELISLE C. E. & REVERET J.-P., 2003 – L'évaluation des impacts sur l'environnement, processus, acteurs et pratique pour un développement durable, Deuxième édition, Presses internationales Polytechnique, 519 p.

■ **Habitats naturels/Flore**

AGENCE MEDITERRANENNE DE L'ENVIRONNEMENT, CONSERVATOIRE BOTANIQUE NATIONAL MEDITERRANEEN DE PORQUEROLLES, 2003 - Plantes envahissantes de la région méditerranéenne. Agence Méditerranéenne de l'Environnement. Agence Régionale pour l'Environnement PACA. 48p.

BENSETTITI F., BOULLET V., CHAVAUDRET-LABORIE C. & DENIAUD J. (coord.), 2005 - « Cahiers d'habitats » Natura 2000. Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire. Tome 4 - Habitats agropastoraux. MEDD/MAAPAR/MNHN. Éd. La Documentation française, Paris, 2 volumes : 445 p. et 487 p.

BISSARDON M., GUIBAL L. & RAMEAU J.-C., 1997 – CORINE Biotopes - Version originale - Types d'habitats français ; Ecole nationale du génie rural et des eaux et forêts, Laboratoire de recherches en sciences forestières, Nancy (France), 339 p.

BOURNERIAS M., PRAT D. et al., (collectif de la Société Française d'Orchidophilie), 2005 - Les Orchidées de France, Belgique et Luxembourg, 2e édition. Ed. Biotope, Mèze (collection Parthénope), 504 p.

COMMISSION EUROPEENNE, 2013 – Interpretation manual of european union habitats, version EUR28, 146 p.

DANTON P. & BAFFRAY M. (dir. sc. Reduron J.-P.), 1995 – Inventaire des plantes protégées en France. Ed. Nathan, Paris / A.F.C.E.V., Mulhouse, 296 p.

DELFORGE P., 2012 - Guide des orchidées de France, de Suisse et du Benelux. Nouvelle édition revue et augmentée. Delachaux et Niestlé, Paris, 304 p.

DUSAK F., PRAT D., 2010 – Atlas des orchidées de France. Collection Parthénope (Biotope), Mèze, 400 p.

JAUZEIN P., 1995 – Flore des champs cultivés. INRA édit., Paris, 898 p.

LOUVEL J., GAUDILLAT V. & PONCET L., 2013 - EUNIS, European Nature Information System, Système d'information européen sur la nature. Classification des habitats. Traduction française. Habitats terrestres et d'eau douce. MNHN-DIREV-SPN, MEDDE, Paris, 289 p.

LOUVEL J., GAUDILLAT V. & PONCET L., 2013 - EUNIS, Correspondances entre les classifications EUNIS et CORINE Biotopes. Habitats terrestres et d'eau douce. Version 1. MNHN-DIREVSPN, MEDDE, Paris, 43 p.

MULLER S. (coord.), 2004 – Plantes invasives en France. Collection Patrimoines Naturels, 62. Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris, 168 p.

NOBLE V., VAN ES J., MICHAUD H., GARRAUD L. (coordination), 2015. Liste Rouge de la flore vasculaire de Provence-Alpes-Côte d'Azur – Version mise en ligne. Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement & Région Provence-Alpes-Côte d'Azur, 14 pp.

OLIVIER L., GALLAND J.-P., MAURIN H., & ROUX J.-P., 1995 – Livre rouge de la flore menacée de France. Tome I : Espèces prioritaires. Muséum National d'Histoire Naturelle / Conservatoire Botanique National de Porquerolles / Ministère de l'Environnement éds, 621 p.

PAVON D., 2014 – Mémento pour l'aide à la détermination de la flore vasculaire du département des Bouches-du-Rhône. Bulletin de la Société linnéenne de Provence, numéro spécial 18, 248 p.

PAVON D., PIRES M., 2020 – FLORE DES BOUCHES-DU-RHÔNE, Naturalia Publications, 351p.

PIRES M. & PAVON D. (coord.), 2018. La Flore remarquable des Bouches du Rhône. Plantes, milieux naturels et paysages. Biotope éditions, Mèze, 468 p.

PRELLI R., 2001 – Les Fougères et plantes alliées de France et d'Europe occidentale. Belin, Paris, 431 p.

TERRIN E., DIADEMA K., FORT N., 2014 – Stratégie régionale relative aux espèces végétales exotiques envahissantes en Provence-Alpes-Côte d'Azur et son plan d'actions. Conservatoire botanique national alpin (Gap) et Conservatoire botanique national méditerranéen de Porquerolles, 454 p.

TISON J.M., JAUZEIN P., MICHAUD H., 2014 - Flore de la France méditerranéenne continentales. Ed. Naturalia/ Conservatoire botanique national méditerranéen de Porquerolles publications, Turriers, 2879p.

TISON J.-M., DE FOUCAULT B. (coords), 2014 - FLORA GALLICA - FLORE DE FRANCE, Ed. Biotope (Mèze), 1196 p.

UICN France, FCBN, AFB & MNHN (2018). La Liste rouge des espèces menacées en France – Chapitre Flore vasculaire de France métropolitaine. Paris, France.

UICN France, FCBN & MNHN (2012). La Liste rouge des espèces menacées en France - Chapitre Flore vasculaire de France métropolitaine : premiers résultats pour 1 000 espèces, sous-espèces et variétés. Dossier électronique.

UICN France, MNHN, FCBN & SFO (2010). La Liste rouge des espèces menacées en France - Chapitre Orchidées de France métropolitaine. Paris, France.

■ **Zones humides**

AGENCE DE BASSIN RHONE MEDITERRANEE ET CORSE, 2001. Guide technique SDAGE n°5, Fonctionnement des Zones Humides.

■ **Insectes**

BELLMANN H. & LUQUET G., 2009 - Guide des sauterelles, grillons et criquets d'Europe occidentale. Delachaux et Niestlé, 383 p.

■ **Amphibiens/Reptiles**

ACEMAV coll., DUGUET R. & MELKI F. ed., 2003 – les Amphibiens de France, Belgique et Luxembourg. Collection Parthénope, éditions Biotope, Mèze (France). 480 p.

DE MASSARY J.-C., BOUR R., CHEYLAN M., CROCHET P.-A., DEWYNTER M., GENIEZ P., INEICH I., OHLER A., VIDAL N. & LESCURE J., 2019 – Nouvelle liste taxinomique de l'herpétofaune de la France métropolitaine. *Bull. Soc. Herp. Fr.,* 104 : 37-56.

MIAUD C. & MURATET J., 2004 – Identifier les œufs et les larves des amphibiens de France. Coll. Techniques et pratiques, INRA Editions, Paris ; 200 p.

MURATET J., 2007 – Identifier les Amphibiens de France métropolitaine, Guide de terrain. Ecodiv, France ; 291 p.

NOLLERT A. & NOLLERT C., 2003 – Guide des amphibiens d'Europe, biologie, identification, répartition. Coll. Les guides du naturaliste, éd Delachaux & Niestlé, Paris ; 383 p.

UICN France, MNHN & SHF 2015 – Liste rouge des espèces menacées en France – Chapitre Reptiles et Amphibiens de France métropolitaine. Paris, France.

VACHER J.P & GENIEZ M., (coords) 2010 – Les Reptiles de France, Belgique, Luxembourg et Suisse. Biotope, Mèze (Collection Parthénope) ; Muséum national d'Histoire naturelle, Paris, 544 p.

■ **Oiseaux**

UICN, 2008 – La liste rouge des espèces menacées en France. Oiseaux nicheurs de France métropolitaine, 14 p.

■ **Mammifères**

ARTHUR L. & LEMAIRE M., 2005 – Les chauves-souris maîtresses de la nuit. Delachaux et Niestlé, Paris, 272p.

Annexe 1 Critères d'évaluation

Un certain nombre d'outils réglementaires ou scientifiques permet de hiérarchiser l'intérêt patrimonial des milieux et des espèces observés sur un secteur donné. Il devient alors possible, en utilisant des critères exclusivement biologiques, d'évaluer l'enjeu de conservation des espèces et des habitats, à une échelle donnée. Dans le présent rapport, les statuts réglementaires sont mentionnés explicitement dans les descriptions d'espèces et les tableaux récapitulatifs.

❖ Habitats naturels

Les habitats, en tant qu'entités définies par la directive Habitats bénéficient du statut réglementaire suivant :

■ Directive Habitats

Il s'agit de la directive européenne n°92/43/CEE du 21 mai 1992 concernant la conservation des habitats naturels ainsi que de la faune et de la flore sauvages, elle est entrée en vigueur le 5 juin 1994 :

- Annexe 1 : mentionne les habitats d'intérêt communautaire (désignés « DH1 ») et prioritaire (désignés « DH1* »), habitats dont la conservation nécessite la désignation de Zones Spéciales de Conservation (ZSC).

■ Liste rouge des écosystèmes en France

Le comité français de l'UICN et le Muséum national d'histoire naturelle ont décidé de s'associer pour la mise en œuvre de « La Liste rouge des écosystèmes en France, selon les catégories et critères de l'UICN » Cette liste a été publiée en 2018. Six niveaux de menaces sont ainsi attribués aux habitats évalués : « LC » Préoccupation Mineure ; « NT » Quasi Menacée ; « VU » Vulnérable ; « EN » En Danger ; « CR » En Danger Critique d'Extinction ; « DD » Données Insuffisantes (UICN France, 2018).

■ Zones humides

Selon l'article L. 211-1-1 du code de l'environnement :

« La préservation et la gestion durable des zones humides définies à l'article L.211-1 du code de l'environnement sont d'intérêt général. ». Ce dernier vise en particulier la préservation des zones humides dont l'intérêt patrimonial se retranscrit à travers plus de 230 pages d'enveloppes réglementaires. A noter que :

- leur caractérisation et leur critères de délimitation sont régis selon l'arrêté du 1er octobre 2009 en application des articles L.214-7-1 et R.211-108 du code de l'environnement selon des critères pédologiques, botaniques ainsi que d'habitats et désignés « ZH » ;
- le décret du 17 juillet 2006 précise la nomenclature des opérations soumises à autorisation ou à déclaration conformément à l'application de la Loi sur l'Eau et les Milieux Aquatiques de 2006, en intégrant les Zones humides.

Les zones humides peuvent donc prétendre au titre de la Loi sur l'Eau et les Milieux Aquatiques de 2006 à des mesures correctives ou compensatoires, relatives et résultantes aux aménagements portant atteinte à leur intégrité et/ou à leur fonctionnalité.

■ Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique Faunistique et Floristique (ZNIEFF)

Les ZNIEFF constituent le socle de l'inventaire du patrimoine naturel. Une liste des espèces et des habitats déterminants (Dét ZNIEFF) ou remarquables (Rq ZNIEFF) ayant servi à la désignation de ces ZNIEFF a été établie pour chaque région et est disponible sur les sites de leurs DREAL respectives.

- PACA : http://www.paca.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/ZNIEFF-2eGEN-ANNEXE1-listes_cle2df19d.pdf

■ Stratégie de Création d'Aires Protégées

La Stratégie nationale de Création d'Aires Protégées terrestres métropolitaines (SCAP) vise, tout d'abord, à évaluer l'ensemble du réseau d'aires protégées existant, en tenant compte des connaissances actuellement disponibles, afin de pouvoir, ensuite, proposer la planification d'une stratégie d'actions. Le Muséum National d'Histoire

Naturelle a notamment participé à l'élaboration d'une liste d'espèces et d'habitats (liste SCAP) qui constitue le fondement du diagnostic patrimonial du réseau actuel des espaces naturels français.

- Pr1 SCAP : espèce ou habitat de priorité 1 pour la SCAP.

❖ Flore

■ **Espèces végétales protégées par la loi française**

Pour la flore vasculaire (ce qui exclut donc les mousses, algues, champignons et lichens), deux arrêtés fixent en région PACA la liste des espèces intégralement protégées par la loi française. Il s'agit de :

- La liste nationale des espèces protégées sur l'ensemble du territoire métropolitain (désignées « PN »), de l'arrêté du 20 janvier 1982 paru au J.O. du 13 mai 1982, modifié par l'arrêté du 31 août 1995 paru au J.O. du 17 octobre 1995, modifié par l'arrêté du 14 décembre 2006 paru au J.O. du 24 février 2007, et par celui du 23 mai 2013 paru au J.O. du 7 juin 2013. Cette liste reprend notamment toutes les espèces françaises protégées en Europe par la Convention de Berne (1979).
- La liste régionale des espèces protégées en Provence-Alpes-Côte d'Azur (désignées « PR »), de l'arrêté du 9 mai 1994 paru au J.O. du 26 juillet 1994. Cette liste complète la liste nationale précitée.

■ **Livre rouge de la flore menacée de France**

- Le tome 1 (désigné « LR1 »), paru en 1995 recense 485 espèces ou sous-espèces dites « prioritaires », c'est-à-dire éteintes, en danger, vulnérables ou simplement rares sur le territoire national métropolitain.
- Le tome 2 (désigné « LR2 »), à paraître, recensera les espèces dites « à surveiller », dont une liste provisoire de près de 600 espèces figure à titre indicatif en annexe dans le tome 1.

Une actualisation scientifique de ce dernier tome est effectuée régulièrement par le Conservatoire Botanique National Méditerranéen de Porquerolles (C.B.N.M.P.). Elle ne possède pour l'instant aucune valeur officielle mais peut déjà servir de document de travail.

Ainsi, seules les espèces figurant sur la liste du tome 1 sont réellement menacées. Elles doivent être prises en compte de façon systématique, même si elles ne bénéficient pas de statut de protection. Celles du tome 2 sont le plus souvent des espèces assez rares en France mais non menacées à l'échelle mondiale ou bien des espèces endémiques de France (voire d'un pays limitrophe) mais relativement abondantes sur notre territoire, bien qu'à surveiller à l'échelle mondiale.

■ **Liste rouge de la flore vasculaire de France métropolitaine**

Le comité français de l'UICN appuyé du Muséum National d'Histoire Naturelle et de la Fédération des Conservatoires botaniques nationaux a publié en 2018 la Liste rouge des espèces menacées en France « Flore vasculaire de France métropolitaine ». Neuf niveaux de menaces sont ainsi attribués aux espèces évaluées : « LC » Préoccupation Mineure ; « NT » Quasi Menacée ; « VU » Vulnérable ; « EN » En Danger ; « CR » En Danger Critique d'Extinction ; « RE » Disparue de France métropolitaine ; « EW » Eteinte à l'état sauvage ; « EX » Eteinte au niveau mondial ; « DD » Données Insuffisantes (UICN France, FCBN, AFB & MNHN, 2018). Une autre catégorie a été définie : « NE » Non évaluée.

(http://uicn.fr/liste-rouge-france/)

■ **Liste rouge de la flore de PACA**

La Liste rouge de l'UICN est reconnue comme l'outil le plus fiable au niveau mondial pour évaluer le risque d'extinction des espèces. Fondée sur une solide base scientifique, elle met en lumière le déclin marqué et continu de la biodiversité dans le monde grâce à différents critères précis. En 2015, l'évaluation des espèces de la flore de PACA a été publiée. Des mises à jour de cette liste sont régulièrement réalisées en ligne. Sept niveaux de menaces sont ainsi attribués aux espèces : « DD » Données Insuffisantes ; « LC » Préoccupation Mineure ; « NT » Quasi Menacée ; « VU » Vulnérable ; « EN » En Danger ; « CR » En Danger Critique d'Extinction et « RE » Disparue de France métropolitaine. Une autre catégorie a été définie : « NA » Non applicable.

(http://bdd.flore.silene.eu/catalogue_reg/paca/index.php)

- **Directive Habitats**

Différentes annexes de cette directive concernent les espèces, notamment la flore :

- Annexe 2 : Espèces d'intérêt communautaire (désignées « DH2 ») dont la conservation nécessite la désignation de Zones Spéciales de Conservation (ZSC).
- Annexe 4 : Espèces (désignées « DH4 ») qui nécessitent une protection stricte, sur l'ensemble du territoire de l'Union Européenne.
- Annexe 5 : Espèces (désignées « DH5 ») dont le prélèvement dans la nature et l'exploitation sont susceptibles de faire l'objet de mesures de gestion.

- **Plan National d'Action (PNA)**

Les plans nationaux d'actions visent à définir les actions nécessaires à la conservation et à la restauration des espèces les plus menacées. Cet outil de protection de la biodiversité est mis en œuvre par la France depuis une quinzaine d'année. Ces plans ont été renforcés suite au Grenelle Environnement. La Direction générale de l'aménagement du logement et de la nature a notamment produit une brochure offrant un aperçu de cet instrument de protection des espèces menacées à tous les partenaires potentiellement impliqués dans leur réalisation (élus, gestionnaires d'espaces naturels, socioprofessionnels, protecteurs de la nature, etc.). http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/PNA-Objectifs_exemples_brochure.pdf

- espèce PNA : espèce concernée par un PNA

Certains de ces plans ont également été déclinés aux échelles régionales :

- espèce PRA : espèce incluse dans la déclinaison régionale du PNA.

- **Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique Faunistique et Floristique (ZNIEFF)**

Cf. ci-dessus.

- **Stratégie de Création d'Aires Protégées**

Cf. ci-dessus.

❖ Mollusques

- **Directive Habitats (annexe 2)**

Directive dont l'annexe 2 concerne trois espèces de gastéropodes terrestres (DH2).

- **Liste nationale des mollusques protégés sur l'ensemble du territoire métropolitain**

Cette liste est issue de l'arrêté du 7 octobre 1992 ; elle concerne 57 espèces (désignées « PN »).

- **Plan National d'Action (PNA)**

Cf. ci-dessus.

- **Travaux concernant les espèces menacées**

Deux outils non réglementaires mais à forte valeur scientifique permettent de juger de la valeur patrimoniale des mollusques continentaux rencontrés. Il s'agit de :

- l'inventaire des mollusques d'intérêt patrimonial de la région PACA (espèces clés pour la désignation des ZNIEFF en région PACA) dressée par GARGOMINY & RIPKEN (1999) ;
- la liste rouge mondiale des espèces menacées (IUCN, 2006).

Les connaissances personnelles d'experts locaux permettent aussi de porter un jugement quant à la rareté et/ou au statut local de menace d'une espèce.

- **Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique Faunistique et Floristique (ZNIEFF)**

Cf. ci-dessus.

❖ Insectes

- **Convention de Berne**

Convention relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel de l'Europe (19/09/1979) listant en annexe 2 la faune strictement protégée et en annexe 3 la faune protégée dont l'exploitation est réglementée (espèces désignées « BE2 » et « BE3 »).

- **Directive Habitats (annexes 2, 4 et 5)**

Cf. ci-dessus.

- **Liste nationale des insectes protégés sur l'ensemble du territoire métropolitain**

Cette liste est issue de l'arrêté du 23 avril 2007. Elle élargit la protection de l'espèce à son « milieu particulier », c'est-à-dire l'habitat d'espèce. Les espèces protégées seront désignées par « PN ». Cette liste concerne 64 espèces.

- **Listes rouges**

Elles présentent les espèces constituant un enjeu de conservation indépendamment de leur statut de protection. Il existe des listes rouges départementales, régionales, nationales ou européennes d'espèces menacées. Au niveau européen, il s'agit de la liste rouge des Lépidoptères diurnes (VAN SWAAY *et al*., 2010). Au niveau national, il s'agit des listes rouges des Lépidoptères diurnes (UICN, 2012), des Orthoptères (SARDET & DEFAUT, 2004), des Éphémères (UCIN France, MNHN & OPIE, 2018), des Libellules (UICN France, MNHN, OPIE & SFO, 2016) et des Crustacés d'eau douce (ICN France & MNHN 2014).

Au niveau régional, il s'agit des listes rouges des Rhopalocères et Zygènes de Provence-Alpes-Côte d'Azur (BENCE *et al.,* 2014), des papillons de jour de Provence-Alpes-Côte d'Azur (BENCE et al., 2016), des papillons de jour de Provence-Alpes-Côte d'Azur (BENCE et al., 2016), des Odonates de Provence-Alpes-Côte d'Azur (UCIN France, MNHN, OPIE & SFO, 2016, revisité par LAMBRET P., RONNE C., BENCE S., BLANCHON Y., BLETTERY J., DURAND E., LECCIA MF. & PAPAZIAN M., 2017) et de Rhône-Alpes (DELIRY & Groupe SYMPETRUM, 2013) et des Orthoptères de Provence-Alpes-Côte d'Azur (BENCE et al., 2018).

Tous les groupes ne disposant pas de telles listes au niveau régional ou même national, l'identification des espèces dites « patrimoniales » peut s'appuyer uniquement sur dires d'experts.

- **Plan National d'Action (PNA)**

Cf. ci-dessus.

- **Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique Faunistique et Floristique (ZNIEFF)**

Cf. ci-dessus.

- **Stratégie de Création d'Aires Protégées**

Cf. ci-dessus.

❖ Poissons

- **Directive Habitats (annexes 2, 4 et 5)**

Cf. ci-dessus.

- **Classement des cours d'eau et continuité écologique**

La continuité écologique est une notion que les lois « Grenelle » de 2009 et 2010 ont mise en avant en créant la trame verte et bleue. Toutefois, la notion de continuité écologique des cours d'eau (circulation des poissons et transport des sédiments) existait déjà dans sa dimension « circulation des poissons » avec, depuis 1984, l'obligation d'aménagement de « passes à poissons » dans un délai de cinq ans pour de nombreux ouvrages existants. Du point

de vue réglementaire (article R214-109 du code de l'environnement), un obstacle à la continuité d'un cours d'eau est un ouvrage qui répond à au moins un critère parmi les suivants :

- Il ne permet pas la libre circulation des espèces biologiques et l'accès aux zones indispensables à leur reproduction, leur croissance, leur alimentation ou leur abri ;
- Il empêche le bon déroulement du transport naturel des sédiments ;
- Il interrompt les connexions latérales avec les réservoirs biologiques ;
- Il affecte substantiellement l'hydrologie des réservoirs biologiques.

L'article L214-17 du Code de l'environnement, introduit par la Loi sur l'eau et les milieux aquatiques (LEMA) de décembre 2006, réforme les classements des cours d'eau en les adossant aux objectifs de la directive cadre sur l'eau déclinés dans les SDAGE. Ainsi les anciens classements (nommés L432-6 et loi de 1919) sont remplacés par un nouveau classement établissant deux listes distinctes :

- 1° Une liste de cours d'eau, parties de cours d'eau ou canaux parmi ceux qui sont en très bon état écologique ou identifiés par les schémas directeurs d'aménagement et de gestion des eaux comme jouant le rôle de réservoir biologique nécessaire au maintien ou à l'atteinte du bon état écologique des cours d'eau d'un bassin versant ou dans lesquels une protection complète des poissons migrateurs vivant alternativement en eau douce et en eau salée est nécessaire, sur lesquels aucune autorisation ou concession ne peut être accordée pour la construction de nouveaux ouvrages s'ils constituent un obstacle à la continuité écologique.

  Le renouvellement de la concession ou de l'autorisation des ouvrages existants, régulièrement installés sur ces cours d'eau, parties de cours d'eau ou canaux, est subordonné à des prescriptions permettant de maintenir le très bon état écologique des eaux, de maintenir ou d'atteindre le bon état écologique des cours d'eau d'un bassin versant ou d'assurer la protection des poissons migrateurs vivant alternativement en eau douce et en eau salée ;

- 2° Une liste de cours d'eau, parties de cours d'eau ou canaux dans lesquels il est nécessaire d'assurer le transport suffisant des sédiments et la circulation des poissons migrateurs [amphihalins ou non]. Tout ouvrage doit y être géré, entretenu et équipé selon des règles définies par l'autorité administrative, en concertation avec le propriétaire ou, à défaut, l'exploitant.

- **Liste nationale des poissons protégés sur l'ensemble du territoire métropolitain**

L'arrêté du 08 décembre 1988 fixe la liste des espèces de poissons protégées sur l'ensemble du territoire national. Sont interdits en tout temps, sur tout le territoire national, la destruction ou l'enlèvement des œufs ainsi que la destruction, l'altération ou la dégradation des milieux particuliers, et notamment des lieux de reproduction, désignés par arrêté préfectoral (cf. Arrêtés frayères ci-dessous), des poissons des espèces désignées « PN ».

- **Arrêtés frayères**

Les espèces de la faune piscicole dont les frayères et les zones d'alimentation et de croissance doivent être particulièrement protégées de la destruction par l'article L.432-3 sont réparties, par arrêté du ministre chargé de l'environnement, entre les deux listes suivantes :

1° Sont inscrites sur la première liste les espèces de poissons dont la reproduction est fortement dépendante de la granulométrie du fond du lit mineur d'un cours d'eau. L'arrêté précise les caractéristiques de la granulométrie du substrat minéral correspondant aux frayères de chacune des espèces ;

2° Sont inscrites sur la seconde liste les espèces de poissons dont la reproduction est fonction d'une pluralité de facteurs, ainsi que les espèces de crustacés.

L'arrêté ministériel du 23 avril 2008 a fixé la liste des espèces à protéger (poissons de la première et de la seconde liste, crustacés de la seconde liste) et la circulaire du 21 janvier 2009 relative aux frayères et aux zones de croissance ou d'alimentation de la faune piscicole a apporté les éléments de cadrage pour l'établissement de l'inventaire des frayères qui a été réalisé avant 2012 dans chaque département. Les critères retenus pour la détermination des deux listes d'espèces de l'arrêté ministériel du 23 avril 2008 sont les suivants :

- Inscription dans les listes au titre de la réglementation sur les espèces protégées (arrêté du 8 décembre 1988 fixant la liste des espèces de poissons protégées sur l'ensemble du territoire national et l'annexe II de la directive habitat) ;
- Espèces inféodées aux eaux courantes dans la mesure où les espèces lacustres sont moins menacées par les activités et les travaux sur leurs habitats que par la dégradation de la qualité des eaux.

■ **Liste rouge des espèces de poissons d'eau douce menacées**

L'UICN a réalisé des listes rouges à l'échelle internationale (2008) et nationale (2002, 2010 et 2019) présentant les espèces constituant un enjeu de conservation.

Onze niveaux de menaces sont ainsi attribués aux espèces évaluées : « EX » éteint ; « EW » éteint à l'état sauvage ; « CR » gravement menacé d'extinction ; « EN » menacé d'extinction ; « VU » vulnérable ; « NE » non évalué ; « LR » faible risque ; « DE » dépendant de mesures de conservation ; « NT » quasi menacé ; « LE » préoccupation mineure ; « DD » insuffisamment documenté.

■ **Plan de gestion des poissons migrateurs Rhône-Méditerranée (PLAGEPOMI)**

L'objectif du plan de gestion des poissons migrateurs Rhône-Méditerranée (PLAGEPOMI 2016-2021) est la préservation et la reconquête durable des populations de poissons migrateurs amphihalins (Anguille, Alose du Rhône et Lamproie marine). Il intègre le plan de gestion de l'Anguille mis en place en réponse au règlement européen n°1100/2007 qui vise à reconstituer le stock de cette espèce.

Le PLAGEPOMI distingue des zones d'actions prioritaires (ZAP) et des zones d'actions à long terme (ZALT). Une zone d'action prioritaire est un ensemble de cours d'eau ou tronçons de cours d'eau sur lequel il existe un enjeu pour une espèce ou une population de poissons migrateurs amphihalins, par la présence d'habitats, de zones de grossissement ou de reproduction essentiels pour son maintien. La délimitation d'une ZAP confère à cette zone des objectifs de préservation et de restauration de la colonisation de ces habitats ou la possibilité de retour à la mer avec un faible risque de mortalité.

Une zone d'action à long terme est un ensemble de cours d'eau ou tronçons de cours d'eau sur lequel la présence de grands migrateurs est relictuelle ou historique et sur lequel des connaissances sont à acquérir ou à renforcer.

■ **Plan National d'Actions (PNA)**

Cf. ci-dessus.

■ **Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique Faunistique et Floristique (ZNIEFF)**

Cf. ci-dessus.

■ **Stratégie de Création d'Aires Protégées**

Cf. ci-dessus.

❖ Amphibiens et reptiles

Afin de cerner les enjeux concernant les amphibiens et les reptiles, les principaux textes réglementaires ou scientifiques les concernant, sont rappelés ci-dessous.

■ **Convention de Berne (annexes 2 et 3)**

Cf. ci-dessus.

■ **Directive Habitats (annexes 2, 4 et 5)**

Cf. ci-dessus.

■ **Liste nationale des reptiles et amphibiens protégés sur l'ensemble du territoire métropolitain**

Correspondant à l'arrêté du 19 novembre 2007 (publié au J.O. du 18 décembre 2007), établissant des listes d'espèces, auxquelles sont associés différents niveaux de protections. Ainsi, les espèces dont l'habitat est

également protégé sont désignées « PN2 », les espèces protégées dont l'habitat n'est pas protégé sont désignées « PN3 », les espèces partiellement protégées sont désignées « PN4 » et « PN5 ».

- **Inventaire de la faune menacée de France**

Cet ouvrage de référence, élaboré par la communauté scientifique (FIERS et al., 1997) (livre rouge), permet de faire un état des lieux des espèces menacées. Il liste 117 espèces de vertébrés strictement menacées sur notre territoire, voire disparues, dont notamment : 27 mammifères, 7 reptiles, 11 amphibiens. Pour chaque espèce, le niveau de menace est évalué par différents critères de vulnérabilité.

- **Liste rouge des amphibiens et reptiles de France métropolitaine**

La Liste rouge de l'UICN est reconnue comme l'outil le plus fiable au niveau mondial pour évaluer le risque d'extinction des espèces. Fondée sur une solide base scientifique, elle met en lumière le déclin marqué et continu de la biodiversité dans le monde grâce à différents critères précis. Le comité français de l'UICN a procédé début 2008 à l'évaluation des espèces d'amphibiens et de reptiles de France métropolitaine. Une mise à jour a été réalisée en 2015 (UCIN France, MNHN & SHF, 2015). Six niveaux de menaces sont ainsi attribués aux espèces évaluées : « LC » Préoccupation Mineure ; « NT » Quasi Menacée ; « VU » Vulnérable ; « EN » En Danger ; « CR » En Danger Critique d'Extinction ; « DD » Données Insuffisantes. (https://uicn.fr/liste-rouge-france/)

- **Liste rouge des amphibiens et reptiles de PACA**

La Liste rouge de l'UICN est reconnue comme l'outil le plus fiable au niveau mondial pour évaluer le risque d'extinction des espèces. Fondée sur une solide base scientifique, elle met en lumière le déclin marqué et continu de la biodiversité dans le monde grâce à différents critères précis. En 2017, l'évaluation des espèces des amphibiens et reptiles de PACA a été publiée. Huit niveaux de menaces sont ainsi attribués aux espèces : « NA » Non applicable ; « DD » Données Insuffisantes ; « LC » Préoccupation Mineure ; « NT » Quasi Menacée ; « VU » Vulnérable ; « EN » En Danger ; « CR » En Danger Critique ; « RE » Disparue au niveau régional.

- **Plan National d'Action (PNA)**

Cf. ci-dessus.

- **Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique Faunistique et Floristique (ZNIEFF)**

Cf. ci-dessus.

- **Stratégie de Création d'Aires Protégées**

Cf. ci-dessus.

❖ Oiseaux

- **Convention de Berne (annexes 2 et 3)**

Cf. ci-dessus.

- **Convention de Bonn**

Convention relative à la conservation des espèces migratrices appartenant à la faune sauvage du 23 juin 1979 (JORF du 30 octobre 1990). L'annexe I regroupe la liste des espèces menacées en danger d'extinction (désignées « BO1 ») c'est-à-dire les espèces dont l'aire de répartition pourrait disparaître ou toute espèce en danger. L'annexe II établit la liste des espèces dont l'état de conservation est défavorable (désignées « BO2 »).

- **Directive Oiseaux**

Directive européenne n°79/409/CEE concernant la conservation des oiseaux sauvages, elle est entrée en vigueur le 6 avril 1981.

- Annexe 1 : Espèces d'intérêt communautaire et Natura 2000 (désignées ci-après « DO1 ») nécessitant des mesures spéciales de conservation en particulier en ce qui concerne leurs habitats, afin d'assurer leur survie et leur reproduction dans l'aire de distribution.

- **Protection nationale**

Arrêté du 29 octobre 2009 fixant la liste des oiseaux protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection (J.O. du 5 décembre 2009). Les espèces protégées avec leurs habitats sont désignées « PN3 » (article 3 du présent arrêté) ; les espèces protégées sans leurs habitats sont désignées « PN4 » (article 4 du présent arrêté).

- **Liste rouge des oiseaux nicheurs, hivernants et de passage de France métropolitaine**

La Liste rouge de l'UICN est reconnue comme l'outil le plus fiable au niveau mondial pour évaluer le risque d'extinction des espèces. Fondée sur une solide base scientifique, elle met en lumière le déclin marqué et continu de la biodiversité dans le monde grâce à différents critères précis. Le comité français de l'UICN appuyé du Muséum National d'Histoire Naturelle a publié en 2016 la liste rouge des oiseaux nicheurs, hivernants et de passage de France métropolitaine. Sept niveaux de menaces sont ainsi attribués aux espèces évaluées : « LC » Préoccupation Mineure ; « NT » Quasi Menacée ; « VU » Vulnérable ; « EN » En Danger ; « CR » En Danger Critique d'Extinction ; « RE » Disparue de France métropolitaine ; « DD » Données Insuffisantes (UICN France *et al.*, 2016). Deux autres catégories ont été définies : « NA » Non applicable ; « NE » Non Evaluée.

- **Autres listes rouges**

Les scientifiques élaborent régulièrement des bilans sur l'état de conservation des espèces sauvages. Ces documents d'alerte, prenant la forme de « listes rouges », visent à évaluer le niveau de vulnérabilité des espèces, en vue de fournir une aide à la décision et de mieux orienter les politiques de conservation de la nature. Concernant les oiseaux, hormis la liste rouge de France métropolitaine, deux listes rouges sont classiquement utilisées comme référence :

- la liste rouge européenne des oiseaux (BIRDLIFE INTERNATIONAL, 2015) ;
- les listes rouges régionales, comme en Provence-Alpes-Côte d'Azur (LPO PACA & CEN PACA, 2016).

- **Plan National d'Actions (PNA)**

Cf. ci-dessus.

- **Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique, Faunistique et Floristique (ZNIEFF)**

Cf. ci-dessus.

- **Stratégie de Création d'Aires Protégées**

Cf. ci-dessus.

❖ Mammifères

Les mammifères peuvent être protégés à divers titres.

- **Convention de Berne (annexes 2 et 3)**

- **Convention de Bonn (annexe 2)**

- **Directive Habitats (annexes 2, 4 et 5)**

- **Liste nationale des mammifères terrestres protégés sur l'ensemble du territoire métropolitain**

Cette liste est issue de l'arrêté du 23 avril 2007, modifiant l'arrêté du 17 avril 1981. La protection s'applique aux éléments physiques ou biologiques réputés nécessaires à la reproduction ou au repos de l'espèce considérée.

- **Plan National d'Action (PNA)**

Cf. ci-dessus.

- **Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique Faunistique et Floristique (ZNIEFF)**

Cf. ci-dessus.

- **Stratégie de Création d'Aires Protégées**

Cf. ci-dessus.

- **Liste rouge des mammifères de France métropolitaine**

La Liste rouge de l'UICN est reconnue comme l'outil le plus fiable au niveau mondial pour évaluer le risque d'extinction des espèces. Fondée sur une solide base scientifique, elle met en lumière le déclin marqué et continu de la biodiversité dans le monde grâce à différents critères précis. Le comité français de l'UICN a publié en 2009 l'évaluation des espèces de mammifères de France métropolitaine qui a ensuite été mise à jour en 2017. Huit niveaux de menaces sont ainsi attribués aux espèces évaluées : « DD » Données Insuffisantes » ; « LC » Préoccupation Mineure ; « NT » Quasi Menacée ; « VU » Vulnérable ; « EN » En Danger ; « CR » En Danger Critique d'Extinction ; « RE » Disparue de métropole. Une autre catégorie a été définie : « NA » Non applicable.

Annexe 2 Présentation de l'équipe technique d'ECO-MED

Nom et fonction	**Jérôme VOLANT, Chargé d'études confirmé botaniste**
Diplômes	- **Master 2 professionnel (2009)** Sciences de l'Environnement Terrestre, spécialité professionnelle Biosciences de l'Environnement, parcours Expertise écologique et gestion de la biodiversité, Université Paul Cézanne / Aix-Marseille III. - Maîtrise Sciences de l'Environnement Terrestre (2007), spécialité Biodiversité et Ecologie Continentale, Université Paul Cézanne / Aix-Marseille III.
Spécialités	Botanique, Habitats naturels, Flore méditerranéenne, Cartographie.
Compétences	Ecologie végétale : - Inventaires floristiques et des habitats naturels, - Détermination et hiérarchisation des enjeux floristiques (espèces patrimoniales, envahissantes…), - Caractérisation (typologie CORINE Biotopes, EUR28 et EUNIS) et cartographie des habitats naturels (Logiciel SIG), - Mise en place de protocoles spécifiques (populations d'espèces végétales). Détermination des continuités écologiques (TVB) à différentes échelles (PLU),
Expérience	**Expert naturaliste depuis 2009 pour ECO-MED** Rédaction d'études réglementaires : - Volet naturel d'étude d'impact (VNEI), - Evaluation des incidences Natura 2000 (EAI/ESI), - Dossier de Dérogation « Espèces Protégées » (DDEP). - PLU : Volet naturel de l'état initial et de l'évaluation environnementale (VNEE). Elaboration et réalisation de : - Pré-cadrage écologique/Œil de l'expert/Pré-diagnostic écologique, - Suivis et veilles écologiques, - Plans de gestion, - TVB. Gestion d'équipes, de plannings et de ressources de projets.
Missions réalisées	Réalisation d'inventaires et rédaction.

Nom et fonction	**Léo NERY, Technicien botaniste**
Diplôme	- Diplôme Universitaire de Botanique de Terrain, Université de Picardie Jules Verne. Titre homologué : Jardinier-Botaniste CFPPA de Chateaufarine à Besançon.
Spécialité	Botanique, Habitats naturels, flore méditerranéenne.
Compétences	- Inventaires de la flore et des habitats naturels, - Détermination et hiérarchisation des enjeux floristiques (espèces patrimoniales, envahissantes…), - Caractérisation (typologie CORINE Biotopes, EUR28 et EUNIS) et cartographie des habitats naturels (Logiciel SIG), Suivis floristiques.
Expérience	Expert naturaliste depuis 2019 pour ECO-MED - Inventaires flore et végétation. Cartographie des habitats naturels et semi-naturels.
Missions réalisées	Réalisation d'inventaires et rédaction.

Nom et fonction	**Antoine VEIRMAN, Technicien zones humides**
Diplôme	Licence Professionnelle Métiers de la protection et de la gestion de l'environnement – Parcours Métiers du diagnostic, de la gestion et de la protection des milieux naturels – UFR Sciences et Techniques Besançon – Université de Franche-Comté
Spécialités	Botanique, Zones humides, Habitats naturels.
Compétences	Caractérisation et délimitation des zones humides : - Définition et délimitation des zones humides en application des articles L.214-7-1 et R.211-108 du code de l'environnement, - Evaluation des fonctions des zones humides conformément à la méthode nationale de 2016. Inventaires floristiques et des habitats naturels : - Détermination et hiérarchisation des enjeux floristiques (espèces patrimoniales, envahissantes…), - Caractérisation (typologie CORINE Biotopes, EUR28 et EUNIS) et cartographie des habitats naturels (Logiciel SIG).
Expérience	Expert depuis 2019 pour ECO-MED : Rédaction d'études réglementaires : - Volet naturel d'étude d'impact, - Evaluation des incidences Natura 2000.
Missions réalisées	Réalisation d'inventaires de zones humides et rédaction.

Nom et fonction	**Solène LODOVICHETTI, Chargée d'études zones humides**
Diplôme	Diplôme d'ingénieur de l'ENSAIA (Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie et des Industries Alimentaires, Université de Lorraine) Master de Biologie et Ecologie marine « Biology and ecology of the marine environment and sustainable use of the marine resources »
Spécialité	Zones humides, Agronomie, Ecologie marine
Compétences	Connaissances en pédologie et en botanique pour la caractérisation et la délimitation des zones humides Evaluation de paramètres relatifs aux habitats (EUNIS), aux prairies et à la gestion de l'eau, prélèvements de sol Rédaction de rapports
Expérience	Enquêtrice terrain chez Coba Group - 4 mois en 2022 Recueil de données d'occupation et d'utilisation des sols pour le Projet Européen LUCAS 2022
Missions réalisées	Réalisation d'inventaires de zones humides et rédaction.

Nom et fonction	**Emma VALADAS, Technicienne entomologiste**
Diplômes	- Master 2 Expertise Ecologique et Gestion de la Biodiversité, Aix-Marseille Université (AMU) - Master 1 Biodiversité Ecologie Evolution, AMU - Licence Professionnelle Gestion écologique du paysage végétal urbain, Université Paris Sud & Museum National d'Histoire Naturelle (MNHN) - Baccalauréat technologique Sciences et Techniques de l'Agronomie et du Vivant
Spécialité	Entomologie, Biologie de la Conservation
Compétences	- Expertises entomologiques : inventaire et suivis lépidoptères rhopalocères, odonates, orthoptères, coléoptères - Elaboration et application de protocoles scientifiques

	- Traitement de données - Rédaction de rapports d'études - Ecologie de la conservation des écosystèmes terrestres - Gestion et restauration de milieux naturels - Pack Office, SIG (QGIS, ArcGIS), R, Maxent
Expérience	Entomologiste depuis 2020 pour ECO-MED - Rédaction d'études réglementaires : - Volet naturel d'étude d'impact, - Evaluation des incidences Natura 2000, - Dossier CNPN
Missions réalisées	Réalisation d'inventaires et rédaction.

Nom et fonction	**Marine PEZIN, Technicienne batrachologue, herpétologue**
Diplôme	Master 2 « Biodiversité et Développement Durable », Université de Perpignan Via Domitia.
Spécialité	Herpétofaune et batrachofaune.
Compétences	Reptiles : - Site occupancy, - Protocoles spécifiques (Lézard ocellé, Tortue d'Hermann), - Protocoles de CMR (Emyde lépreuse, Cistude d'Europe), - Reconnaissance visuelle et auditive des amphibiens. Amphibiens : identification par le chant, les têtards, les pontes et les adultes. Définition d'objectifs de gestion et mise en place d'actions de gestion. Protocole de prélèvement d'ADN environnemental.
Expérience	Experte depuis 2018 pour ECO-MED Rédaction d'études réglementaires : - Volet naturel d'étude d'impact, - Dossier CNPN. Réalisation : - D'inventaires, - De suivis et veilles écologiques.
Missions réalisées	Réalisation d'inventaires et rédaction.

Nom et fonction	**Julien FLEUREAU, Technicien ornithologue**
Diplômes	Master Génie Ecologique Gestion des espaces naturels, Université de Poitiers (86) ; BTS Gestion et Protection de la Nature, La Roche sur Yon (85)
Spécialité	Ornithologie
Compétences	Inventaires diurnes et nocturnes des oiseaux : - Méthodes de comptages, de dénombrements et de suivis d'espèces, - Gestion conservatoire des espèces et de leurs habitats, - Mise en place de protocoles spécifiques (Outarde canepetière, Pie grièche, Aigle de Bonelli)
Expérience	Chargé d'étude depuis avril 2019 pour ECO-MED - Réalisation d'inventaires ornithologiques diurnes et nocturnes ; - Rédaction d'études réglementaires (Volet naturel d'étude d'impact, Evaluation des incidences Natura 2000).
Missions réalisées	Réalisation d'inventaires et rédaction.

Nom et fonction	**Erwann THEPAUT, Technicien mammalogue**
Diplôme	Maîtrise « Ecologie environnement », Université d'Angers.
Spécialité	Mammalogie
Compétences	Inventaires diurnes et nocturnes des mammifères : - Méthodes de suivi sur les mammifères terrestres (Carnivores, Ongulés, Lagomorphes) et aquatiques (Castor, Loutre), - Expertise de terrain Chiroptères : recherche de gîtes anthropiques, cavernicoles et d'arbres-gîtes estivaux et hivernaux, détection ultrasonore passive et active, analyse bioacoustique.
Expérience	**Expert depuis 2013 pour ECO-MED et référent mammalogue dans l'entreprise** Rédaction d'études réglementaires : - Volet naturel d'étude d'impact, - Evaluation des incidences Natura 2000, - Dossier CNPN. Elaboration et réalisation de suivis et veilles écologiques.
Missions réalisées	Réalisation d'inventaires et rédaction.

Nom et fonction	**Edouard RIBATTO, Technicien**
Diplôme	BTSA Gestion et Protection de la Nature, Lyon (69)
Spécialité	Mammalogie, ornithologie, herpétologie
Compétences	Inventaires diurnes et nocturnes des mammifères : - Méthodes de suivi sur les mammifères terrestres (Carnivores, Ongulés, Lagomorphes) et aquatiques (Castor, Loutre), - Expertise de terrain Chiroptères : recherche de gîtes anthropiques, cavernicoles et d'arbres-gîtes estivaux et hivernaux, détection ultrasonore passive et active, analyse bioacoustique. Inventaires diurnes et nocturnes des oiseaux
Expérience	Expert en 2019 pour ECO-MED 11 ans d'expérience professionnelle dans l'expertise faunistique (salarié associatif et indépendant). Expérience comme conservateur de RNR et animateur de site Natura 2000. Rédaction d'études réglementaires : - Volet naturel d'étude d'impact, - Evaluation des incidences Natura 2000, - Dossier CNPN. Elaboration et réalisation de suivis et veilles écologiques.
Missions réalisées	Réalisation d'inventaires et rédaction.

Nom et fonction	**Lucile BLACHE, Géomaticienne**
Diplôme	Diplôme d'ingénieur en agronomie, spécialisation technologies pour l'information et la communication appliquées à l'agriculture et l'environnement – Bordeaux Sciences Agro (33)
Spécialité	SIG
Compétences	Application de logiciels SIG : ArcGIS et QGIS, Application de logiciels de PAO/DAO comme Autocad, Photoshop et Illustrator, Participation à l'élaboration et à la mise à jour de bases de données géo référencées.
Expérience	Géomaticienne depuis 2019 pour ECO-MED
Missions réalisées	Elaboration et réalisation des cartes et la création de base de données

Nom et fonction	**Olivier CAGAN, Chef de projet**
Diplôme	Master II Recherche « Ecosystèmes et anthropisation », Université Toulouse III Paul Sabatier (2006).
Spécialité	Ecosystèmes aquatiques continentaux
Compétences	Ecologie aquatique : - Inventaires de tous les compartiments intégrés à l'évaluation du bon état écologique selon la DCE - Détermination du bon état selon les règles d'agrégation en vigueur - Définition de plan de gestion - Mise en place de protocoles de suivi. Détermination des continuités écologiques à différentes échelles (ICE, TVB, SRCE, SCOT) Animation de réunions
Expérience	En poste à ECO-MED depuis 2019, 12 années d'expérience en bureau d'études Rédaction d'études réglementaires : - Volet naturel d'étude d'impact, - Evaluation des incidences Natura 2000, - Dossier CNPN, - PLU : Volet naturel de l'état initial et de l'évaluation environnementale Elaboration et réalisation de : - Inventaires piscicoles, - Caractérisations géomorphologiques (CARHYCE, IAM…), - Plans de gestion, - Continuités écologiques
Missions réalisées	Inventaires, rédaction et coordination Participation aux réunions

Annexe 3 Relevé relatif à la flore

Relevé effectué par Antoine VEIRMAN le 25/03/2020, par Léo NERY le 17/04/2020 et Jérôme VOLANT le 23/06/2020.

La nomenclature est conforme au référentiel taxonomique TAXREF v9.0 (Inventaire National du Patrimoine Naturel, 2015).

Famille	Nom latin	Nom vernaculaire
Sapindaceae	*Acer negundo L., 1753*	Érable negundo, Érable frêne, Érable Négondo
Rosaceae	*Agrimonia eupatoria L., 1753*	Aigremoine, Francormier
Poaceae	*Anisantha diandra (Roth) Tutin ex Tzvelev, 1963*	Brome à deux étamines
Poaceae	*Anisantha madritensis (L.) Nevski, 1934*	Brome de Madrid
Poaceae	*Anisantha sterilis (L.) Nevski, 1934*	Brome stérile
Aristolochiaceae	*Aristolochia rotunda L., 1753*	Aristoloche à feuilles rondes, Aristoloche arrondie
Poaceae	*Arrhenatherum elatius (L.) P.Beauv. ex J.Presl & C.Presl, 1819*	Fromental élevé, Ray-grass français
Poaceae	*Arundo donax L., 1753*	Canne de Provence, Grand roseau
Poaceae	*Avena barbata Pott ex Link, 1799*	Avoine barbue
Lamiaceae	*Ballota nigra L., 1753*	Ballote noire
Poaceae	*Brachypodium phoenicoides (L.) Roem. & Schult., 1817*	Brachypode de Phénicie
Poaceae	*Brachypodium sylvaticum (Huds.) P.Beauv., 1812*	Brachypode des bois, Brome des bois
Poaceae	*Bromus catharticus Vahl, 1791*	Brome faux Uniola, Brome purgatif
Poaceae	*Bromus hordeaceus L., 1753*	Brome mou
Brassicaceae	*Capsella bursa-pastoris (L.) Medik., 1792*	Capselle bourse-à-pasteur, Bourse-de-capucin
Asteraceae	*Carduus pycnocephalus L., 1763*	Chardon à tête dense, Chardon à capitules denses
Asteraceae	*Centaurea aspera L., 1753*	Centaurée rude
Amaranthaceae	*Chenopodium album L., 1753*	Chénopode blanc, Senousse
Asteraceae	*Cichorium intybus L., 1753*	Chicorée sauvage
Lamiaceae	*Clinopodium nepeta (L.) Kuntze, 1891*	Calament glanduleux
Convolvulaceae	*Convolvulus arvensis L., 1753*	Liseron des haies, Vrillée
Cornaceae	*Cornus sanguinea L., 1753*	Cornouiller sanguin, Sanguine
Fabaceae	*Coronilla varia L., 1753*	Coronille changeante
Asteraceae	*Cota tinctoria (L.) J.Gay ex Guss., 1844*	Anthémis des teinturiers, Cota des teinturiers
Rosaceae	*Crataegus monogyna Jacq., 1775*	Aubépine à un style, Épine noire, Bois de mai
Asteraceae	*Crepis sancta (L.) Bornm., 1913*	Crépide de Nîmes
Cupressaceae	*Cupressus sempervirens L., 1753*	Cyprès d'Italie, Cyprès de Montpellier
Rosaceae	*Cydonia oblonga Mill., 1768*	Cognassier commun
Poaceae	*Dactylis glomerata L., 1753*	Dactyle aggloméré, Pied-de-poule
Brassicaceae	*Diplotaxis tenuifolia (L.) DC., 1821*	Diplotaxe vulgaire, Roquette jaune
Caprifoliaceae	*Dipsacus fullonum L., 1753*	Cabaret des oiseaux, Cardère à foulon, Cardère sauvage
Fabaceae	*Dorycnium rectum (L.) Ser., 1825*	Dorycnium dréssé, Dorycnie dressée
Boraginaceae	*Echium vulgare L., 1753*	Vipérine commune, Vipérine vulgaire
Poaceae	*Elytrigia campestris (Godr. & Gren.) Kerguélen ex Carreras, 1986*	Chiendent des champs
Equisetaceae	*Equisetum ramosissimum Desf., 1799*	Prêle très rameuse, Prêle rameuse
Euphorbiaceae	*Euphorbia helioscopia L., 1753*	Euphorbe réveil matin, Herbe aux verrues

Famille	Nom latin	Nom vernaculaire
Euphorbiaceae	*Euphorbia peplus L., 1753*	Euphorbe omblette, Essule ronde
Moraceae	*Ficus carica L., 1753*	Figuier d'Europe
Oleaceae	*Forsythia x intermedia Zabel, 1885*	Forsythia de Paris
Rubiaceae	*Galium aparine L., 1753*	Gaillet gratteron, Herbe collante
Geraniaceae	*Geranium rotundifolium L., 1753*	Géranium à feuilles rondes, Mauvette
Araliaceae	*Hedera helix L., 1753*	Lierre grimpant, Herbe de saint Jean
Asteraceae	*Helminthotheca echioides (L.) Holub, 1973*	Picride fausse Vipérine
Poaceae	*Hordeum murinum L., 1753*	Orge sauvage, Orge Queue-de-rat
Iridaceae	*Iris germanica L., 1753*	Iris d'Allemagne
Juglandaceae	*Juglans regia L., 1753*	Noyer royal
Asteraceae	*Lactuca serriola L., 1756*	Laitue scariole, Escarole
Lamiaceae	*Lamium amplexicaule L., 1753*	Lamier embrassant
Brassicaceae	*Lepidium draba L., 1753*	Passerage drave , Pain-blanc
Oleaceae	*Ligustrum lucidum W.T.Aiton, 1810*	Troène luisant
Poaceae	*Lolium perenne L., 1753*	Ivraie vivace
Fabaceae	*Lotus corniculatus L., 1753*	Lotier corniculé, Pied de poule, Sabot-de-la-mariée
Primulaceae	*Lysimachia arvensis (L.) U.Manns & Anderb., 2009*	Mouron rouge, Fausse Morgeline
Malvaceae	*Malva sylvestris L., 1753*	Mauve sauvage, Mauve sylvestre, Grande mauve
Fabaceae	*Medicago sativa L. subsp. sativa*	Luzerne cultivée
Fabaceae	*Medicago sativa L., 1753*	Luzerne cultivée
Poaceae	*Melica ciliata L., 1753*	Mélique ciliée
Oleaceae	*Olea europaea L., 1753*	Olivier d'Europe
Poaceae	*Oloptum miliaceum (L.) Röser & Hamasha, 2012*	Piptathère faux Millet
Oxalidaceae	*Oxalis articulata Savigny, 1798*	Oxalis articulé
Papaveraceae	*Papaver dubium L., 1753*	Pavot douteux
Urticaceae	*Parietaria judaica L., 1756*	Pariétaire des murs, Pariétaire de Judée, Pariétaire diffuse
Poaceae	*Phalaris arundinacea L., 1753*	Baldingère faux-roseau, Fromenteau
Poaceae	*Phragmites australis (Cav.) Trin. ex Steud., 1840*	Roseau
Plantaginaceae	*Plantago lanceolata L., 1753*	Plantain lancéolé, Herbe aux cinq coutures
Platanaceae	*Platanus x hispanica Mill. ex Münchh., 1770*	Platane à feuilles d'érable
Poaceae	*Poa trivialis L., 1753*	Pâturin commun, Gazon d'Angleterre
Polygonaceae	*Polygonum aviculare L., 1753*	Renouée des oiseaux, Renouée Traînasse
Salicaceae	*Populus alba L., 1753*	Peuplier blanc
Salicaceae	*Populus nigra var. italica Münchh., 1770*	Peuplier noir d'Italie
Portulacaceae	*Portulaca oleracea L., 1753*	Pourpier potager
Rosaceae	*Potentilla reptans L., 1753*	Potentille rampante, Quintefeuille
Rosaceae	*Poterium sanguisorba L., 1753*	Pimprenelle à fruits réticulés
Rosaceae	*Prunus avium (L.) L., 1755*	Prunier merisier
Rosaceae	*Prunus laurocerasus L., 1753*	Laurier-cerise, Laurier-palme
Rosaceae	*Pyracantha coccinea M.Roem., 1847*	Buisson ardent
Fagaceae	*Quercus ilex L., 1753*	Chêne vert
Fagaceae	*Quercus pubescens Willd., 1805*	Chêne pubescent
Ranunculaceae	*Ranunculus acris L., 1753*	Bouton d'or, Pied-de-coq
Rubiaceae	*Rubia peregrina L., 1753*	Garance voyageuse, Petite garance

Famille	Nom latin	Nom vernaculaire
Rosaceae	*Rubus ulmifolius Schott, 1818*	Rosier à feuilles d'orme, Ronce à feuilles d'Orme
Caprifoliaceae	*Scabiosa atropurpurea L., 1753*	Scabieuse pourpre foncé, Scabieuse des jardins
Caprifoliaceae	*Scabiosa atropurpurea var. maritima (L.) Fiori, 1903*	Scabieuse maritime
Poaceae	*Schedonorus arundinaceus (Schreb.) Dumort., 1824*	Fétuque Roseau
Cyperaceae	*Scirpoides holoschoenus (L.) Soják, 1972*	Scirpe-jonc
Asteraceae	*Sonchus asper (L.) Hill, 1769*	Laiteron épineux
Asteraceae	*Sonchus oleraceus L., 1753*	Laiteron potager, Laiteron lisse
Poaceae	*Sorghum halepense (L.) Pers., 1805*	Sorgho d'Alep, Herbe de Cuba
Fabaceae	*Spartium junceum L., 1753*	Genêt d'Espagne, Spartier à tiges de jonc
Apiaceae	*Torilis nodosa (L.) Gaertn., 1788*	Torilis à fleurs glomérulées, Torilis noueuse
Asteraceae	*Tragopogon pratensis L., 1753*	Salsifis des prés
Fabaceae	*Trifolium pratense L., 1753*	Trèfle des prés, Trèfle violet
Fabaceae	*Trifolium repens L., 1753*	Trèfle rampant, Trèfle blanc, Trèfle de Hollande
Ulmaceae	*Ulmus minor Mill., 1768*	Petit orme, Orme cilié
Scrophulariaceae	*Verbascum sinuatum L., 1753*	Molène sinuée
Verbenaceae	*Verbena officinalis L., 1753*	Verveine officinale
Fabaceae	*Vicia cracca L., 1753*	Vesce cracca, Jarosse

Annexe 4 Relevé relatif aux invertébrés

Relevé effectué par Marine PEZIN, Julien FLEUREAU et Emma VALADAS les 2, 4 avril et 20 juillet 2020.

Ordre	Famille	Espèce	02/04/2020	06/04/2020	20/07/2020	Statuts de protection	Enjeu Zone d'Étude	Liste rouge mondiale	Liste rouge européenne	Liste rouge nationale	Liste rouge PACA
Coleoptera	Lampyridae	*Lamprohiza mulsantii (Kiesenwetter, 1850)*		✓			Très faible				
Hemiptera	Cicadidae	**Cigale grise (la)** *Cicada orni Linnaeus, 1758*			✓		Très faible				
Lepidoptera	Hesperiidae	**Tacheté austral (Le)** *Pyrgus malvoides (Elwes & Edwards, 1897)*			✓		Très faible	LC	LC	LC	LC
	Lycaenidae	**Azuré de la Bugrane (L')** *Polyommatus icarus (Rottemburg, 1775)*			✓		Très faible		LC	LC	LC
		Azuré des Nerpruns (L') *Celastrina argiolus (Linnaeus, 1758)*			✓		Très faible		LC	LC	LC
	Papilionidae	**Diane (La)** *Zerynthia polyxena (Denis & Schiffermüller, 1775)*	✓			CDH4 IBE2 NI2	Modéré		LC	LC	LC
	Pieridae	**Souci (Le)** *Colias crocea (Geoffroy in Fourcroy, 1785)*			✓		Très faible		LC	LC	LC
Mantodea	Mantidae	**Mante religieuse** *Mantis religiosa (Linnaeus, 1758)*			✓		Très faible	LC			
Odonata	Lestidae	**Leste brun** *Sympecma fusca (Vander Linden, 1820)*	✓				Très faible	LC	LC	LC	LC
Orthoptera	Acrididae	**Caloptène italien** *Calliptamus italicus (Linnaeus, 1758)*			✓		Très faible		LC		LC
		Criquet des mouillères *Euchorthippus declivus (Brisout de Barneville, 1848)*			✓		Très faible	LC	LC		LC
		Criquet duettiste *Chorthippus brunneus (Thunberg, 1815)*			✓		Très faible	LC	LC		LC
		Criquet pansu *Pezotettix giornae (Rossi, 1794)*			✓		Très faible		LC		LC
	Tettigoniidae	**Conocéphale bigarré** *Conocephalus fuscus (Fabricius, 1793)*			✓		Très faible	LC	LC		LC
		Decticelle carroyée *Tessellana tessellata (Charpentier, 1825)*			✓		Très faible		LC		LC
		Decticelle des sables *Platycleis sabulosa Azam, 1901*			✓		Faible		LC		LC
Araneae	Araneidae	**Épeire frelon** *Argiope bruennichi (Scopoli, 1772)*			✓		Très faible				

Annexe 5 Relevé relatif aux amphibiens

Relevé effectué par Marine PEZIN le 02/04/2020 et complété par Julien FLEUREAU le 15/06/2020.

Nom vernaculaire	Espèce	Statut protection français 19 novembre 2007	Convention de Berne	Directive Habitats 92/43/CE	Liste rouge France	Liste rouge PACA
Triton palmé	*Lissotriton helveticus helveticus*	PN3	BE3	-	LC	NT
Rainette méridionale	*Hyla meridionalis*	PN2	BE2	DH4	LC	LC

Protection Nationale	19 novembre 2007
PN2	Article 2 : Protection stricte : espèce + habitat
PN3	Article 3 : Protection de l'espèce

Convention de Berne	
BE2	Espèces strictement protégées sur l'ensemble du territoire des pays signataires
BE3	Espèces protégées sur l'ensemble du territoire des pays signataires

Directive Habitats	
DH2	Espèces d'intérêt communautaire strictement protégées sur l'ensemble du territoire européen dont la conservation nécessite la désignation de Zones Spéciales de Conservation (habitats d'espèces)
DH4	Espèces d'intérêt communautaire strictement protégées sur l'ensemble du territoire européen
DH5	Espèces d'intérêt communautaire dont le prélèvement dans la nature et l'exploitation sont susceptibles de faire l'objet de mesures de gestion

Liste rouge France	**(IUCN)**
CR	En danger critique d'extinction
EN	En danger
VU	Vulnérable
NT	Quasi menacée (espèces proches du seuil des espèces menacées ou qui pourraient être menacées si des mesures de conservation spécifiques n'étaient pas prises)
LC	Préoccupation mineure (espèce pour laquelle le risque de disparition de France est faible)
DD	Données insuffisantes (espèce pour laquelle l'évaluation n'a pu être réalisée faute de données suffisantes)
NA	Non applicable (espèce non soumise car : (a) introduite dans la période récente ou (b) présente en France uniquement de manière occasionnelle)

Annexe 6 Relevé relatif aux reptiles

Relevé effectué par Marine PEZIN le 02/04/2020 et par Bérénice GIVORD-COUPEAU le 23/06/2020.

Nom vernaculaire	Espèce	Statut protection français 19 novembre 2007	Convention de Berne	Directive Habitats 92/43/CE	Liste rouge France	Liste rouge PACA
Tarente de Maurétanie	*Tarentola mauritanica mauritanica*	PN3	BE3	-	LC	LC
Orvet fragile	*Anguis fragilis*	PN3	BE3	-	LC	DD
Lézard des murailles	*Podarcis muralis*	PN2	BE2	DH4	LC	LC
Couleuvre d'Esculape	*Zamenis longissimus*	PN2	BE2	DH4	LC	LC

Protection Nationale	19 novembre 2007
PN2	Article 2 : Protection stricte de l'espèce et de son habitat
PN3	Article 3 : Protection stricte de l'espèce
PN4	Article 4 : Protection partielle de l'espèce
Convention de Berne	
BE2	Espèces strictement protégées sur l'ensemble du territoire des pays signataires
BE3	Espèces protégées sur l'ensemble du territoire des pays signataires
Directive Habitats	
DH2	Espèces d'intérêt communautaire dont la conservation nécessite la désignation de Zones Spéciales de Conservation (habitats d'espèces)
DH4	Espèces d'intérêt communautaire strictement protégées sur l'ensemble du territoire européen

Liste rouge France	**(IUCN)**	
CR	En danger critique d'extinction	Espèces menacées
EN	En danger	
VU	Vulnérable	
NT	Quasi menacée (espèces proches du seuil des espèces menacées ou qui pourraient être menacées si des mesures de conservation spécifiques n'étaient pas prises)	
LC	Préoccupation mineure (espèce pour laquelle le risque de disparition de France est faible)	
DD	Données insuffisantes (espèce pour laquelle l'évaluation n'a pu être réalisée faute de données suffisantes)	
NA	Non applicable (espèce non soumise car : (a) introduite dans la période récente ou (b) présente en France uniquement de manière occasionnelle)	

Annexe 7 Relevé relatif aux oiseaux

Relevé effectué par Julien FLEUREAU les 06/04/2020 et 15/06/2020.

Espèce	02/04/2020	06/04/2020	19/05/2020	20/05/2020	15/06/2020	Statuts de protection	Statut biologique au sein de la zone d' étude	Enjeu Zone d'Étude	Liste rouge mondiale	Liste rouge européenne	Liste rouge nationale nicheur	Liste rouge PACA nicheur
Faucon crécerellette *Falco naumanni Fleischer, 1818*					✓	IBE2 NO3 IBO2 CCA CDO1 NM IBO1	Alim	Modéré	LC	LC	VU	VU
Hibou petit-duc *Otus scops (Linnaeus, 1758)*	✓	✓	✓		✓	IBE2 NO3 CCA	Nalim	Modéré	LC	LC	LC	LC
Rollier d'Europe *Coracias garrulus Linnaeus, 1758*					✓	IBE2 NO3 IBO2 CDO1	Nalim	Modéré	NT	LC	NT	NT
Chouette chevêche *Athene noctua (Scopoli, 1769)*			✓			IBE2 NO3 CCA	Nalim	Faible	LC	LC	LC	NT
Épervier d'Europe *Accipiter nisus (Linnaeus, 1758)*		✓				NO3 IBE3 IBO2 CCA NO6	Nalim	Faible	LC	LC	LC	LC
Hibou moyen-duc *Asio otus (Linnaeus, 1758)*	✓	✓				IBE2 NO3 CCA	Nalim	Faible	LC	LC	LC	LC
Hirondelle rustique *Hirundo rustica Linnaeus, 1758*		✓			✓	IBE2 NO3	Nc	Faible	LC	LC	NT	NT
Huppe fasciée *Upupa epops Linnaeus, 1758*				✓		NO3 IBE3	Nalim	Faible	LC	LC	LC	LC
Milan noir *Milvus migrans (Boddaert, 1783)*		✓				NO3 IBE3 IBO2 CCA CDO1	Nalim	Faible	LC	LC	LC	LC
Moineau friquet *Passer montanus (Linnaeus, 1758)*					✓	NO3 IBE3	Nalim	Faible	LC	LC	EN	EN
Vautour percnoptère *Neophron percnopterus (Linnaeus, 1758)*					✓	NO3 IBE3 IBO2 CCA CDO1 IBO1	Tra	Faible	EN	EN	EN	CR
Bruant jaune *Emberiza citrinella Linnaeus, 1758*		✓				IBE2 NO3	Migr	Très faible	LC	LC	VU	VU
Bruant zizi *Emberiza cirlus Linnaeus, 1758*					✓	IBE2 NO3	Npo	Très faible	LC	LC	LC	LC
Chardonneret élégant *Carduelis carduelis (Linnaeus, 1758)*		✓			✓	IBE2 NO3	Npr	Très faible	LC	LC	VU	LC
Choucas des tours *Corvus monedula Linnaeus, 1758*		✓				NO3 CDO22	Nalim/Tra	Très faible	LC	LC	LC	LC
Corneille noire *Corvus corone Linnaeus, 1758*		✓				IBE3 CDO22	Nalim/Tra	Très faible	LC	LC	LC	VU
Étourneau sansonnet *Sturnus vulgaris Linnaeus, 1758*		✓				CDO22	Npo	Très faible	LC	LC	LC	LC
Fauvette à tête noire *Sylvia atricapilla (Linnaeus, 1758)*		✓			✓	IBE2 NO3	Npr	Très faible	LC	LC	LC	LC
Fauvette mélanocéphale *Sylvia melanocephala (Gmelin, 1789)*					✓	IBE2 NO3	Npo	Très faible	LC	LC	NT	LC

Espèce	02/04/2020	06/04/2020	19/05/2020	20/05/2020	15/06/2020	Statuts de protection	Statut biologique au sein de la zone d' étude	Enjeu Zone d'Étude	Liste rouge mondiale	Liste rouge européenne	Liste rouge nationale nicheur	Liste rouge PACA nicheur
Goéland leucophée *Larus michahellis Naumann, 1840*					✓	NO3 IBE3	Tra	Très faible	LC	LC	LC	LC
Grimpereau des jardins *Certhia brachydactyla C.L. Brehm, 1820*		✓				NO3 IBE3	Npo	Très faible	LC	LC	LC	LC
Héron cendré *Ardea cinerea Linnaeus, 1758*					✓	NO3 IBE3 IBOAE	Tra/Nalim	Très faible	LC	LC	LC	LC
Hirondelle de fenêtre *Delichon urbicum (Linnaeus, 1758)*		✓			✓	IBE2 NO3	Nalim	Très faible	LC	LC	NT	LC
Martinet noir *Apus apus (Linnaeus, 1758)*					✓	NO3 IBE3	Nalim	Très faible	LC	LC	NT	NT
Merle noir *Turdus merula Linnaeus, 1758*		✓				IBE3 OC3 CDO22	Npr	Très faible	LC	LC	LC	LC
Mésange bleue *Cyanistes caeruleus (Linnaeus, 1758)*					✓	IBE2 NO3	Npr	Très faible	LC	LC	LC	LC
Mésange charbonnière *Parus major Linnaeus, 1758*		✓				IBE2 NO3	Npr	Très faible	LC	LC	LC	LC
Moineau domestique *Passer domesticus (Linnaeus, 1758)*		✓			✓	NO3	Npr	Très faible	LC	LC	LC	LC
Pic vert *Picus viridis Linnaeus, 1758*		✓				IBE2 NO3	Npo	Très faible	LC	LC	LC	LC
Pie bavarde *Pica pica (Linnaeus, 1758)*		✓			✓	CDO22	Npr	Très faible	LC	LC	LC	LC
Pipit des arbres *Anthus trivialis (Linnaeus, 1758)*		✓				IBE2 NO3	Migr	Très faible	LC	LC	LC	LC
Rossignol philomèle *Luscinia megarhynchos C. L. Brehm, 1831*					✓	IBE2 NO3 IBO2	Npr	Très faible	LC	LC	LC	NT
Rougegorge familier *Erithacus rubecula (Linnaeus, 1758)*		✓				IBE2 NO3 IBO2	Npr	Très faible	LC	LC	LC	LC
Rougequeue noir *Phoenicurus ochruros (S. G. Gmelin, 1774)*		✓			✓	IBE2 NO3 IBO2	Nc	Très faible	LC	LC	LC	LC
Tourterelle turque *Streptopelia decaocto (Frivaldszky, 1838)*		✓				IBE3 OC3 CDO22	Npo	Très faible	LC	LC	LC	LC
Verdier d'Europe *Chloris chloris (Linnaeus, 1758)*		✓				IBE2 NO3	Npo	Très faible	LC	LC	VU	VU

Légende

Observation

Effectifs : **X** = quelques (inférieur à 10 individus ou 5 couples), **XX** = nombreux (supérieurs à 10 individus ou 5 couples), **Cple** = couple(s), **M** = male(s), **F** = femelle(s), **Juv** = Juvénile(s), **Fam** = famille(s), **Cht** = chant, **Ind** = individu(s)

Statut de protection

CCA : Application de la Convention CITES (Convention de Washington) au sein de l'Union européenne - Annexe A

CDO1 : Directive 79/409/CEE (Directive européenne dite Directive Oiseaux) - Annexe I

CDO22 : Directive 79/409/CEE (Directive européenne dite Directive Oiseaux) - Annexe II/2

IBE2 : Convention relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel de l'Europe (Convention de Berne) - Annexe II

IBE3 : Convention relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel de l'Europe (Convention de Berne) - Annexe III
I**BOAE** : Convention sur la conservation des espèces migratrices appartenant à la faune sauvage (CMS - Convention de Bonn) - Accord AEWA [1999]

IBO1 : Convention sur la conservation des espèces migratrices appartenant à la faune sauvage (CMS - Convention de Bonn) - Annexe I

IBO2 : Convention sur la conservation des espèces migratrices appartenant à la faune sauvage (CMS - Convention de Bonn) - Annexe II
NM : Liste des espèces de vertébrés protégées menacées d'extinction en France et dont l'aire de répartition excède le territoire d'un département - Article 1er

NO3 : Liste des oiseaux protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection - Article 3

NO6 : Liste des oiseaux protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection - Article 6

OC3 : Protection et commercialisation de certaines espèces d'oiseaux sur le territoire français national - Article 3

Statut biologique

Npo : Nicheur possible
Npr : Nicheur probable
Nc : Nicheur certain
Nalim : Nicheur hors de la zone d'étude exploitée pour l'alimentation
Migr : Migrateur (total ou partiel)
Hiv : Hivernant
Est : Estivant
Tra : En transit
Err : Erratique
Sed : Sédentaire

Nicheur possible

1. Espèce observée durant la saison de reproduction dans un habitat favorable à la nidification.
2. Mâle chanteur (ou cris de nidification) en période de reproduction.

Nicheur probable

3. Couple observé dans un habitat favorable durant la saison de reproduction.
4. Territoire permanent présumé en fonction de l'observation de comportements territoriaux ou de l'observation à huit jours d'intervalle au moins d'un individu au même endroit.
5. Parades nuptiales.
6. Fréquentation d'un site de nid potentiel.
7. Signes ou cris d'inquiétude d'un individu adulte.
8. Plaque incubatrice sur un oiseau tenu en main.
9. Construction d'un nid ou creusement d'une cavité.

Nicheur certain

10. Adulte feignant une blessure ou cherchant à détourner l'attention.
11. Nid utilisé récemment ou coquille vide (œuf pondu pendant l'enquête).
12. Jeunes fraîchement envolés (nidicoles) ou poussins (nidifuges).
13. Adultes entrant ou quittant un site de nid laissant supposer un nid occupé (incluant les nids situés trop haut ou les cavités et nichoirs dont le contenu n'a pas pu être examiné) ou adulte en train de couver.
14. Adulte transportant des sacs fécaux ou de la nourriture pour les jeunes.
15. Nid avec œuf(s).
16. Nid avec jeune(s) (vu ou entendu).

Codes comportementaux et statuts de reproduction définis d'après l'EOAC (European Ornithological Atlas Committee).

Statut de conservation

Listes rouges Europe, UE 27, France, PACA	
RE	Disparue au niveau national, régional ou départemental
CR	En danger critique
EN	En danger
VU	Vulnérable
NT	Quasi menacée
LC	Préoccupation mineure
DD	Données insuffisantes
NA	Non applicable
NA[a]	Introduite
NA[b]	Occasionnelle ou marginale
NA[c]	Présente non significativement en hivernage ou de passage
NA[d]	Présente non significativement en hivernage ou de passage (données insuffisantes)
NE	Non évaluée

*w : évaluations basées sur les données hivernales

Sources : UICN France, MNHN, LPO, SEOF & ONCFS, 2016 ; BirdLife International, 2015 ; LPO PACA & CEN PACA, 2016

Annexe 8 Relevé relatif aux mammifères

Relevé effectué par Edouard RIBATTO les 19 mai 2020 et 13 juillet 2020.

Ordre	Famille	Nom français	Nom latin	Liste rouge France 2009	ELC
Erinaceomorpha	**Erinaceidae**	**Hérisson d'Europe**	*Erinaceus europaeus*	LC	Faible
Chiroptera	**Molosidae**	**Molosse de Cestoni**	*Tadarida teniotis*	LC	Faible
	Vespertilionidae	**Murin de Bechstein**	*Myotis bechsteinii*	VU	Très fort
		Grand murin	*Myotis myotis*	LC	Fort
		Petit murin	*Myotis blythii*	NT	Fort
		Pipistrelle pygmée	*Pipistrellus pygmaeus*	LC	Modéré
		Pipistrelle de Nathusius	*Pipistrellus nathusi*	NT	Modéré
		Noctule de Leisler	*Nyctalus leisleri*	NT	Modéré
		Murin cryptique	*Myotis crypticus*	DD	Modéré
		Sérotine commune	*Eptesicus serotinus*	LC	Modéré
		Murin de Daubenton	*Myotis daubentonii*	LC	Faible
		Pipistrelle de Kuhl	*Pipistrellus kuhlii*	LC	Faible
		Pipistrelle commune	*Pipistrellus pipistrellus*	LC	Faible
		Vespère de Savi	*Hypsugo savi*	LC	Faible
		Oreillard gris	*Plecotus austriacus*	LC	Faible
Rodentia	**Myoxidae**	**Loir gris**	*Glis glis*	LC	Faible

Protection Nationale	**PN** Arrêté du 23 avril 2007 (mod. Du 7 octobre 2012) fixant la liste des mammifères terrestres protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection
Directive Habitats	
DH2	Espèces d'intérêt communautaire dont la conservation nécessite la désignation de Zones Spéciales de Conservation (habitats d'espèces)
DH4	Espèces d'intérêt communautaire strictement protégées sur l'ensemble du territoire européen
DH5	Espèces d'intérêt communautaire dont le prélèvement dans la nature et l'exploitation sont susceptibles de faire l'objet de mesures de gestion

Liste rouge France	**(IUCN)**
CR	En danger critique d'extinction
EN	En danger
VU	Vulnérable
NT	Quasi menacée (espèces proches du seuil des espèces menacées ou qui pourraient être menacées si des mesures de conservation spécifiques n'étaient pas prises)
LC	Préoccupation mineure (espèce pour laquelle le risque de disparition de France est faible)
DD	Données insuffisantes (espèce pour laquelle l'évaluation n'a pu être réalisée faute de données suffisantes)
NA	Non applicable (espèce non soumise car : (a) introduite dans la période récente ou (b) présente en France uniquement de manière occasionnelle)

Espèces menacées

Annexe 9 Limites techniques et scientifiques liées à l'étude de la biodiversité

Etant donnée la grande diversité des milieux et l'importante richesse spécifique des groupes taxonomiques étudiés, il est très difficile, voire impossible, de réaliser un inventaire exhaustif de la zone d'étude à moins d'un effort considérable et encore. Il s'agit davantage d'une vision globale mais imprécise de la zone d'étude.

Le problème majeur de tous les protocoles d'inventaires ou de suivis d'espèces est la **détection**. En effet, la difficulté rencontrée lorsque l'on étudie la biodiversité sur le terrain est que les individus ou les espèces ne sont pas tous détectables avec la même facilité et ne sont donc pas nécessairement toutes détectés. Un grand nombre de facteurs vont influencer cette détection des espèces, par exemple :

-leur biologie, éthologie et écologie (rythme d'activité saisonnier (=phénologie) ou journalier (diurne/nocturne), localisation des zones plus ou moins denses en végétation, comportement cryptique, discrétion, taille, etc.),

-l'effet observateur potentiellement très fort (expérience relative, a priori sur les espèces et familiarité plus ou moins forte avec certaines, fatigue, temps de prospection réalisé, etc.),

-les conditions météorologiques (précipitations, température, vent, lune, etc.).

Nous noterons la présence de propriétés privés et clôturées ayant quelque peu limiter l'accès à certaines parties de la zone d'étude.

Concernant les zones humides, lors des prospections de terrain, les habitats cotés « p » au nord-est de la zone d'étude n'ont pas pu être sujet à l'expertise pédologique étant donné qu'un chantier de démolition avait lieu dans ce secteur. De plus, l'habitat « terre labouré nue » n'a également pas pu faire l'objet de cette expertise étant donné que le propriétaire n'a pas pu être contacté durant les prospections. Cependant, au regard des sondages pédologiques effectués dans la zone d'étude, la probabilité d'observer des sols hydromorphes dans ces secteurs non visités est jugée nulle.

Annexe 10Liste des espèces végétales exotiques envahissantes en PACA et Languedoc-Roussillon – Source INVMED

Famille	Nom du taxon	Nom(s) vernaculaire(s)	Statut	Statut	Statut	Statut
			PACA	LR	MED.	ALP.
Malvaceae	Abutilon theophrasti Medik., 1787	Abutilon d'Avicenne, Abutilon à pétales jaunes, Abutilon de Théophraste	Alerte	Alerte	Alerte	Absente
Fabaceae	Acacia baileyana F.Muell., 1888	Mimosa de Bailey	Alerte		Alerte	Absente
Fabaceae	Acacia dealbata Link, 1822	Mimosa argenté, Mimosa des fleuristes, Mimosa de Bormes	Majeure	Majeure	Majeure	Absente
Fabaceae	Acacia longifolia (Andrews) Willd., 1806	Acacia doré de Sydney, Mimosa chenille	Alerte		Alerte	Absente
Fabaceae	Acacia melanoxylon R.Br., 1813	Acacia à bois dur, Acacia à bois noir	Alerte		Alerte	Absente
Fabaceae	Acacia paradoxa DC.		Alerte		Alerte	Absente
Fabaceae	Acacia pycnantha Benth., 1842		Alerte		Alerte	Absente
Fabaceae	Acacia retinodes Schltdl., 1847	Mimosa résineux, Mimosa des quatre saisons	Alerte		Alerte	Absente
Fabaceae	Acacia saligna (Labill.) H.L.Wendl., 1820	Mimosa à feuilles de Saule	Alerte	Prévention	Alerte	Absente
Sapindaceae	Acer negundo L., 1753	Érable negundo, Érable frêne, Érable Négondo	Majeure	Majeure	Modérée	Alerte
Asteraceae	Achillea crithmifolia Waldst. & Kit., 1802	Achillée à feuilles de Crithme, Achillée à feuilles de Criste marine	Emergente		Emergente	Absente
Asteraceae	Achillea filipendulina Lam., 1783	Achillée à feuilles de Fougère	Alerte		Alerte	Alerte
Crassulaceae	Aeonium arboreum (L.) Webb & Berthel., 1840		Alerte	Prévention	Alerte	Absente
Crassulaceae	Aeonium haworthii Webb & Berthel., 1840	Aeonium de Haworth	Alerte		Alerte	Absente
Asparagaceae	Agave americana L., 1753	Agave d'Amérique	Modérée	Majeure	Modérée	Absente
Asparagaceae	Agave salmiana Otto, 1842		Alerte		Alerte	Absente
Simaroubaceae	Ailanthus altissima (Mill.) Swingle, 1916	Faux vernis du Japon, Ailante glanduleux, Ailante, Ailanthe	Majeure	Majeure	Majeure	Majeure
Lardizabalaceae	Akebia quinata Decne., 1839		Prévention	Emergente		
Betulaceae	Alnus cordata (Loisel.) Duby, 1828	Aulne cordé, Aulne à feuilles en cœur, Aulne de Corse, Aune cordiforme	Alerte		Alerte	Alerte
Asphodelaceae	Aloe arborescens Mill., 1768	Aloé arborescente, Aloé de Krantz, Aloé candélabre, Aloès Candélabre	Alerte		Alerte	Absente

Famille	Nom du taxon	Nom(s) vernaculaire(s)	Statut	Statut	Statut	Statut
			PACA	LR	MED.	ALP.
Asphodelaceae	Aloe maculata All., 1773		Alerte	Alerte	Alerte	Absente
Amaranthaceae	Alternanthera philoxeroides (Mart.) Griseb., 1879	Alligatorweed	Emergente	Absente	Emergente	Absente
Amaranthaceae	Amaranthus albus L., 1759	Amarante albus, Amarante blanche	Modérée		Modérée	Modérée
Amaranthaceae	Amaranthus hybridus L., 1753	Amarante hybride	Modérée		Modérée	Modérée
Amaranthaceae	Amaranthus retroflexus L., 1753	Amarante réfléchie, Amaranthe à racine rouge, Blé rouge	Modérée		Modérée	Modérée
Asteraceae	Ambrosia artemisiifolia L., 1753	Ambroise élevée, Ambroise à feuilles d'Armoise, Ambroisie annuelle	Majeure	Majeure	Majeure	Majeure
Asteraceae	Ambrosia psilostachya DC., 1836	Ambroisie à épis lisses	Emergente	Emergente	Emergente	Prévention
Asteraceae	Ambrosia tenuifolia Spreng., 1826	Ambroise à petites feuilles, Ambroisie à petites feuilles	Alerte	Emergente	Alerte	Absente
Asteraceae	Ambrosia trifida L., 1753	Ambroisie trifide	Alerte	Absente	Alerte	Prévention
Lythraceae	Ammannia coccinea Rottb., 1773	Ammannia écarlate	Alerte	Alerte	Alerte	Absente
Lythraceae	Ammannia robusta Heer & Regel, 1842		Alerte	Alerte	Alerte	Absente
Fabaceae	Amorpha fruticosa L., 1753	Indigo du Bush, Amorphe buissonnante	Majeure	Majeure	Majeure	Absente
Poaceae	Andropogon virginicus L., 1753		Prévention		Prévention	Prévention
Aizoaceae	Aptenia cordifolia (L.f.) Schwantes, 1928	Ficoide glaciale, Baby sun rose, Ficoïde à feuilles en coeur	Alerte	Alerte	Alerte	Absente
Apocynaceae	Araujia sericifera Brot., 1818	Araujia	Alerte	Emergente	Alerte	Absente
Asteraceae	Arctotheca calendula (L.) Levyns, 1942	Arctothèque souci	Emergente		Emergente	Absente
Aristolochiaceae	Aristolochia altissima Desf., 1799		Alerte		Alerte	Absente
Asteraceae	Artemisia annua L., 1753	Armoise annuelle	Modérée		Modérée	Prévention
Asteraceae	Artemisia verlotiorum Lamotte, 1876	Armoise des Frères Verlot, Armoise de Chine	Majeure	Majeure	Majeure	Majeure
Apocynaceae	Asclepias syriaca L., 1753	Herbe à la ouate, Herbe aux perruches	Alerte		Alerte	Alerte
Amaranthaceae	Atriplex halimus L., 1753	Halime, Arroche halime	Modérée		Modérée	Absente
Amaranthaceae	Atriplex hortensis L., 1753	Arroche des jardins, Bonne-Dame	Alerte		Alerte	Alerte
Salviniaceae	Azolla filiculoides Lam., 1783	Azolla fausse-fougère, Fougère d'eau	Modérée	Emergente	Modérée	Absente
Asteraceae	Baccharis halimifolia L., 1753	Séneçon en arbre, Baccharis à feuilles d'Halimione	Majeure	Emergente	Majeure	Absente

Famille	Nom du taxon	Nom(s) vernaculaire(s)	Statut	Statut	Statut	Statut
			PACA	LR	MED.	ALP.
Brassicaceae	Berteroa incana (L.) DC., 1821	Alysson blanc, Alysse blanche	Modérée		Pas envahissante	Modérée
Asteraceae	Bidens connata Muhlenb. ex Willd., 1803	Bident à feuilles connées, Bident soudé	Alerte	Prévention	Alerte	Absente
Asteraceae	Bidens frondosa L., 1753	Bident feuillé, Bident à fruits noirs, Bident feuillu	Majeure	Modérée	Majeure	Absente
Asteraceae	Bidens subalternans DC., 1836	Bident à folioles subalternes	Emergente	Modérée	Emergente	Absente
Poaceae	Bothriochloa barbinodis (Lag.) Herter, 1940	Barbon Andropogon	Alerte	Majeure	Emergente	Absente
Poaceae	Bromus catharticus Vahl, 1791	Brome faux Uniola, Brome purgatif	Modérée		Modérée	Modérée
Poaceae	Bromus inermis Leyss., 1761	Brome sans arêtes	Emergente		Emergente	Majeure
Moraceae	Broussonetia papyrifera (L.) Vent., 1799	Mûrier à papier, Broussonétia à papier	Alerte	Alerte	Alerte	Absente
Scrophulariaceae	Buddleja davidii Franch., 1887	Buddleja du père David, Arbre à papillon, Arbre aux papillons	Majeure	Majeure	Majeure	Majeure
Brassicaceae	Bunias orientalis L., 1753	Bunias d'Orient, Roquette d'Orient	Modérée	Alerte	Alerte	Modérée
Cabombaceae	Cabomba caroliniana A.Gray, 1848		Prévention	Prévention	Prévention	Prévention
Aizoaceae	Carpobrotus acinaciformis (L.) L.Bolus, 1927	Ficoïde à feuilles en sabre, Griffe de sorcière	Majeure	Emergente	Majeure	Absente
Aizoaceae	Carpobrotus acinaciformis x Carpobrotus edulis		Majeure	Majeure	Majeure	Absente
Aizoaceae	Carpobrotus edulis (L.) N.E.Br., 1926	Ficoide doux, Griffe de sorcière, Figuier des Hottentots	Majeure	Emergente	Majeure	Absente
Pinaceae	Cedrus atlantica (Manetti ex Endl.) Carrière, 1855	Cèdre de l'Atlas	Modérée		Modérée	Alerte
Poaceae	Cenchrus longispinus (Hack.) Fernald, 1943	Cenchrus	Alerte		Alerte	Absente
Poaceae	Cenchrus setaceus (Forssk.) Morrone, 2010		Alerte	Emergente	Alerte	Prévention
Poaceae	Cenchrus spinifex Cav., 1799	Cenchrus	Prévention		Prévention	Absente
Asteraceae	Centaurea diffusa Lam., 1785	Centaurée diffuse	Alerte		Alerte	Absente
Iridaceae	Chasmanthe aethiopica (L.) N.E.Br., 1932		Alerte		Alerte	Absente
Iridaceae	Chasmanthe bicolor (Gasp. ex Ten.) N.E.Br., 1932		Alerte		Alerte	Absente
Iridaceae	Chasmanthe floribunda (Salisb.) N.E.Br., 1932		Alerte		Alerte	Absente

Famille	Nom du taxon	Nom(s) vernaculaire(s)	Statut	Statut	Statut	Statut
			PACA	LR	MED.	ALP.
Amaranthaceae	Chenopodium ambrosioides L., 1753	Chénopode fausse Ambroisie	Modérée	Modérée	Modérée	Absente
Asteraceae	Chrysanthemoides monilifera (L.) Norl., 1943	Faux Chrysanthème	Alerte	Prévention	Alerte	Absente
Commelinaceae	Commelina communis L., 1753	Misère asiatique, Comméline commune	Alerte		Alerte	Absente
Convolvulaceae	Convolvulus sabatius Viv.		Alerte		Alerte	Absente
Asteraceae	Conyza bonariensis (L.) Cronquist, 1943	Érigéron crépu	Modérée		Modérée	Modérée
Asteraceae	Conyza canadensis (L.) Cronquist, 1943	Conyze du Canada	Modérée		Modérée	Modérée
Poaceae	Cortaderia selloana (Schult. & Schult.f.) Asch. & Graebn., 1900	Herbe de la Pampa, Roseau à plumes	Majeure	Majeure	Majeure	Absente
Rosaceae	Cotoneaster franchetii Bois, 1902	Cotonéaster de Franchet	Alerte		Alerte	Prévention
Rosaceae	Cotoneaster frigidus Wall. ex Lindl., 1829	Cotonéaster	Alerte		Alerte	Absente
Rosaceae	Cotoneaster horizontalis Decne., 1879	Cotonéaster horizontal	Alerte	Alerte	Alerte	Prévention
Rosaceae	Cotoneaster lacteus W.W.Sm., 1917	Cotonéaster	Alerte		Alerte	Absente
Rosaceae	Cotoneaster simonsii Baker, 1869	Cotonéaster de Simons	Alerte		Alerte	Absente
Asteraceae	Cotula coronopifolia L., 1753	Cotule Pied-de-corbeau, Corne de cerf	Prévention		Prévention	Prévention
Crassulaceae	Cotyledon orbiculata L., 1753	Nombril de venus, Oreille-de-cochon	Alerte		Alerte	Absente
Crassulaceae	Crassula helmsii (Kirk) Cockayne, 1907	Orpin de Helms, Crassule	Prévention		Prévention	Prévention
Asteraceae	Crepis bursifolia L., 1753	Crépide à feuilles de capselle	Modérée		Modérée	Prévention
Convolvulaceae	Cuscuta scandens Brot., 1804	Cuscute volubile, Cuscute du Bident	Prévention		Prévention	Prévention
Cyperaceae	Cyperus difformis L., 1756	Souchet difforme	Alerte	Alerte	Alerte	Absente
Cyperaceae	Cyperus eragrostis Lam., 1791	Souchet vigoureux, Souchet robuste	Majeure	Modérée	Majeure	Absente
Cyperaceae	Cyperus glomeratus L., 1756	Souchet aggloméré	Alerte	Alerte	Alerte	Absente
Cyperaceae	Cyperus reflexus Vahl, 1805	Souchet réfléchi	Alerte		Alerte	Absente
Dryopteridaceae	Cyrtomium falcatum (L.f.) C.Presl, 1836	Fougère-houx	Alerte		Alerte	Absente
Fabaceae	Cytisus striatus (Hill) Rothm., 1944	Genêt strié, Cytise strié	Alerte		Alerte	Alerte
Poaceae	Dasypyrum villosum (L.) P.Candargy, 1901	Mosquitograss	Emergente		Alerte	Absente
Solanaceae	Datura inoxia Mill., 1768	Stramoine à grandes fleurs	Alerte		Alerte	Alerte

Famille	Nom du taxon	Nom(s) vernaculaire(s)	Statut	Statut	Statut	Statut
			PACA	LR	MED.	ALP.
Solanaceae	Datura stramonium L., 1753	Stramoine, Herbe à la taupe, Datura officinale	Modérée	Modérée	Modérée	Modérée
Solanaceae	Datura wrightii Regel, 1859		Alerte		Alerte	Absente
Asteraceae	Delairea odorata Lem., 1844	Lierre d'Allemagne	Emergente	Alerte	Emergente	Absente
Ebenaceae	Diospyros lotus L., 1753	Plaqueminier d'Europe, Plaqueminier d'Italie	Alerte		Alerte	Absente
Rosaceae	Duchesnea indica (Andrews) Focke, 1888	Fraisier de Duchesne, Fraisier d'Inde	Emergente		Alerte	Absente
Amaranthaceae	Dysphania pumilio (R.Br.) Mosyakin & Clemants, 2002	Chénopode couché	Alerte		Alerte	Absente
Asteraceae	Eclipta prostrata (L.) L., 1771	Éclipte blanche	Alerte		Alerte	Absente
Hydrocharitaceae	Egeria densa Planch., 1849	Égéria, Élodée dense	Emergente	Emergente	Emergente	Prévention
Poaceae	Ehrharta erecta Lam.		Alerte		Alerte	Absente
Pontederiaceae	Eichhornia crassipes (Mart.) Solms, 1883	Jacinthe d'eau	Alerte	Alerte	Alerte	Absente
Elaeagnaceae	Elaeagnus angustifolia L., 1753	Olivier de bohème, Arbre d'argent, Arbre de paradis	Emergente	Majeure	Emergente	Absente
Poaceae	Eleusine indica (L.) Gaertn., 1788	Éleusine des Indes	Alerte		Alerte	Absente
Asparagaceae	Elide asparagoides (L.) Kerguélen, 1993	Florists'-smilax	Emergente	Prévention	Emergente	Absente
Hydrocharitaceae	Elodea canadensis Michx., 1803	Élodée du Canada	Emergente	Emergente	Emergente	Emergente
Hydrocharitaceae	Elodea nuttalii (Planch.) H.St.John, 1920	Élodée à feuilles étroites, Élodée de Nuttall	Emergente	Emergente	Emergente	Prévention
Poaceae	Eragrostis pectinacea (Michx.) Nees, 1841	Éragrostis en peigne, Éragrostide en peigne	Alerte		Alerte	Absente
Poaceae	Eragrostis virescens C.Presl, 1830	Éragrostide verdissante	Alerte		Alerte	Absente
Asteraceae	Erigeron annuus (L.) Desf., 1804	Vergerette annuelle, Érigéron annuel	Modérée		Modérée	Modérée
Asteraceae	Erigeron floribundus (Kunth) Sch.Bip., 1865	Vergerette à fleurs nombreuses	Alerte		Alerte	Absente
Asteraceae	Erigeron karvinskianus DC., 1836	Vergerette de Karvinski	Emergente	Emergente	Emergente	Prévention
Asteraceae	Erigeron sumatrensis Retz., 1810	Vergerette de Barcelone	Modérée		Modérée	Modérée
Myrtaceae	Eucalyptus camaldulensis Dehnh., 1832	Gommier des rivières	Alerte	Alerte	Alerte	Absente
Myrtaceae	Eucalyptus globulus Labill., 1800	Eucalyptus, Gommier bleu	Alerte		Alerte	Absente
Celastraceae	Euonymus japonicus L.f., 1780	Fusain du Japon	Alerte	Alerte	Alerte	Absente
Euphorbiaceae	Euphorbia davidii R.Subils, 1984		Modérée		Modérée	Prévention

Famille	Nom du taxon	Nom(s) vernaculaire(s)	Statut	Statut	Statut	Statut
			PACA	LR	MED.	ALP.
Euphorbiaceae	Euphorbia glyptosperma Engelm., 1859	Euphorbe à graines entaillées	Modérée		Modérée	Modérée
Euphorbiaceae	Euphorbia humifusa Willd. ex Schltdl., 1813	Euphorbe couchée	Modérée		Modérée	Modérée
Euphorbiaceae	Euphorbia maculata L., 1753	Euphorbe de Jovet, Euphorbe maculée	Modérée		Modérée	Modérée
Euphorbiaceae	Euphorbia prostrata Aiton, 1789	Euphorbe prostrée	Modérée		Modérée	Modérée
Euphorbiaceae	Euphorbia serpens Kunth, 1817	Euphorbe rampante	Modérée		Modérée	Modérée
Polygonaceae	Fallopia aubertii (L.Henry) Holub, 1971	Renouée de Chine, Renouée de Boukhara	Emergente		Emergente	Prévention
Polygonaceae	Fallopia baldschuanica (Regel) Holub, 1971	Vrillée de Bal'dzhuan, Renouée	Emergente	Emergente	Emergente	Emergente
Iridaceae	Freesia alba (G.L.Mey.) Grumbleton		Emergente		Emergente	Absente
Fabaceae	Galega officinalis L., 1753	Lilas d'Espagne, Sainfoin d'Espagne, Rue de chèvre	Alerte	Alerte	Alerte	Absente
Asteraceae	Galinsoga parviflora Cav., 1795	Galinsoga à petites fleurs	Alerte		Alerte	Alerte
Asteraceae	Galinsoga quadriradiata Ruiz & Pav., 1798	Galinsoga cilié	Alerte		Alerte	Alerte
Onagraceae	Gaura lindheimeri Engelm. & A.Gray		Alerte		Alerte	Absente
Asteraceae	Gazania rigens (L.) Gaertn., 1791	Gazania, Gazanie	Alerte	Alerte	Alerte	Absente
Fabaceae	Gleditsia triacanthos L., 1753	Févier d'Amérique	Alerte	Majeure	Alerte	Absente
Fabaceae	Glycyrrhiza glabra L., 1753	Réglisse sauvage, Réglisse glabre	Alerte	Alerte	Alerte	Absente
Apocynaceae	Gomphocarpus fruticosus (L.) R.Br., 1810	Gonphocarpe	Alerte		Alerte	Absente
Gunneraceae	Gunnera tinctoria (Molina) Mirb., 1805	Gunnéra du Chili	Prévention	Prévention	Prévention	Prévention
Proteaceae	Hakea salicifolia (Vent.) B.L.Burtt, 1941		Emergente		Emergente	Absente
Proteaceae	Hakea sericea Schrad. & J.C.Wendl., 1798	Silky Hakea	Emergente	Prévention	Emergente	Absente
Asteraceae	Helianthus tuberosus L., 1753	Topinambour, Patate de Virginie	Majeure	Emergente	Modérée	Modérée
Asteraceae	Helianthus x laetiflorus Pers., 1807	Hélianthe vivace	Majeure		Modérée	Modérée
Boraginaceae	Heliotropium curassavicum L., 1753	Héliotrope de Curaçao	Alerte		Alerte	Absente
Asphodelaceae	Hemerocallis fulva (L.) L., 1762	Hémérocalle fauve	Alerte		Alerte	Alerte
Apiaceae	Heracleum mantegazzianum Sommier & Levier, 1895	Berce du Caucase, Berce de Mantegazzi	Emergente	Emergente	Emergente	Alerte

Famille	Nom du taxon	Nom(s) vernaculaire(s)	Statut	Statut	Statut	Statut
			PACA	LR	MED.	ALP.
Apiaceae	Heracleum persicum Desf. ex Fisch., 1841	Berce de Perse	Prévention	Prévention	Prévention	Prévention
	Heracleum sosnowskyi Manden., 1944		Prévention	Prévention	Prévention	Prévention
Pontederiaceae	Heteranthera limosa (Sw.) Willd., 1801	Hétéranthère des marais	Emergente	Alerte	Emergente	Absente
Pontederiaceae	Heteranthera reniformis Ruiz & Pav., 1798	Hétéranthère réniforme	Emergente	Alerte	Emergente	Absente
Cannabaceae	Humulus japonicus Siebold & Zucc., 1846		Alerte	Emergente	Alerte	Absente
Araliaceae	Hydrocotyle ranunculoides L.f., 1782	Hydrocotyle fausse renoncule, Hydrocotyle à feuilles de Renoncule	Prévention		Prévention	Prévention
Brassicaceae	Iberis semperflorens L., 1753	Ibéris toujours fleuri	Alerte		Alerte	Absente
Balsaminaceae	Impatiens balfouri Hook.f., 1903	Impatience de Balfour, Impatiente des jardins	Emergente	Modérée	Emergente	Emergente
Balsaminaceae	Impatiens capensis Meerb., 1775	Balsamine du Cap	Alerte	Prévention	Prévention	Alerte
Balsaminaceae	Impatiens glandulifera Royle, 1833	Balsamine de l'Himalaya, Balsamine géante, Balsamine rouge	Alerte	Emergente	Alerte	Emergente
Balsaminaceae	Impatiens parviflora DC., 1824	Balsamine à petites fleurs, Impatiente à petites fleurs	Alerte	Alerte	Alerte	Prévention
Convolvulaceae	Ipomoea indica (Burm.) Merr., 1917	Ipomée des Indes, Ipomée d'Inde	Alerte		Alerte	Absente
Juncaceae	Juncus tenuis Willd., 1799	Jonc grêle, Jonc fin	Alerte		Alerte	Alerte
Hydrocharitaceae	Lagarosiphon major (Ridl.) Moss, 1928	Grand lagarosiphon, Lagarosiphon élevé, Elodée crépue	Emergente	Emergente	Emergente	Prévention
Verbenaceae	Lantana camara L., 1753		Alerte		Alerte	Absente
Asteraceae	Lapsana communis subsp. intermedia (M.Bieb.) Hayek, 1931	Lapsane intermédiaire	Majeure		Alerte	Majeure
Fabaceae	Lathyrus incurvus (Roth) Willd., 1802		Alerte		Alerte	Absente
Lamiaceae	Lavandula dentata L.		Alerte		Alerte	Absente
Araceae	Lemna minuta Kunth, 1816	Lentille d'eau minuscule	Emergente	Emergente	Emergente	Prévention
Brassicaceae	Lepidium virginicum L., 1753	Passerage de Virginie	Alerte		Alerte	Absente
Oleaceae	Ligustrum lucidum W.T.Aiton, 1810	Troène luisant	Modérée	Alerte	Modérée	Prévention
Linderniaceae	Lindernia dubia (L.) Pennell, 1935	Lindernie fausse-gratiole, Fausse Gratiole	Alerte	Alerte	Alerte	Absente
Caprifoliaceae	Lonicera japonica Thunb., 1784	Chèvrefeuille du Japon	Majeure	Emergente	Majeure	Prévention
Onagraceae	Ludwigia grandiflora (Michx.) Greuter & Burdet, 1987	Ludwigie à grandes fleurs, Jussie à grandes fleurs	Emergente	Emergente	Emergente	Prévention

Famille	Nom du taxon	Nom(s) vernaculaire(s)	Statut	Statut	Statut	Statut
			PACA	LR	MED.	ALP.
Onagraceae	Ludwigia peploides (Kunth) P.H.Raven, 1963	Jussie rampante, Jussie	Majeure	Majeure	Majeure	Prévention
Fabaceae	Lupinus polyphyllus Lindl., 1827	Lupin à folioles nombreuses	Prévention	Absente	Prévention	Prévention
Araceae	Lysichiton americanus Hultén & H.St.John		Prévention		Prévention	Prévention
Berberidaceae	Mahonia aquifolium (Pursh) Nutt., 1818	Faux Houx	Alerte		Alerte	Alerte
Marsileaceae	Marsilea drummondii A.Braun, 1852		Alerte		Alerte	Absente
Asteraceae	Matricaria discoidea DC., 1838	Matricaire fausse-camomille, Matricaire discoïde	Modérée		Alerte	Modérée
Fabaceae	Medicago arborea L., 1753	Luzerne en arbre	Majeure	Alerte	Majeure	Absente
	Microstegium vimineum (Trin.) A. Camus		Prévention	Prévention	Prévention	Prévention
Scrophulariaceae	Mimulus guttatus Fisch. ex DC., 1813	Mimule tacheté	Emergente		Prévention	Emergente
Haloragaceae	Myriophyllum aquaticum (Vell.) Verdc., 1973	Myriophylle aquatique, Myriophylle du Brésil, Millefeuille aquatique	Emergente	Emergente	Emergente	Prévention
Haloragaceae	Myriophyllum heterophyllum Michx		Prévention		Prévention	Prévention
Hydrocharitaceae	Najas gracillima (A.Braun ex Engelm.) Magnus, 1870	Naïade	Alerte		Alerte	Absente
Hydrocharitaceae	Najas indica (Willd.) Cham.		Alerte		Alerte	Absente
Poaceae	Nassella neesiana (Trin. & Rupr.) Barkworth, 1990	Stipe de Nees	Alerte	Alerte	Alerte	Absente
Poaceae	Nassella tenuissima (Trin.) Barkworth		Alerte		Alerte	Absente
Solanaceae	Nicotiana glauca Graham, 1828	Tabac glauque	Alerte	Emergente	Alerte	Absente
Amaryllidaceae	Nothoscordum borbonicum Kunth, 1843	Ail inodore, Ail odorant	Modérée		Modérée	Absente
Onagraceae	Oenothera biennis L., 1753		Modérée		Modérée	Modérée
Onagraceae	Oenothera glazioviana Micheli, 1875	Onagre à sépales rouges, Onagre de Glaziou	Modérée	Alerte	Modérée	Modérée
Onagraceae	Oenothera parviflora L., 1759	Onagre à petites fleurs, Onagre muriquée	Modérée	Alerte	Modérée	Modérée
Onagraceae	Oenothera rosea L'Hér. ex Aiton, 1789	Onagre rosée	Alerte		Alerte	Absente
Onagraceae	Oenothera villosa Thunb., 1794	Onagre à feuilles de saule	Modérée	Alerte	Modérée	Modérée
Cactaceae	Opuntia engelmannii Salm-Dyck ex Engelm., 1850		Alerte	Alerte	Alerte	Absente

Famille	Nom du taxon	Nom(s) vernaculaire(s)	Statut	Statut	Statut	Statut
			PACA	LR	MED.	ALP.
Cactaceae	Opuntia ficus-indica (L.) Mill., 1768	Figuier de Barbarie, Figuier d'Inde	Majeure	Alerte	Majeure	Absente
Cactaceae	Opuntia imbricata (Haw.) DC., 1828		Alerte	Alerte	Alerte	Absente
Cactaceae	Opuntia monacantha (Willd. ex Schltdl.) Haw., 1819	Common Pricklypear	Alerte		Alerte	Absente
Cactaceae	Opuntia rosea DC.		Alerte	Emergente	Alerte	Absente
Cactaceae	Opuntia stricta (Haw.) Haw., 1812	Oponce	Majeure	Emergente	Majeure	Absente
Oxalidaceae	Oxalis articulata Savigny, 1798	Oxalis articulé	Modérée		Modérée	Absente
Oxalidaceae	Oxalis pes-caprae L., 1753	Oxalis pied-de-chèvre	Majeure	Alerte	Majeure	Absente
Poaceae	Panicum capillare L., 1753	Panic capillaire	Modérée		Modérée	Alerte
Poaceae	Panicum dichotomiflorum Michx., 1803	Panic à fleurs dichotomes, Panic dichotome	Alerte		Alerte	Absente
Poaceae	Panicum hillmannii Chase, 1934	Panic de Hillman	Alerte		Alerte	Absente
Poaceae	Panicum miliaceum L., 1753	Panic faux-millet	Alerte		Alerte	Absente
Fabaceae	Paraserianthes lophantha (Willd.) I.C.Nielsen, 1983	Cape Wattle	Emergente		Emergente	Absente
Asteraceae	Parthenium hysterophorus L., 1753	Parthénium matricaire, Absinthe marron	Prévention	Prévention	Prévention	Absente
Vitaceae	Parthenocissus inserta (A.Kern.) Fritsch, 1922	Vigne-vierge commune	Modérée	Modérée	Modérée	Alerte
Poaceae	Paspalum dilatatum Poir., 1804	Paspale dilaté	Modérée	Majeure	Modérée	Prévention
Poaceae	Paspalum distichum L., 1759	Paspale à deux épis	Majeure	Majeure	Majeure	Absente
Passifloraceae	Passiflora caerulea L., 1753	Passiflore, Fruit de la passion, Grenadille	Alerte	Alerte	Alerte	Absente
Poaceae	Pennisetum clandestinum C.F. Hochstetter ex E. Chiovenda		Alerte		Alerte	Absente
Poaceae	Pennisetum villosum R.Br. ex Fresen., 1837	Pennisetum hérissé	Alerte	Prévention	Alerte	Absente
Apocynaceae	Periploca graeca L., 1753	Bourreau-des-arbres	Emergente	Emergente	Emergente	Absente
Polygonaceae	Persicaria polystachya (C.F.W.Meissn.) H.Gross, 1913	Renouée à épis nombreux	Prévention	Prévention	Prévention	Prévention
Asteraceae	Petasites pyrenaicus (L.) G.López, 1986	Pétasite odorant, Héliotrope d'hiver	Emergente		Emergente	Absente
Arecaceae	Phoenix canariensis hort. ex Chabaud, 1882	Dattier, Palmier des Canaries	Alerte		Alerte	Absente
Verbenaceae	Phyla filiformis (Schrad.) Meikle, 1985	Erba-Luigia americana	Alerte	Emergente	Alerte	Absente

Famille	Nom du taxon	Nom(s) vernaculaire(s)	Statut	Statut	Statut	Statut
			PACA	LR	MED.	ALP.
Poaceae	Phyllostachys aurea Carrière ex Rivière & C. Rivière		Alerte		Alerte	Absente
Poaceae	Phyllostachys bambusoides Siebold & Zucc., 1843		Alerte		Alerte	Absente
Poaceae	Phyllostachys flexuosa Rivière & C. Rivière		Prévention	Alerte	Prévention	Absente
Poaceae	Phyllostachys mitis Rivière & C.Rivière, 1878		Alerte		Alerte	Absente
Poaceae	Phyllostachys nigra (Lodd. ex Lindl.) Munro, 1868		Alerte		Alerte	Absente
Poaceae	Phyllostachys viridi-glaucescens Rivière & C.Rivière, 1878		Alerte		Alerte	Absente
Phytolaccaceae	Phytolacca americana L., 1753	Raisin d'Amérique, Phytolaque américaine	Modérée	Modérée	Modérée	Prévention
Lentibulariaceae	Pinguicula hirtiflora Ten.		Emergente		Emergente	Prévention
Pinaceae	Pinus nigra Arnold subsp. nigra	Pin noir d'Autriche	Modérée		Modérée	Modérée
Araceae	Pistia stratiotes L., 1753		Alerte	Emergente	Alerte	Absente
Pittosporaceae	Pittosporum tobira (Thunb.) W.T.Aiton, 1811	Arbre des Hottentots	Modérée	Alerte	Modérée	Absente
Platanaceae	Platanus x hispanica Mill. ex Münchh., 1770	Platane d'Espagne	Modérée		Modérée	Modérée
Cupressaceae	Platycladus orientalis (L.) Franco, 1949	Thuya d'Orient	Alerte		Alerte	Alerte
Polygalaceae	Polygala myrtifolia L., 1753	Polygale à feuilles de Myrte, Polygala à feuilles de Myrte	Alerte		Alerte	Absente
	Polygonum perfoliatum (L.) H. Gross, 1919		Prévention	Prévention	Prévention	Prévention
Rosaceae	Prunus laurocerasus L., 1753	Laurier-cerise, Laurier-palme	Alerte		Alerte	Absente
Rosaceae	Prunus serotina Ehrh., 1788	Cerisier tardif, Cerisier noir, Cerisier d'automne	Alerte	Prévention	Alerte	Prévention
Pteridaceae	Pteris nipponica W.C.Shieh, 1966		Emergente		Alerte	Absente
Pteridaceae	Pteris vittata L., 1753	Ptéris rubané, Fougère à feuilles longues	Alerte		Alerte	Absente
Asteraceae	Ptilostemon gnaphaloides (Cirillo) Soják, 1962		Alerte		Alerte	Absente
Fabaceae	Pueraria montana var. lobata (Willd.) Maesen & S.M.Almeida ex Sanjappa & Predeep, 1992	Nepalem, Vigne japonaise, Kudzu	Prévention	Prévention	Prévention	Prévention
Rosaceae	Pyracantha coccinea M.Roem., 1847	Buisson ardent	Modérée	Modérée	Modérée	Alerte

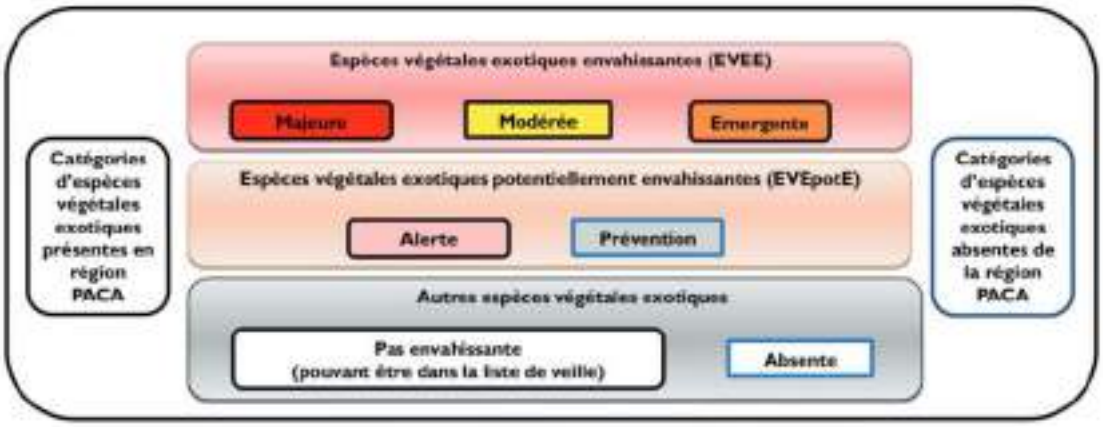
Famille	Nom du taxon	Nom(s) vernaculaire(s)	Statut	Statut	Statut	Statut
			PACA	LR	MED.	ALP.
Polygonaceae	Reynoutria japonica Houtt., 1777	Renouée du Japon	Emergente	Majeure	Emergente	Majeure
Polygonaceae	Reynoutria sachalinensis (F.Schmidt) Nakai, 1922	Renouée de Sakhaline	Emergente	Emergente	Emergente	Majeure
Polygonaceae	Reynoutria x bohemica Chrtek & Chrtkova, 1983	Renouée de Bohême	Emergente	Emergente	Emergente	Majeure
Ericaceae	Rhododendron ponticum L., 1762	Rhododendron des parcs, Rhododendron pontique, Rhododendron de la mer Noire	Prévention	Alerte	Prévention	Prévention
Anacardiaceae	Rhus typhina L., 1756	Sumac hérissé, Sumac Amarante	Alerte		Alerte	Alerte
Fabaceae	Robinia pseudoacacia L., 1753	Robinier faux-acacia, Carouge	Majeure	Majeure	Majeure	Majeure
Rosaceae	Rosa rugosa Thunb., 1784	Rosier rugueux	Alerte	Prévention	Alerte	Pas envahissante
Rosaceae	Rubus armeniacus Focke, 1874		Alerte	Prévention	Alerte	Prévention
Asteraceae	Rudbeckia laciniata L., 1753	Rudbeckie lacinié, Rudbeckie découpée	Prévention		Prévention	Prévention
Polygonaceae	Rumex cristatus DC., 1813	Patience à crêtes, Rumex à crêtes	Alerte		Alerte	Absente
Poaceae	Saccharum spontaneum L., 1771	Canne à sucre fourragère	Prévention	Emergente	Prévention	Prévention
Alismataceae	Sagittaria latifolia Willd., 1805	Sagittaire à larges feuilles, Sagittaire obtuse	Alerte	Prévention	Alerte	Absente
Solanaceae	Salpichroa origanifolia (Lam.) Baill., 1888	Muguet des pampas	Emergente	Emergente	Emergente	Absente
Salviniaceae	Salvinia molesta D.S. Mitchell	Salvinie géante	Prévention		Prévention	Prévention
Asteraceae	Senecio angulatus L.f., 1782	Séneçon anguleux	Emergente	Alerte	Emergente	Absente
Asteraceae	Senecio deltoideus Less., 1832		Emergente	Prévention	Emergente	Absente
Asteraceae	Senecio inaequidens DC., 1838	Séneçon sud-africain	Modérée	Majeure	Modérée	Alerte
Fabaceae	Sesbania punicea (Cav.) Benth., 1859	Flamboyant d'Hyères	Alerte		Alerte	Absente
Poaceae	Setaria italica (L.) P.Beauv., 1812		Alerte		Alerte	Absente
Poaceae	Setaria parviflora (Poir.) Kerguélen, 1987	Sétaire à petites fleurs	Alerte		Alerte	Absente
Cucurbitaceae	Sicyos angulata L., 1753	Sicyos anguleux, Concombre anguleux	Emergente	Alerte	Emergente	Absente
Solanaceae	Solanum chenopodioides Lam., 1794	Morelle faux chénopode, Morelle sublobée	Modérée	Alerte	Modérée	Absente
Solanaceae	Solanum elaeagnifolium Cav., 1795	Morelle à feuilles de chalef	Prévention	Emergente	Prévention	Absente

Famille	Nom du taxon	Nom(s) vernaculaire(s)	Statut	Statut	Statut	Statut
			PACA	LR	MED.	ALP.
Asteraceae	Solidago canadensis L., 1753	Solidage du Canada, Gerbe-d'or	Alerte	Alerte	Alerte	Prévention
Asteraceae	Solidago gigantea Aiton, 1789	Solidage géant, Solidage glabre, Solidage tardif, Verge d'or géante	Majeure	Alerte	Majeure	Majeure
Poaceae	Sorghum halepense (L.) Pers., 1805	Sorgho d'Alep, Herbe de Cuba	Modérée	Modérée	Modérée	Modérée
Poaceae	Spartina alterniflora Loisel., 1807	Spartine à feuilles alternes	Prévention		Prévention	Prévention
Poaceae	Spartina anglica C.E.Hubb., 1978		Prévention		Prévention	Prévention
Rosaceae	Spiraea douglasii Hook., 1832	Spirée de Douglas	Prévention		Prévention	Prévention
Poaceae	Sporobolus indicus (L.) R.Br., 1810	Sporobole fertile, Sporobole tenace	Emergente	Modérée	Emergente	Absente
Poaceae	Sporobolus vaginiflorus (Torr. ex A.Gray) Alf.Wood, 1861	Sporobole engainé	Emergente		Prévention	Emergente
Poaceae	Stenotaphrum secundatum (Walter) Kuntze, 1891	Sténotaphrum	Emergente		Emergente	Absente
Caprifoliaceae	Symphoricarpos albus (L.) S.F.Blake, 1914	Symphorine à fruits blancs, Symphorine à grappes	Alerte		Alerte	Absente
Asteraceae	Symphyotrichum lanceolatum (Willd.) G.L.Nesom, 1995	Aster lancéolé	Prévention	Absente	Prévention	Prévention
Asteraceae	Symphyotrichum squamatum (Spreng.) G.L.Nesom, 1995		Modérée	Majeure	Modérée	Absente
Asteraceae	Symphyotrichum x salignum (Willd.) G.L.Nesom, 1995 (=Aster salignus Willd., S. lanceolatum (Willd.) G. L. Nesom × S. novii-belgii (L.) G. L. Nesom)	Aster à feuilles de Saule	Majeure	Emergente	Majeure	Emergente
Asteraceae	Tagetes minuta L., 1753	Tagète des décombres	Alerte		Alerte	Absente
Tamaricaceae	Tamarix parviflora DC., 1828	Tamaris à petites fleurs	Alerte		Alerte	Absente
Tamaricaceae	Tamarix ramosissima Ledeb., 1829	Tamaris très ramifié	Alerte	Emergente	Alerte	Absente
Campanulaceae	Trachelium caeruleum L., 1753	Trachélium bleu	Alerte		Alerte	Absente
Commelinaceae	Tradescantia fluminensis Vell., 1829	Éphémère de Rio	Alerte		Alerte	Absente
Tropaeolaceae	Tropaeolum majus L., 1753	Grande capucine, Capucine à grandes fleurs	Alerte		Alerte	Absente
Plantaginaceae	Veronica persica Poir., 1808	Véronique de Perse	Modérée		Modérée	Modérée
Vitaceae	Vitis labrusca L., 1753	Vigne américaine, Vigne framboisier, Vigne des chats	Alerte		Absente	Prévention
Vitaceae	Vitis rupestris Scheele, 1848	Vigne des rochers	Modérée		Modérée	Absente

Famille	Nom du taxon	Nom(s) vernaculaire(s)	Statut	Statut	Statut	Statut
			PACA	LR	MED.	ALP.
Vitaceae	Vitis vulpina L., 1753	Vigne à feuilles cordées	Emergente	Prévention	Emergente	Absente
Namaceae	Wigandia caracasana Kunth, 1819	Caracus Wigandia	Emergente		Emergente	Absente
Asteraceae	Xanthium orientale L., 1763	Lampourde à gros fruits	Modérée	Majeure	Modérée	Absente
Asteraceae	Xanthium spinosum L., 1753	Lampourde épineuse	Modérée		Modérée	Prévention
Asparagaceae	Yucca filamentosa L., 1753	Yucca	Alerte		Alerte	Absente
Asparagaceae	Yucca gloriosa L., 1753	Yucca	Modérée	Majeure	Modérée	Absente
Araceae	Zantedeschia aethiopica (L.) Spreng., 1826	Richarde	Alerte		Alerte	Absente

Une typologie des catégories et leur définition sont présentées dans les tableaux ci-après.

Les différentes catégories d'espèces végétales exotiques



Typologie et définition des différentes catégories d'EVEE et eEVEpotE

Couleur associée	Catégories	Définitions	Statuts
	Majeure	Espèce végétale exotique assez fréquemment à fréquemment présente sur le territoire considéré et qui a un recouvrement, dans ses aires de présence, régulièrement supérieur à 50%	Espèce végétale exotique envahissante (EVEE)
	Modérée	Espèce végétale exotique assez fréquemment à fréquemment présente sur le territoire considéré et qui a un recouvrement, dans ses aires de présence, régulièrement inférieur à 5% et parfois supérieur à 25%	
	Emergente	Espèce végétale exotique peu fréquente sur le territoire considéré et qui a un recouvrement, dans ses aires de présence, régulièrement supérieur à 50%	
	Alerte	Espèce végétale exotique peu fréquente sur le territoire considéré et qui a un recouvrement dans ses aires de présence soit toujours inférieur à 5% soit régulièrement inférieur à 5% et parfois supérieur à 25%. De plus, cette espèce est citée comme envahissante ailleurs* ou a un risque intermédiaire à élevé de prolifération en région PACA (d'après l'analyse de Weber & Gut modifiée).	Espèce végétale exotique potentiellement envahissante (EVEpotE)
	Prévention	Espèce végétale exotique absente du territoire considéré et citée comme envahissante ailleurs* ou ayant un risque intermédiaire à élevé de prolifération en région PACA (d'après l'analyse de Weber & Gut modifiée).	

** dans territoire géographiquement proche et à climat similaire*

ANNEXE 11 : Evaluation simplifiée des incidences sur les sites Natura 2000

DDTM des BOUCHES-DU-RHONE

FORMULAIRE D'EVALUATION SIMPLIFIEE DES INCIDENCES NATURA2000

A JOINDRE OBLIGATOIREMENT AUX DOSSIERS ADMINISTRATIFS

A quoi ça sert ?

Ce formulaire permet de répondre à la question préalable suivante : mon projet est-il susceptible d'avoir une incidence sur les objectifs de conservation d'un site Natura 2000 ? Le formulaire doit permettre, par une analyse succincte du projet, d'une part, et des enjeux de conservation d'autre part, de démontrer que toute incidence du projet sur les objectifs de conservation d'un site Natura 2000 est exclue. ***Si tel n'est pas le cas et qu'un doute subsiste sur d'éventuelles incidences, une évaluation plus poussée doit être conduite****.*

Ce formulaire est à remplir par le ***demandeur****, en fonction des informations dont il dispose (cf. p.7 : » ou trouver l'info sur Natura 2000? »). Ce formulaire fait office d'évaluation des incidences Natura 2000 lorsqu'il permet de conclure à l'absence d'incidence. Destiné à faciliter les obligations des personnes physiques menant de petits projets, il relève de l'exception et n'exonère pas d'un contact préalable avec la structure animatrice du site Natura 2000 lorsque le projet est situé dans un site natura 2000 ou à proximité immédiate. Au cas par cas, l'administration qui instruit le projet peut être amenée à demander les compléments d'information nécessaires.*

Dans quels cas utiliser ce formulaire ?

Il est destiné surtout aux ***personnes physiques*** *menant des* ***projets de faible ampleur*** *et il distingue deux cas :*

Cas 1 (p. 2 et 3) :
L'emprise du projet est située entièrement à l'extérieur des sites Natura 2000,

Cas 2 (p. 5 et suivantes) :
L'emprise du projet est située tout ou partie dans un site Natura 2000 (dans ce cas prendre contact préalablement avec la structure animatrice du site natura 2000 concerné pour connaître les enjeux présents sur le secteur du projet et les environs)

Le demandeur doit s'efforcer de fournir au mieux de ses connaissances les renseignements requis pour que l'étude d'incidence soit validée par le service instructeur ou administration chargée d'autoriser le projet. Il convient de mettre des points d'interrogation lorsque le renseignement demandé par le formulaire n'est pas connu.
S'il ne peut être fait appel à un expert naturaliste professionnel, il est recommandé de se faire aider, si possible et en cas de besoin, par le tissu associatif local en matière de protection de l'environnement.

Coordonnées du demandeur :

Nom : Bouygues Immobilier……..

……

Adresse : Boulevard de Dunkerque
13 216 MARSEILLE

…….

Téléphone : 07 60 88 93 03 ……. Fax : ……

Email : j.dechanterac@bouygues-immobilier.com……

1er cas : projet localisé entièrement hors site Natura 2000

a. Nature et description du projet

L'opération est localisée au niveau du chemin Saint-Joseph sur la commune de Saint-Rémy-de-Provence (Bouches-du-Rhône), parcelles section AC, parcelles N° 90 ; 91 ; 92 ; 93 ; 94 ; 343 ; 344 ; 414 ; 617 ; 619 ; 621 ; 622 ; 623 ; 624 ; 625 ; et Section AD, parcelles N°20p ; 25 ; 26 ; 178 et 179p.

L'assiette foncière du projet couvre une superficie totale de 44 533 m².

La zone de projet est actuellement occupée par des terrains cultivés, des terrains en friche, ainsi que deux bâtiments. Quelques haies traversent le site.

Le présent projet consiste en la création d'un ensemble immobilier de 159 logements, la création de places de parkings en extérieur, de voiries et de réseaux.

b. Le projet comporte-t-il des **éclairages nocturnes** ? Si oui préciser la localisation, la technologie d'éclairage utilisée, l'orientation des faisceaux, le caractère permanent ou non de l'éclairage

Oui, l'éclairage des voiries sera effectué via des candélabres d'une hauteur de 3,50m et des bornes d'une hauteur de 1m.

Les voiries, cheminements piétons et stationnements extérieurs seront éclairés par des candélabres simples piétonniers et routiers.
Ils seront raccordés à une horloge astronomique qui gérera l'éclairage. L'armoire d'éclairage sera mise en place sur le poste ENEDIS.

……
……
……

c. Y a-t-il sur la zone du projet des fossés, canaux, roubines, cours d'eau ou tout autre milieu aquatique (y.c. temporaire) ou humide ? Si oui, les faire apparaître sur le plan fourni et préciser la nature de la végétation associée, le cas échéant et préciser si le projet modifie ces milieux d'une quelconque façon

Non……
……
……
……
……

d. **Essences concernées si des arbres sont supprimés** (préciser pour chaque espèce le nombre d'arbre concernés ou la surface concernée, ainsi que les plus gros diamètres relevés)

Les arbres supprimés seront des cognassiers et des haies de cyprès.
……
……
……
……

e. Localisation et cartographie

Joindre obligatoirement un plan du projet *(plan de masse, plan cadastral, etc.), avec fonds de plan IGN au 1/25 000 . Les arbres supprimés et conservés doivent y être repérés.*

Le projet est situé :

Nom de la commune : Sénas…… Département des Bouches-du-Rhône
Lieu-dit et adresse : Chemin du pont de l'Auture…….

Site Natura 2000 les plus proches, dont les objectifs de conservation sont susceptibles d'être impactés :

A quelle distance ?
A 30 m (m ou km) du site (nom du site) : ZSC Les Alpilles (FR9312013)
A 1,3 km (m ou km) du site (nom du site) : ZPS Les Alpilles (FR9301594)

b. Etendue du projet

Surface : 44 533 m²
Linéaire : ……

c. Période envisagée pour les travaux

Premier semestre de l'année 2025. Durée 24 mois
……
……

d. Questions posées

En fonction des espèces ayant justifié la désignation des sites Natura 2000 voisins, les principales questions posées sont les suivantes :

Chauve-souris ou oiseaux

- le projet occasionne-t-il une coupure ou une discontinuité dans une trame boisée, une ripisylve ? porte-t-il atteinte à des haies ou alignements d'arbres ?

Environ 1500 ml de haies / alignement d'arbres seront supprimés.
1400 ml correspondent à des cognassier.
……
……
……

- y a-t-il suppression de vieux arbres ou arbres à cavités ? (si oui joindre photos) ?

- l'emprise du projet est elle en partie en bordure de milieux aquatiques ?

Non .....

- des gîtes à chauve-souris sont-ils présents (arbres, fissures de parois rocheuses et bâtiments inclus) ?

?

- quelles espèces d'oiseaux utilisent ou fréquentent le site ?

La liste des 36 espèces avérées sur le site est présentée en Annexe 5.

- y a-t-il des espèces d'oiseaux qui s'y reproduisent ?

Les espèces dont l'enjeu identifié dans l'annexe 5 est faible ou modéré se reproduisent potentiellement sur le site d'étude.

Insectes (à proximité immédiate des sites natura 2000)

- y a-t-il suppression de vieux arbres, arbres morts ou arbres à cavités ? (si oui joindre photos)

?

e. Conclusion

Le projet envisagé

☐ **est susceptible**
☒ **n'est pas susceptible**

d'avoir des incidences sur les objectifs de conservation des sites Natura 2000 voisins pour la (les) raison(s) suivantes :

Le site se trouve en limite d'urbanisation et est séparer du site Natura 2000 le plus proche par une voie ferrée.

Les incidences du présent projet à Sénas, assorti des engagements présentés dans le dossier loi sur l'eau et dans l'étude d'ECOMED pour la phase chantier et définitive, seront non significatives et ne remettent pas en cause la pérennité d'un site Natura 2000.

Fait à .....

Par :

signature

Ou trouver l'information sur Natura 2000 ?

*- Dans l' « **Indispensable livret sur l'évaluation des incidences Natura 2000** » :*

Sur le site internet de la DREAL :
http://www.paca.developpement-durable.gouv.fr/rubrique.php3?id_rubrique=167
http://www.paca.ecologie.gouv.fr/-Les-outils-

*- Information cartographique **CARTELIE :***

http://cartelie.application.i2/cartelie/voir.do?carte=Natura2000&service=DDTM_13
(voir notice en page suivante)

*- Dans les **fiches de sites région PACA :***

Sur le site internet Portail Natura 2000 :
http://natura2000.environnement.gouv.fr/regions/REGFR82.html)

*- Dans le **DOCOB** (document d'objectifs) lorsqu'il est élaboré :*

Sur le site internet de la DREAL :
www.paca.ecologie.gouv.fr/DOCOB

*- Dans le **Formulaire Standard de Données** du site :*

Sur le site internet de l'INPN :
http://inpn.mnhn.fr/isb/naturaNew/searchNatura2000.jsp

*- Auprès de l'**animateur** du site :*

Sur le site internet de la DREAL :
http://www.paca.ecologie.gouv.fr/Participer

*- Auprès de la **Direction Départementale des Territoires et de la Mer** :*

http://www.ddtm13.org/
(voir l'onglet « Géolocalisation » pour contacter le service territorial concerné)

ANNEXE 1 : Plan masse

Légende :

- Toiture végétalisée
- Toiture
- Balcon
- Terrasse
- Espaces verts
- Chaussée en enrobé
- Piste cyclable et voie de service en stabilisé renforcé
- Cheminement piéton en enrobé
- Plateau traversant en enrobé
- Rampes en enrobé
- Stationnement en enrobé
- Stationnement en stabilisé renforcé
- Zones OM en béton balayé

MAITRISE D'OEUVRE

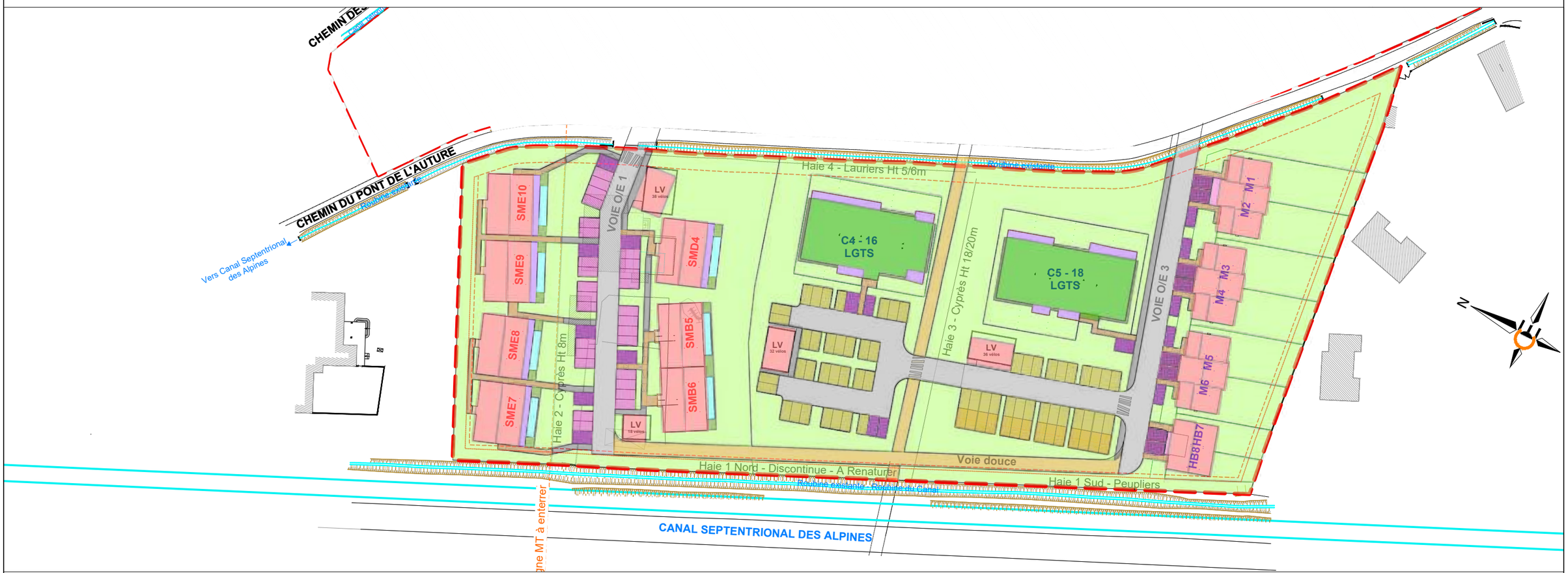
Agence Rhône BET CERRETTI
82 Rue d'Espagne
84 100 - ORANGE
04 90 66 10 10 accueilrhone@cerretti.fr

Construction Logements à Senas

Émetteur	Date	Phase	Bâtiment	N° plan	Indice	Echelle	Num. dossier Émetteur
AM	15/12/23	PC		VRD02	A	1/1000e	18 - 025

Plan Masse
Ville de Senas
Auture Est

Ce document ne peut en aucun cas servir à l'exécution ou à la vente



Légende :

- Toiture végétalisée
- Toiture
- Balcon
- Terrasse
- Espaces verts
- Chaussée en enrobé
- Piste cyclable et voie de service en stabilisé renforcé
- Cheminement piéton en enrobé
- Plateau traversant en enrobé
- Rampes en enrobé
- Stationnement en enrobé
- Stationnement en stabilisé renforcé
- Zones OM en béton balayé

MAITRISE D'OEUVRE

Agence Rhône BET CERRETTI
82 Rue d'Espagne
84 100 - ORANGE
04 90 66 10 10 accueilrhone@cerretti.fr

Construction Logements à Senas

Émetteur	Date	Phase	Bâtiment	N° plan	Indice	Echelle	Num. dossier Émetteur
AM	15/12/23	PC		VRD02	A	1/1000e	18 - 025

Plan Masse
Ville de Senas
Auture Ouest

Ce document ne peut en aucun cas servir à l'exécution ou à la vente

ANNEXE 2 : Plans des arbres conservés et supprimés

Légende :

- Arbres / Haies supprimé(e)s
- Arbres / Haies conservé(e)s

MAITRISE D'OEUVRE

Agence Rhône BET CERRETTI
82 Rue d'Espagne
84 100 - ORANGE
04 90 66 10 10 accueilrhone@cerretti.fr

Construction Logements à Senas

Émetteur	Date	Phase	Bâtiment	N° plan	Indice	Echelle	Num. dossier Émetteur
VL	01/02/24	DLE		11-3	A	1/1000e	18 - 025

Plan des arbres conservés et supprimés
Ville de Senas
Auture Est

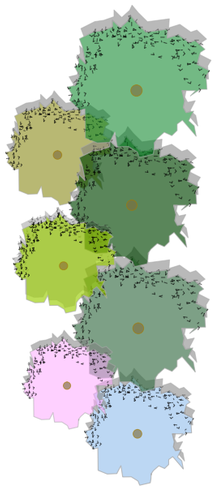
Ce document ne peut en aucun cas servir à l'exécution ou à la vente

ANNEXE 3 : Plan paysager et essences plantées

DESIGNATION ET LIEU DE L'OPERATION	MAITRISE D'OUVRAGE	MAITRISE D'OEUVRE	AFFAIRE	PHASE	DATE	DOCUMENT	FORMAT	ECHELLE	
ENSEMBLE D'HABITATIONS - AUTURE GENERAL Chemin du Pont de l'Auture - 13560 Senas	**BOUYGUES IMMOBILIER** AGENCE ALPES DU SUD ET NORD PROVENCE 7 Boulevard de Dunkerque - 13002 Marseille	**SARL JEAN-FABRICE GALLO ARCHITECTES** 31 Rue de la Loge - 13002 MARSEILLE Tél: 04 91 91 92 13 / contact@gallo-architecte.com	1703	**PC**	21/12/2023	plan masse paysager		1:1000	**PC 02f 1**

LÉGENDE DES PLANTATIONS :

arbres et haie de cyprès existants conservés :



arbres tige : 329u
PC Est (196u) + PC Ouest (153u)

Micocoulier *(Celtis australis)*, Cn 16-18
Platane *(Platanus x acerifolia)*, Cn 16-18
Orme (Ulmus resista), Cn 16-18
Chêne pubescent (Quercus pubescens), Cn 16-18
Tilleul (Tilia cordata), Cn 16-18
Murier (Morus div.sp), Cn 16-18
Peuplier blanc (Populus alba), Cn 16-18
Meurisier (Prunus avium), Cn 14-16
Cormier (Sorbus domestica), Cn 14-16
Alisier blanc (Sorbus aria), Cn 14-16
Frêne à fleurs (Fraxinus ornus), Cn 14-16
Frêne à feuilles étroites (Fraxinus oxycarpa), Cn 14-16
Fruitiers divers, Cn 14-16
Noyer (Juglans regia), Cn 14-16
Olivier (Olea europaea), Cn 16-18
Savonnier (Koelreuteria paniculata), Cn 14-16
Érable Champêtre *(Acer campestre)*, Cn 14-16
Érable de Montpellier (Acer monspessulanum), Cn 14-16
Arbre de Judée *(Cercis siliquastrum)*, Cn 14-16
Chêne vert *(Quercus ilex)*, Cn 14-16
Aulne (Alnus glutinosa), Cn 14-16
Charme (Carpinus betulus), Cn 12-14
Azerolier (Crataegus azerolus), Cn 12-14

cyprès : 20u

Cyprès (Cupressus sempervirens 'Stricta') , Cn 150/200

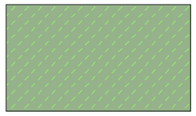
haies taillées : cn 60/80
Lauriers tins, filaires, troënes, myrtes,

haie bocagère : cn 60/80

Lauriers tins, viornes, filaires, alaternes, cornouilliers, chèvrefeuille de toscane, grenadiers, noisetier, fusains, lilas, sureau, aubépine, laurier sauce, groseilliers

massifs méditerranéens : cn 20/30

Buplèvres, sauges, cistes , germandrées, phlomis, romarins, coronilles, euphorbes, rosiers, badasse, immortelle.

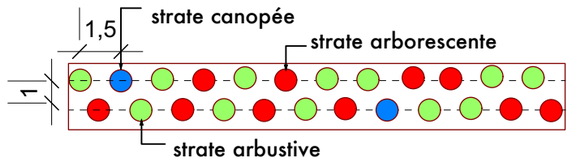


haie pluristrate (godet forestier)

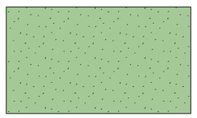
Strate canopée :
érable champêtre, (Acer campestre)
cormier, (Sorbus domestica)
charme, (Carpinus betulus)
bois de Sainte-Lucie (Prunus mahaleb)

Strate arborescente :
amelanchier, (Amelanchier ovalis)
noisetier, (Corylus avellana)
prunellier, (Prunus spinosa)
laurier sauce, (Laurus nobilis)
aubépine, (Crataegus monogyna)
alaterne, (Rhamnus alaternus)

Strate arbustive :
laurier tin, (Viburnum tinus)
troëne, (Ligustrum vulgare)
fusain, (Euonymus europaeus)
groseillier, (Ribes Uva-Crispa)
viorne lantane, (Viburnum lantana)
cornouillier, (Cornus sanguinea)
baguenaudier, (Colutea arborescens)
sureau, (Sambucus nigra)



prairie



prairie rustique :

trèfles, paquerettes, plantain,

DESIGNATION ET LIEU DE L'OPERATION	MAITRISE D'OUVRAGE	MAITRISE D'OEUVRE	AFFAIRE	PHASE	DATE	DOCUMENT	FORMAT	ECHELLE	
ENSEMBLE D'HABITATIONS - AUTURE GENERAL Chemin du Pont de l'Auture - 13560 Senas	**BOUYGUES IMMOBILIER** AGENCE ALPES DU SUD ET NORD PROVENCE 7 Boulevard de Dunkerque - 13002 Marseille	**SARL JEAN-FABRICE GALLO ARCHITECTES** 31 Rue de la Loge - 13002 MARSEILLE Tél: 04 91 91 92 13 / contact@gallo-architecte.com	1703	**PC**	21/12/2023	légende plan masse paysager		1:1000	**PC 02f 2**

ANNEXE 4 : Plan éclairage

Légende :

Réseau d'Eclairage

Eclairage — Candélabres ht. :3.50m

Eclairage — Bornes ht. :1m

Route Nationale n° 7

Ligne à enterrer

Marge recul Barnier 15m

N

Haie 10 - Cyprès Ht 5m

Haie PETRE Ht 4m

VOIE O/E 2

C2 - 21 LGTS

C1 - 21 LGTS

C3 - 31 LGTS

Haie 9 - Cyprès Ht 6m

Haie 8 - Cyprès Ht 7/8m

Haie 7 - Cyprès Ht 5/6m

CHEMIN DES LAUNES

VOIE N/S 1

Haie 6 - Cyprès Ht 6m

Haie 5 - Cyprès Ht 7m

SMD1

SMD2

SMD11

SMA3

jardin de pluie

jardin de pluie

jardin de pluie

CHEMIN DU PONT DE L'AUTURE

Haie 4 - Lauriers Ht 5/6m

VOIE O/E 1

SME10

SME9

SME8

SME7

SMD4

SMB5

SMB6

C4 - 16 LGTS

C5 - 18 LGTS

Haie 3 - Cyprès Ht 18/20m

VOIE O/E 3

M1

M2

M3

M4

M5

M6

HB8HB7

Haie 2 - Cyprès Ht 8m

Haie 1 Nord - Discontinue - A Renaturer

Haie 1 Sud - Peupliers

Voie douce

Vers Canal Septentrional des Alpines

CANAL SEPTENTRIONAL DES ALPINES

Ligne MT à enterrer

MAITRISE D'OEUVRE

Agence Rhône BET CERRETTI
82 Rue d'Espagne
84 100 - ORANGE
04 90 66 10 10 accueilrhone@cerretti.fr

Construction Logements à Senas

Émetteur	Date	Phase	Bâtiment	N° plan	Indice	Echelle	Num. dossier Émetteur
VL	01/02/23	DLE		11-5	A	1/1000e	18 - 025

Plan éclairage
Ville de Senas
Auture Est

Ce document ne peut en aucun cas servir à l'exécution ou à la vente

ANNEXE 5 : Extrait du rapport d'ECOMED

Annexe 7 Relevé relatif aux oiseaux

Relevé effectué par Julien FLEUREAU les 06/04/2020 et 15/06/2020.

Espèce	02/04/2020	06/04/2020	19/05/2020	20/05/2020	15/06/2020	Statuts de protection	Statut biologique au sein de la zone d' étude	Enjeu Zone d'Étude	Liste rouge mondiale	Liste rouge européenne	Liste rouge nationale nicheur	Liste rouge PACA nicheur
Faucon crécerellette *Falco naumanni Fleischer, 1818*					✓	IBE2 NO3 IBO2 CCA CDO1 NM IBO1	Alim	Modéré	LC	LC	VU	VU
Hibou petit-duc *Otus scops (Linnaeus, 1758)*	✓	✓	✓		✓	IBE2 NO3 CCA	Nalim	Modéré	LC	LC	LC	LC
Rollier d'Europe *Coracias garrulus Linnaeus, 1758*					✓	IBE2 NO3 IBO2 CDO1	Nalim	Modéré	NT	LC	NT	NT
Chouette chevêche *Athene noctua (Scopoli, 1769)*			✓			IBE2 NO3 CCA	Nalim	Faible	LC	LC	LC	NT
Épervier d'Europe *Accipiter nisus (Linnaeus, 1758)*		✓				NO3 IBE3 IBO2 CCA NO6	Nalim	Faible	LC	LC	LC	LC
Hibou moyen-duc *Asio otus (Linnaeus, 1758)*	✓	✓				IBE2 NO3 CCA	Nalim	Faible	LC	LC	LC	LC
Hirondelle rustique *Hirundo rustica Linnaeus, 1758*		✓			✓	IBE2 NO3	Nc	Faible	LC	LC	NT	NT
Huppe fasciée *Upupa epops Linnaeus, 1758*				✓		NO3 IBE3	Nalim	Faible	LC	LC	LC	LC
Milan noir *Milvus migrans (Boddaert, 1783)*		✓				NO3 IBE3 IBO2 CCA CDO1	Nalim	Faible	LC	LC	LC	LC
Moineau friquet *Passer montanus (Linnaeus, 1758)*					✓	NO3 IBE3	Nalim	Faible	LC	LC	EN	EN
Vautour percnoptère *Neophron percnopterus (Linnaeus, 1758)*					✓	NO3 IBE3 IBO2 CCA CDO1 IBO1	Tra	Faible	EN	EN	EN	CR
Bruant jaune *Emberiza citrinella Linnaeus, 1758*		✓				IBE2 NO3	Migr	Très faible	LC	LC	VU	VU
Bruant zizi *Emberiza cirlus Linnaeus, 1758*					✓	IBE2 NO3	Npo	Très faible	LC	LC	LC	LC
Chardonneret élégant *Carduelis carduelis (Linnaeus, 1758)*		✓			✓	IBE2 NO3	Npr	Très faible	LC	LC	VU	LC
Choucas des tours *Corvus monedula Linnaeus, 1758*		✓				NO3 CDO22	Nalim/Tra	Très faible	LC	LC	LC	LC
Corneille noire *Corvus corone Linnaeus, 1758*		✓				IBE3 CDO22	Nalim/Tra	Très faible	LC	LC	LC	VU
Étourneau sansonnet *Sturnus vulgaris Linnaeus, 1758*		✓				CDO22	Npo	Très faible	LC	LC	LC	LC
Fauvette à tête noire *Sylvia atricapilla (Linnaeus, 1758)*		✓			✓	IBE2 NO3	Npr	Très faible	LC	LC	LC	LC
Fauvette mélanocéphale *Sylvia melanocephala (Gmelin, 1789)*					✓	IBE2 NO3	Npo	Très faible	LC	LC	NT	LC

Espèce	02/04/2020	06/04/2020	19/05/2020	20/05/2020	15/06/2020	Statuts de protection	Statut biologique au sein de la zone d' étude	Enjeu Zone d'Étude	Liste rouge mondiale	Liste rouge européenne	Liste rouge nationale nicheur	Liste rouge PACA nicheur
Goéland leucophée *Larus michahellis Naumann, 1840*					✓	NO3 IBE3	Tra	Très faible	LC	LC	LC	LC
Grimpereau des jardins *Certhia brachydactyla C.L. Brehm, 1820*		✓				NO3 IBE3	Npo	Très faible	LC	LC	LC	LC
Héron cendré *Ardea cinerea Linnaeus, 1758*					✓	NO3 IBE3 IBOAE	Tra/Nalim	Très faible	LC	LC	LC	LC
Hirondelle de fenêtre *Delichon urbicum (Linnaeus, 1758)*		✓			✓	IBE2 NO3	Nalim	Très faible	LC	LC	NT	LC
Martinet noir *Apus apus (Linnaeus, 1758)*					✓	NO3 IBE3	Nalim	Très faible	LC	LC	NT	NT
Merle noir *Turdus merula Linnaeus, 1758*		✓				IBE3 OC3 CDO22	Npr	Très faible	LC	LC	LC	LC
Mésange bleue *Cyanistes caeruleus (Linnaeus, 1758)*					✓	IBE2 NO3	Npr	Très faible	LC	LC	LC	LC
Mésange charbonnière *Parus major Linnaeus, 1758*		✓				IBE2 NO3	Npr	Très faible	LC	LC	LC	LC
Moineau domestique *Passer domesticus (Linnaeus, 1758)*		✓			✓	NO3	Npr	Très faible	LC	LC	LC	LC
Pic vert *Picus viridis Linnaeus, 1758*		✓				IBE2 NO3	Npo	Très faible	LC	LC	LC	LC
Pie bavarde *Pica pica (Linnaeus, 1758)*		✓			✓	CDO22	Npr	Très faible	LC	LC	LC	LC
Pipit des arbres *Anthus trivialis (Linnaeus, 1758)*		✓				IBE2 NO3	Migr	Très faible	LC	LC	LC	LC
Rossignol philomèle *Luscinia megarhynchos C. L. Brehm, 1831*					✓	IBE2 NO3 IBO2	Npr	Très faible	LC	LC	LC	NT
Rougegorge familier *Erithacus rubecula (Linnaeus, 1758)*		✓				IBE2 NO3 IBO2	Npr	Très faible	LC	LC	LC	LC
Rougequeue noir *Phoenicurus ochruros (S. G. Gmelin, 1774)*		✓			✓	IBE2 NO3 IBO2	Nc	Très faible	LC	LC	LC	LC
Tourterelle turque *Streptopelia decaocto (Frivaldszky, 1838)*		✓				IBE3 OC3 CDO22	Npo	Très faible	LC	LC	LC	LC
Verdier d'Europe *Chloris chloris (Linnaeus, 1758)*		✓				IBE2 NO3	Npo	Très faible	LC	LC	VU	VU

Légende

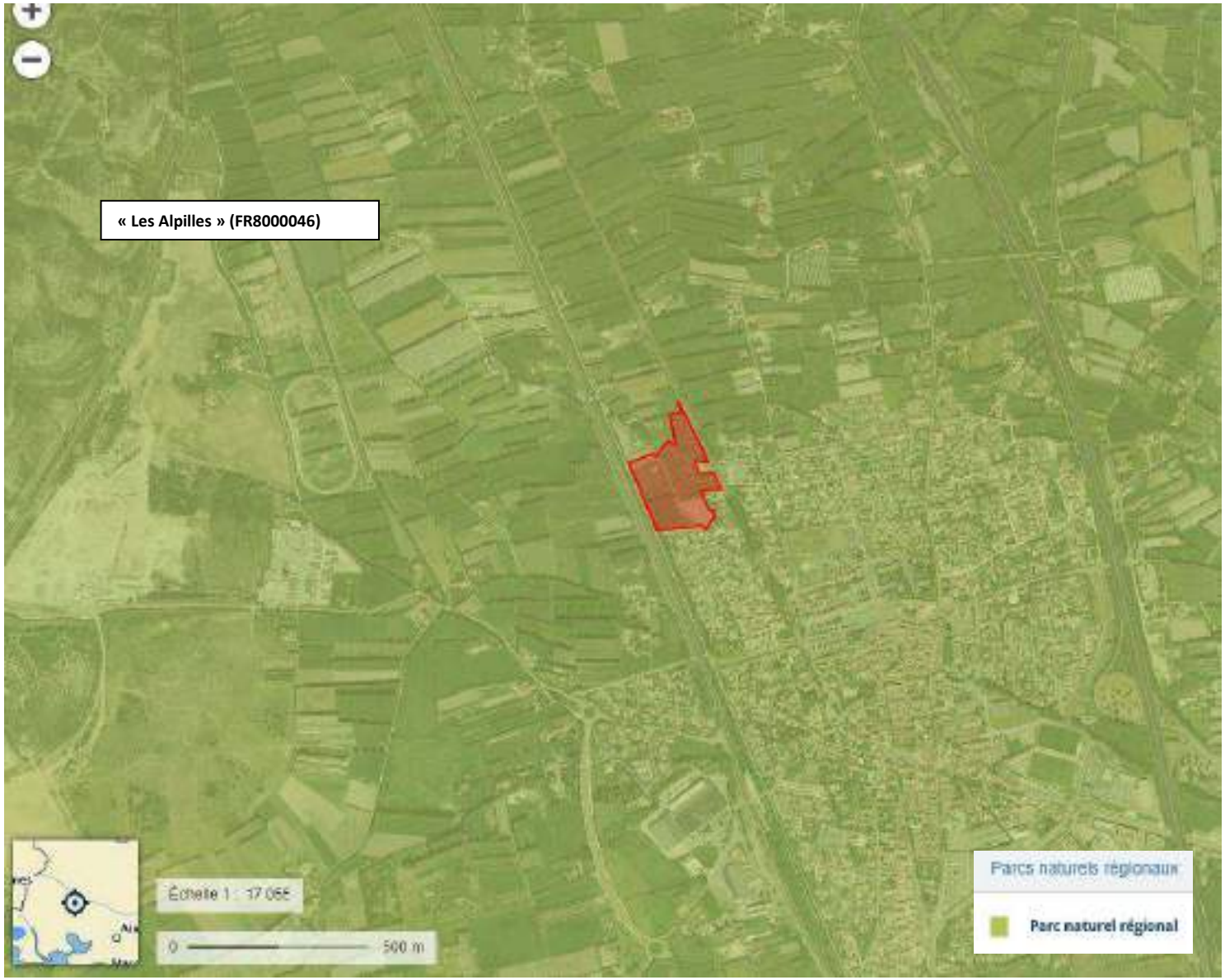
Observation

Effectifs : **X** = quelques (inférieur à 10 individus ou 5 couples), **XX** = nombreux (supérieurs à 10 individus ou 5 couples), **Cple** = couple(s), **M** = male(s), **F** = femelle(s), **Juv** = Juvénile(s), **Fam** = famille(s), **Cht** = chant, **Ind** = individu(s)

ANNEXE 12 : Cartographie des zones ZNIEFF I et II à proximité de la zone de projet

« Basse vallée de la Durance » (PAC17)
« Chaîne des Alpilles » (PAC04)
Zones d'importance pour la conservation des oiseaux (ZICO)
Zone d'importance pour la conservation des oiseaux (ZICO)
0
500 m

ANNEXE 13 : Cartographie des ZICO à proximité de la zone de projet


« Les Alpilles » (FR8000046)
Échelle 1 : 17 065
0
500 m
Parcs naturels régionaux
Parc naturel régional

ANNEXE 14 : Cartographie des Parcs Naturels Régionaux à proximité de la zone de projet

« Biotope Des Grands Rapaces Du Lubéron » (FR3800167)
« Lit De La Durance : Secteur De La Font Du Pin » (FR3800160)
Arrêtés de protection de biotope
Arrêtés de Protection du Biotope

ANNEXE 15 : Cartographies des arrêtés de protection de biotope à proximité de la zone de projet

« Biotope Des Grands Rapaces Du Lubéron » (FR3800167)
« Lit De La Durance : Secteur De La Font Du Pin » (FR3800160)
Arrêtés de protection de biotope
Arrêtés de Protection du Biotope

ANNEXE 16 : Note de calcul des débits de pointe à l'état naturel du BV projet

AFFAIRE n° 18025 : PROJET IMMOBILIER DE L'AUTURE A SENAS

ANNEXE 16
Débits de pointe à l'état naturel - Impluvium propre du projet

1 - Hypothèses prises en compte

Superficie totale de l'impluvium : A = **0,0445 km²** , soit **44 533 m²**
Longueur du plus long chemin hydraulique (PLT) : L = **300 m**
Pente moyenne pondérée du PLT : I = **0,005 m/m**

2 - Calcul du coefficient de ruissellement

Nature des surfaces	Surface	Coefficient de ruissellement C	Surface active
Bâtiments	704 m²	1,00	704 m²
Terrasses	0 m²	1,00	0 m²
Rampes BD + escalier	0 m²	1,00	0 m²
Ombrière	0 m²	1,00	0 m²
Voirie et stationnement en enrobé	843 m²	1,00	843 m²
Trottoirs enrobé	0 m²	1,00	0 m²
Voie douce	0 m²	0,60	0 m²
Parkings en stabilisé	0 m²	0,70	0 m²
Bassins et noues	0 m²	0,90	0 m²
Espaces verts	42 986 m²	0,10	4 299 m²
Total	**44 533 m²**	**0,13**	**5 846 m²**

Coefficient de ruissellement moyen : C = Sa/S : **0,13**

3 - Calcul des coefficients de ruissellement d'occurrence supérieure

Pour des périodes de retour T > 10 ans, on se référera à la formule du Guide Technique Assainissement Routier :

Calcul de P0	**75,99**
C(20)	**0,23**
C(30)	**0,28**
C(50)	**0,33**
C(100)	**0,39**

$$C_{(T)} = 0.8 \times \left(1 - \frac{P_{(0)}}{Pj_{(T)}}\right)$$ si $C_{(10)} < 0.8$ et avec $$P_0 = \left(1 - \frac{C_{(10)}}{0.8}\right) \times Pj_{(10)}$$, et si $C_{(10)} \geq 0.8$, il est admis que P_0 = 0 et $C_{(T)}=C_{(10)}$

Avec :
$C_{(T)}$: coefficient de ruissellement pour une période de retour T (sans unité),
P_0 en mm,
$Pj_{(T)}$: hauteur de la pluie journalière de période de retour T,

4 - Calcul du temps de concentration

Méthode	t_c	
Kirpich	**12 mn**	0,20 h
Passini	**22 mn**	0,36 h
Ventura	**23 mn**	0,38 h
Temps de concentration moyen	**19 mn**	0,31 h

5 - Calcul de l'intensité pluviométrique

La pluviométrie est issue de la station météorologique de Salon-de-Provence.

		Période de retour			
		T = 2 ans	**T = 10 ans**	**T = 20 ans**	**T = 100 ans**
Coefficients de Montana (6mn < t < 30mn)	a	4,566	5,387	5,840	6,574
	b	0,524	0,437	0,418	0,372
Intensité de la pluie égale au temps de concentration $i(t_c,T)$		**1,0 mm/mn**	**1,5 mm/mn**	**1,7 mm/mn**	**2,2 mm/mn**
		59 mm/h	**90 mm/h**	**103 mm/h**	**132 mm/h**

6 - Calcul du débit de pointe

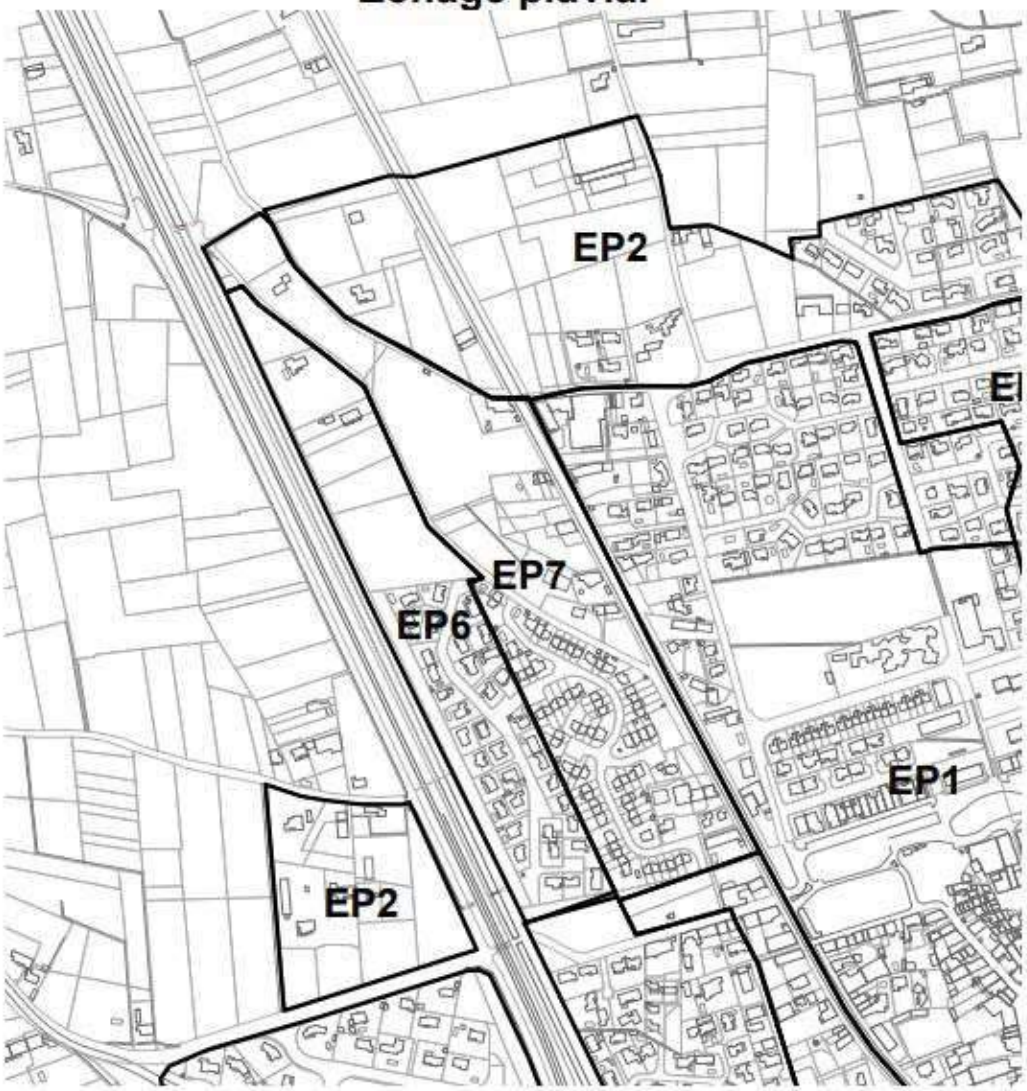
Le débit de pointe est calculé par la méthode rationnelle :

$Q = K \times C \times i(t_c,T) \times A$ avec $K = 1 / 3,6$

	Période de retour			
	T = 2 ans	**T = 10 ans**	**T = 20 ans**	**T = 100 ans**
Débit instantané maximal à l'état naturel	**0,095 m³/s**	**0,145 m³/s**	**0,294 m³/s**	**0,639 m³/s**
	95 L/s	**145 L/s**	**294 L/s**	**639 L/s**
Débit unitaire à l'état naturel	**21 L/s/ha**	**33 L/s/ha**	**66 L/s/ha**	**143 L/s/ha**

ANNEXE 17 : Extrait du zonage d'assainissement pluvial

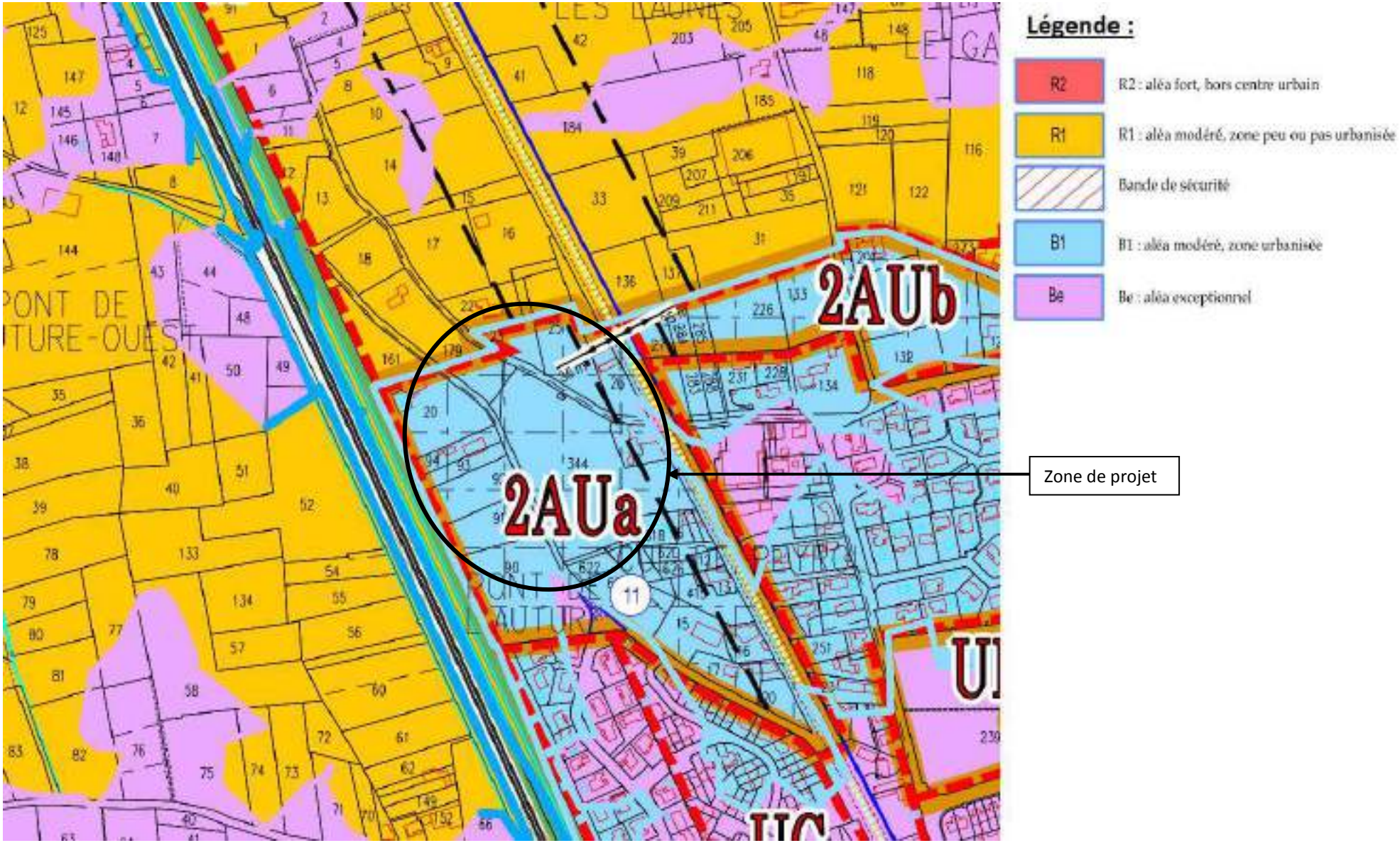
Zonage pluvial



PRESCRIPTIONS PAR SECTEUR

N° d'identification	Niveau de sensibilité au risque inondation[1]	Volume spécifique (m^3/ha imperméabilisé) Période de retour 10 ans	Débit spécifique de rejet autorisé (l/s/ha imperméabilisé) Période de retour 10 ans
EP0	variable	Sans objet	Sans objet
EP1	4	Sans objet	Sans objet
EP2	1	500	30
EP3	2	700	20
EP4	2	700	20
EP5	3	800	10
EP6	3	800	10
EP7	4	1 000	5
EP8	4	1 000	5

ANNEXE 18 : Extrait du Plan de Prévention du Risque Inondation


Légende :
R2
R2 : aléa fort, hors centre urbain
R1
R1 : aléa modéré, zone peu ou pas urbanisée
Bande de sécurité
B1
B1 : aléa modéré, zone urbanisée
Be
Be : aléa exceptionnel
2AUb
2AUa
Zone de projet

ANNEXE 19 : Rapport de modélisation hydraulique

SENAS (13) CONSTRUCTION D'UN LOTISSEMENT CHEMIN DU PONT DE L'AUTURE

Etude d'impact hydraulique

49118 | Jan. 24 | v.4

setec hydratec

Le Crystallin
191/193 Cours Lafayette
CS 20087
69458 Lyon Cedex 06

Email : lyon@hydra.setec.fr

T : 04 27 85 48 80
F : 04 27 85 48 81

Directeur de Projet	WWP
Chef de Projet / RA	QSG
N° affaire	49118

Fichier : 49118_RAP_EIH_SENAS_v4.docx

V.	Date	Etabli par	Vérifié par	Nb pages	Observations / Visa
v.1	Mars 2021	LGQ	QSG	18 + annexes	Première émission
v.2	Mai 2021	LGQ	QSG	23	Intégration des mesures de réduction de l'aléa
v.3	Juin 22	LGQ	QSG	21	Arbitrage sur les mesures de réduction. Suppression des scenarios non retenus.
v.4	Jan. 24	QSG	QSG	24	Réponse aux observations DDTM Commentaire préalable relatif à la modification du projet

TABLE DES MATIERES

1 CADRE DE LA MISSION 7
2 DESCRIPTION DE L'ALEA INITIAL 8
2.1 Rappel du scenario PPRI 8
2.2 Alea réglementaire 9
2.3 Rappel des attendus de la Doctrine 3220 10
2.4 Modélisation affinée sur le secteur du projet 11
3 MODELISATION ET ANALYSE DE L'IMPACT DU PROJET 14
3.1 Implémentation des infrastructures 14
3.2 Résultats hydrauliques 15
3.3 Impacts hydrauliques 16
3.4 Aléa sur la parcelle projet 17
3.5 Propositions de mesures de réduction 18
4 CONCLUSIONS RELATIVES AU PROJET 2022 21
5 MODIFICATIONS AU PROJET ET REPONSES AUX OBSERVATIONS DE LA DDTM 22
5.1 Description des modifications apportées au projet 22
5.2 Modifications des incidences sur les impacts calcules 23
5.3 Observations DDTM du 15/03/2023 23

ANNEXES

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Figure 1 : carte de présentation des scenarios de transparence et de rupture du PPRI 8
Figure 2 : Classement de l'Aléa et cotes d'eau selon le PPRI (scenario C50tIVb) 9
Figure 3 : incertitudes de la modélisation PPRI (source DDTM - hydratec) 10
Figure 4 : Structure du modèle affinée 11
Figure 5 : Graphique présentant le différentiel (en mètre) entre la moyenne des cotes aux mailles et les cotes du modèle PPRI 12
Figure 6 : hauteurs et vitesses d'écoulement en état initial autour du projet 13
Figure 7 : structure du modèle au droit du site en situation projet, sans mesure ERC. 14
Figure 8 : Zone inondable au droit du projet et champ de vitesse à l'état projet 15
Figure 9 : impacts sur les cotes d'eau et les vitesses, conformément aux seuils de la doctrine 16
Figure 10 : Aléa au droit du site en intégrant l'impact du projet 17
Figure 11 : Emplacement du bassin. 18
Figure 12 : Impact sur les cotes d'eau et les vitesses, conformément aux seuils de la doctrine 19
Figure 13 - Emprise du projet du DLE initial 22
Figure 14 - Nouvelle emprise du projet 23

1 CADRE DE LA MISSION

Le groupement Bouygues Immobilier, Cerreti et Gallo architecte, présente un projet de construction de lotissement sur la commune de SENAS (13). La parcelle du projet se situe à l'ouest du bourg entre le chemin des Launes et la voie ferrée. Elle est traversée par le chemin du Pont de l'Auture.

La présente note d'étude hydraulique est annexée au Dossier de Déclaration Loi sur l'Eau (LSE), et dédiée à présenter l'impact hydraulique de l'aménagement projeté.

Cet impact est apprécié au regard des critères établis dans la Doctrine 3.2.2.0 émis par la DDTM 13.

2 DESCRIPTION DE L'ALEA INITIAL

2.1 RAPPEL DU SCENARIO PPRI

La Durance est endiguée sur la quasi-totalité de son linéaire depuis Mallemort jusqu'à la confluence avec le Rhône.

La définition de l'aléa hydraulique PPRI dans toute la plaine de rive gauche de la Durance repose sur la mise en transparence, ou effacement, de ces ouvrages d'endiguement, conformément à la doctrine nationale[1]. Sur la Durance, comme sur d'autres rivières ou fleuves disposant de vastes champs d'expansion, un effacement total des systèmes d'endiguement ne permet toutefois pas d'avoir une vision suffisamment prudente de l'aléa de débordement, et en particulier en aval. En effet, en cas d'effacement total, les débordements survenant loin en amont contribuent à écrêter la crue et donc à diminuer l'aléa en aval.

Ainsi, le PPRI de la Durance repose sur plusieurs scenarios d'effacement, spécifiques à chaque secteur permettant de conserver une vision prudente de l'hydrogramme de crue jusqu'en aval.

Le secteur du projet de Sénas est concerné, dans le PPRI, par le scenario de mise en transparence dit «C50tIVb» qui modélise une crue de la Durance avec l'effacement des digues n°4 :

- La digue des Carriers
- L'autoroute A7 entre Sénas et Orgon
- La RN7 entre Sénas et Orgon
- La voie ferrée le long du canal des Alpines entre Sénas et Orgon

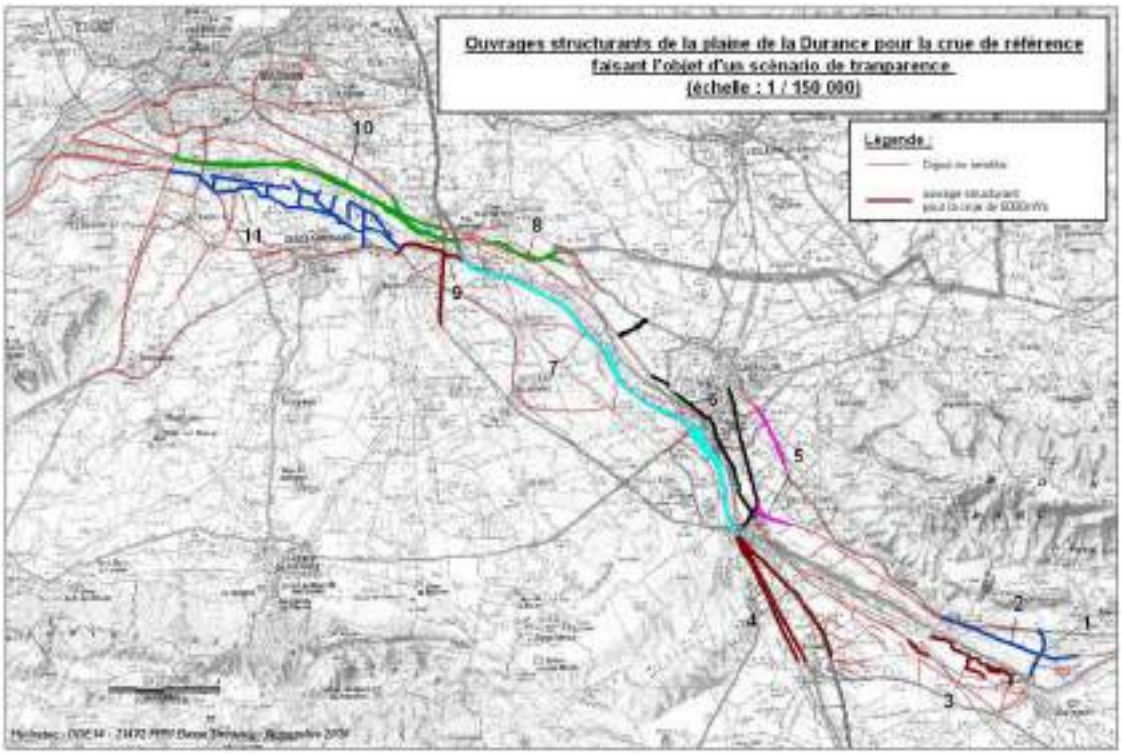


Figure 1 : carte de présentation des scenarios de transparence et de rupture du PPRI

[1] Pour mémoire, cette doctrine est réputée pallier les incertitudes sur l'état des digues et leur capacité réelle à contenir les crues pour lesquelles elles ont été construites, au-delà de leurs caractéristiques géométriques

2.2 ALEA REGLEMENTAIRE

La carte suivante, extraite du PPRI approuvé sur la commune de Sénas, précise la localisation du projet sur la carte d'aléa.

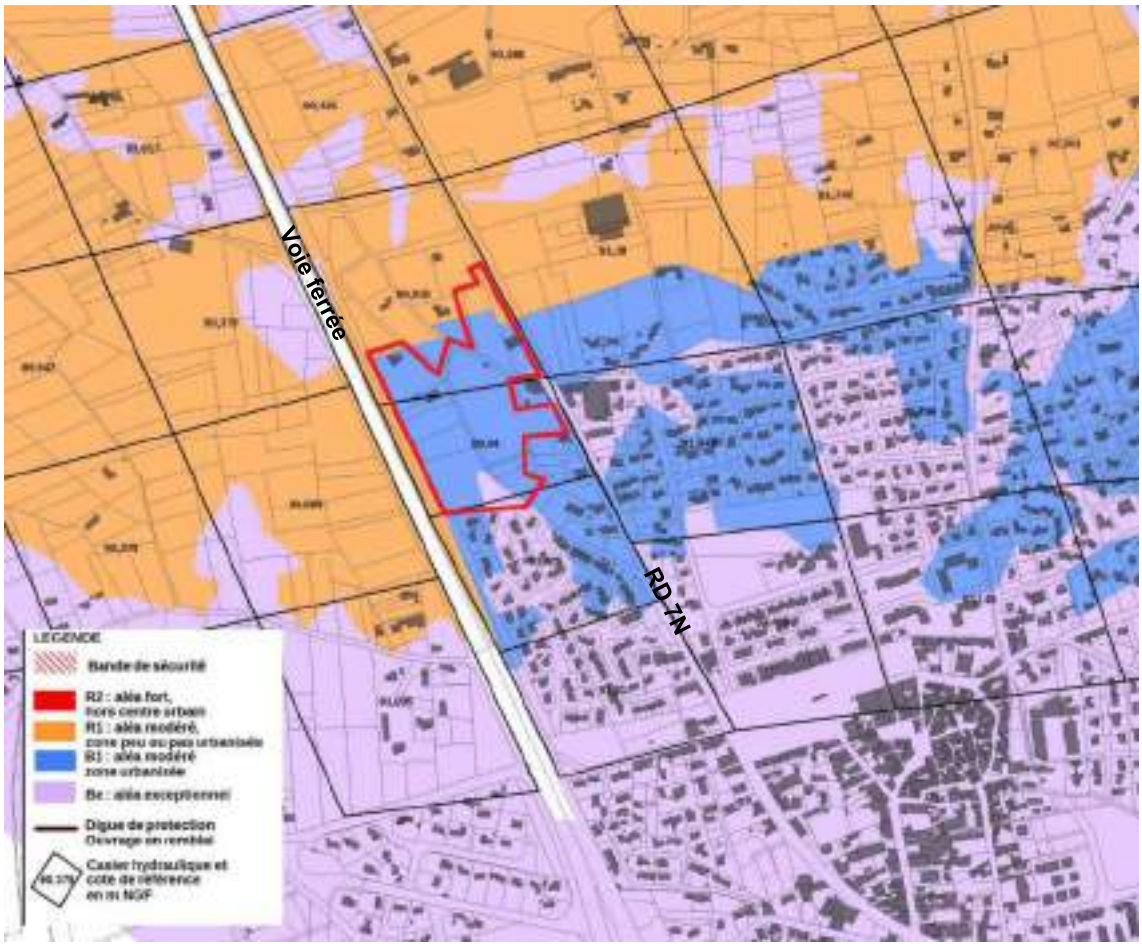
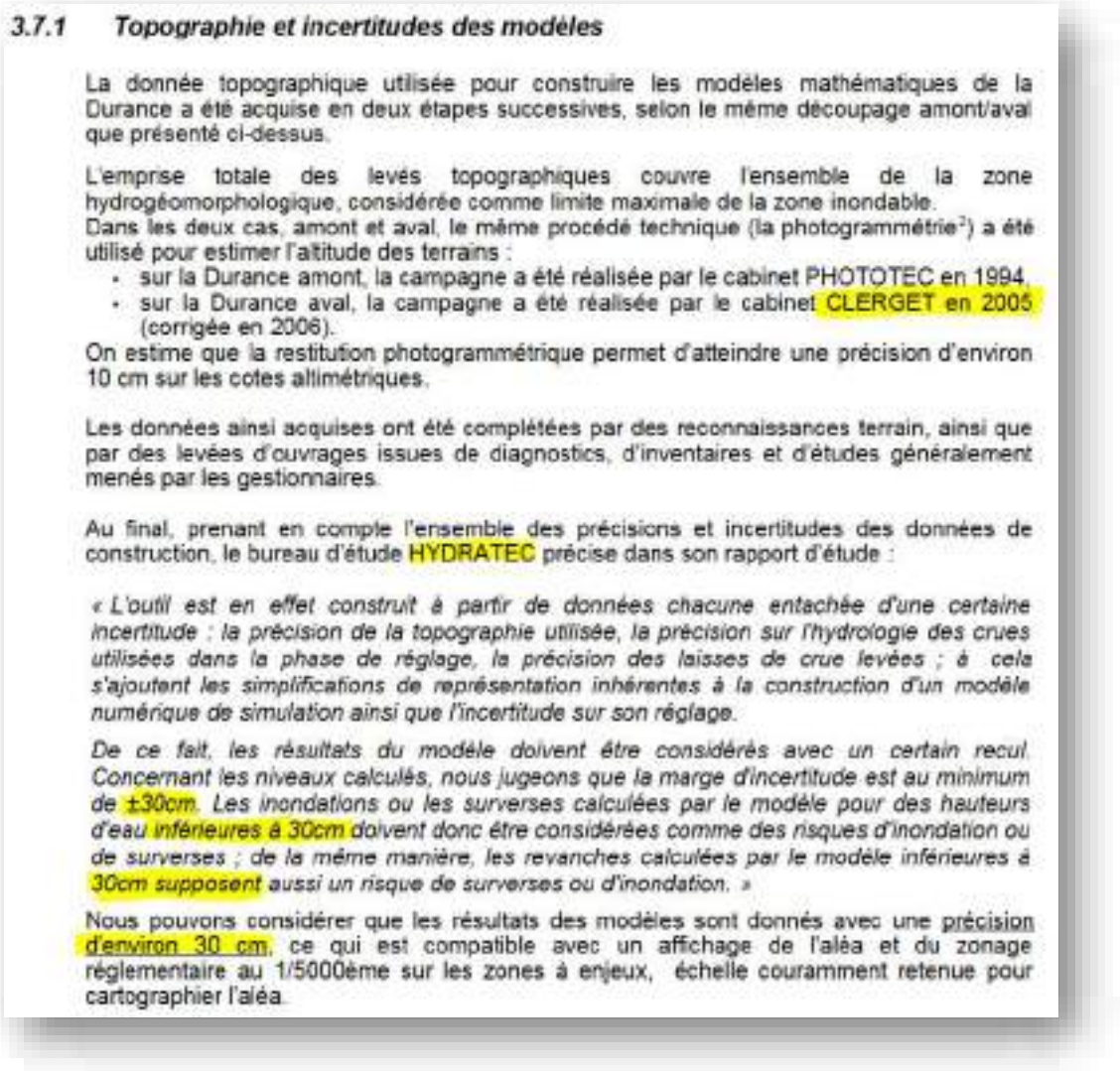


*Figure 2 : Classement de l'Aléa et cotes d'eau selon le PPRI (scenario C50t*IVb*)*

Les mailles du modèles PPRI sont visibles sur la carte, leurs dimensions varient entre 4 et 15 ha.

Le projet est situé en **zone urbanisée d'aléa modéré**.

On rappelle l'extrait du rapport de présentation du PPRI, précisant les incertitudes attachées à la modélisation PPRI.



3.7.1 Topographie et incertitudes des modèles

La donnée topographique utilisée pour construire les modèles mathématiques de la Durance a été acquise en deux étapes successives, selon le même découpage amont/aval que présenté ci-dessus.

L'emprise totale des levés topographiques couvre l'ensemble de la zone hydrogéomorphologique, considérée comme limite maximale de la zone inondable.
Dans les deux cas, amont et aval, le même procédé technique (la photogrammétrie[2]) a été utilisé pour estimer l'altitude des terrains :

- sur la Durance amont, la campagne a été réalisée par le cabinet PHOTOTEC en 1994,
- sur la Durance aval, la campagne a été réalisée par le cabinet CLERGET en 2005 (corrigée en 2006).

On estime que la restitution photogrammétrique permet d'atteindre une précision d'environ 10 cm sur les cotes altimétriques.

Les données ainsi acquises ont été complétées par des reconnaissances terrain, ainsi que par des levées d'ouvrages issues de diagnostics, d'inventaires et d'études généralement menés par les gestionnaires.

Au final, prenant en compte l'ensemble des précisions et incertitudes des données de construction, le bureau d'étude HYDRATEC précise dans son rapport d'étude :

« L'outil est en effet construit à partir de données chacune entachée d'une certaine incertitude : la précision de la topographie utilisée, la précision sur l'hydrologie des crues utilisées dans la phase de réglage, la précision des laisses de crue levées ; à cela s'ajoutent les simplifications de représentation inhérentes à la construction d'un modèle numérique de simulation ainsi que l'incertitude sur son réglage.

De ce fait, les résultats du modèle doivent être considérés avec un certain recul. Concernant les niveaux calculés, nous jugeons que la marge d'incertitude est au minimum de ±30cm. Les inondations ou les surverses calculées par le modèle pour des hauteurs d'eau inférieures à 30cm doivent donc être considérées comme des risques d'inondation ou de surverses ; de la même manière, les revanches calculées par le modèle inférieures à 30cm supposent aussi un risque de surverses ou d'inondation. »

Nous pouvons considérer que les résultats des modèles sont donnés avec une précision d'environ 30 cm, ce qui est compatible avec un affichage de l'aléa et du zonage réglementaire au 1/5000ème sur les zones à enjeux, échelle couramment retenue pour cartographier l'aléa.

Figure 3 : incertitudes de la modélisation PPRI (source DDTM - hydratec)

2.3 RAPPEL DES ATTENDUS DE LA DOCTRINE 3220

Sur le plan hydraulique, la rubrique analyse les impacts du projet, qui ne doivent pas excéder, **hors de l'emprise projet** :

- + 1 cm dans les zones à enjeux, et +5 cm en dehors
- + 5% d'augmentation des vitesses supérieures à 0.25 m/s

Dans l'emprise projet, ces impacts peuvent être plus élevés, mais l'usage de destination doit être compatible avec le règlement de la nouvelle classe d'aléa éventuelle.

2.4 MODELISATION AFFINEE SUR LE SECTEUR DU PROJET

2.4.1 Structure et hypothèses

La structure du modèle PPRI est trop lâche pour l'étude de l'impact des bâtiments. Un nouveau modèle affiné est donc construit sur un périmètre rapproché autour du projet. La parcelle du projet et son périmètre rapproché sont modélisés par des mailles bidimensionnelles (2D), dont les limites s'appuient sur les digues, les routes et les remblais. Cette zone (de maillage fin) est encadrée d'élément plus larges reprenant la géométrie des mailles du modèle réalisé pour le PPRI de la Durance, et permettant ainsi d'en extraire les résultats pour la crue de projet.

Nous avons repris les résultats issus du scénario C50tIVb du PPRI de la Durance pour définir les conditions limites du nouveau modèle :

- Les liaisons actives entrantes sur la zone sont modélisées par des hydrogrammes constants avec les débits maximums observés.
- Les conditions limites avales sont quant à elle fixées par les cotes maximums observées sur les pavés

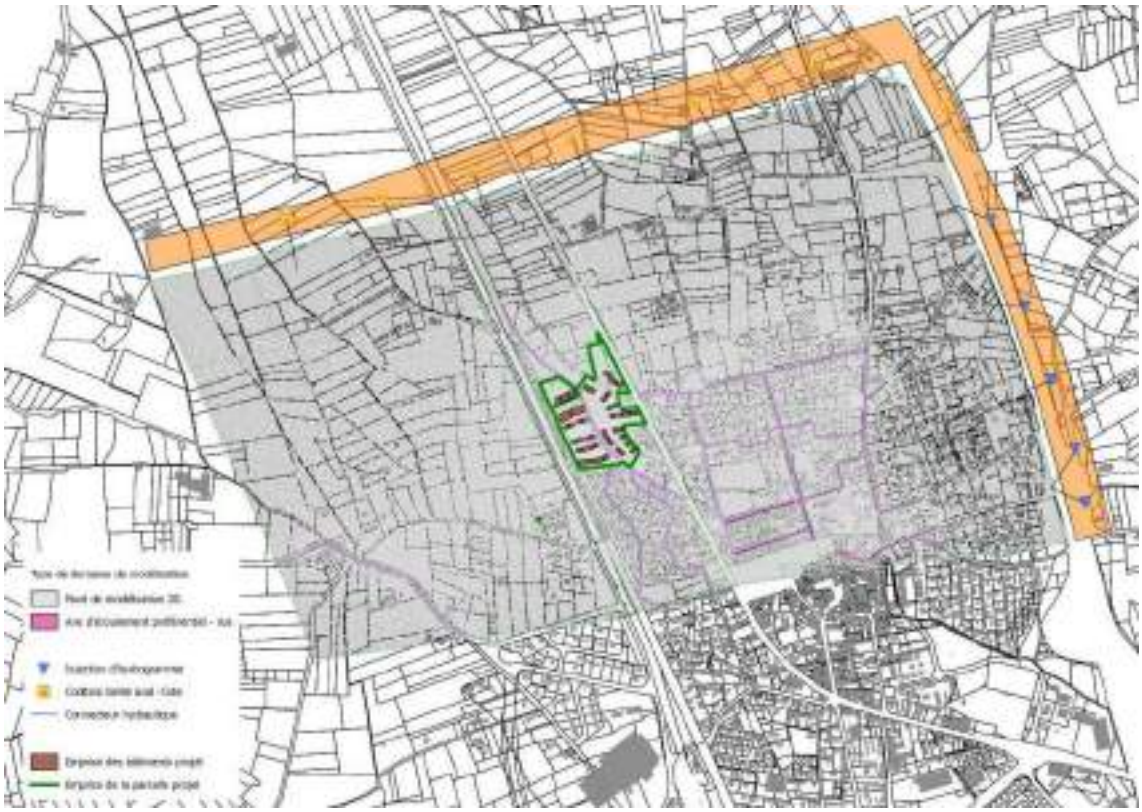


Figure 4 : Structure du modèle affinée

Concernant la prise en compte du bâti, la doctrine préconise ce qui suit :

L'état initial à considérer dès lors que mon projet concerne :

- une extension : l'état initial prend en compte le bâti existant.
- une démolition/reconstruction : Qu'elle soit totale ou partielle du bâti existant, l'état initial à considérer est l'unité foncière après démolition, c'est-à-dire le terrain naturel.

Pour mémoire, les installations, ouvrages et remblais en zone de submersion marine ne sont pas concernés par cette rubrique 3.2.2.0.

L'état initial considéré est le TN actuel. Conformément aux hypothèses PPRI, le bâti environnant est également effacé au TN actuel.

2.4.2 Résultats et calage sur les cotes PPRI

La carte ci-dessous montre les résultats du calage en cote sur le modèle PPRI. Compte tenu de la différence de dimension des mailles une analyse statistique est réalisée pour le calage afin d'obtenir pour chaque maille PPRI une comparaison avec les cotes pondérées dans le maillage fin.

Figure 5 : Graphique présentant le différentiel (en mètre) entre la moyenne des cotes aux mailles et les cotes du modèle PPRI

Le résultat du calage est bien conforme à la classe de précision indiquée au PPRI (+- 30 cm) avec un calage très bon sur la maille du projet (+ 8 et – 1 cm) et dans la maille aval (+7 cm).

La carte suivante présente les hauteurs et les vitesses telles qu'elles sont données par le modèle affiné du secteur.

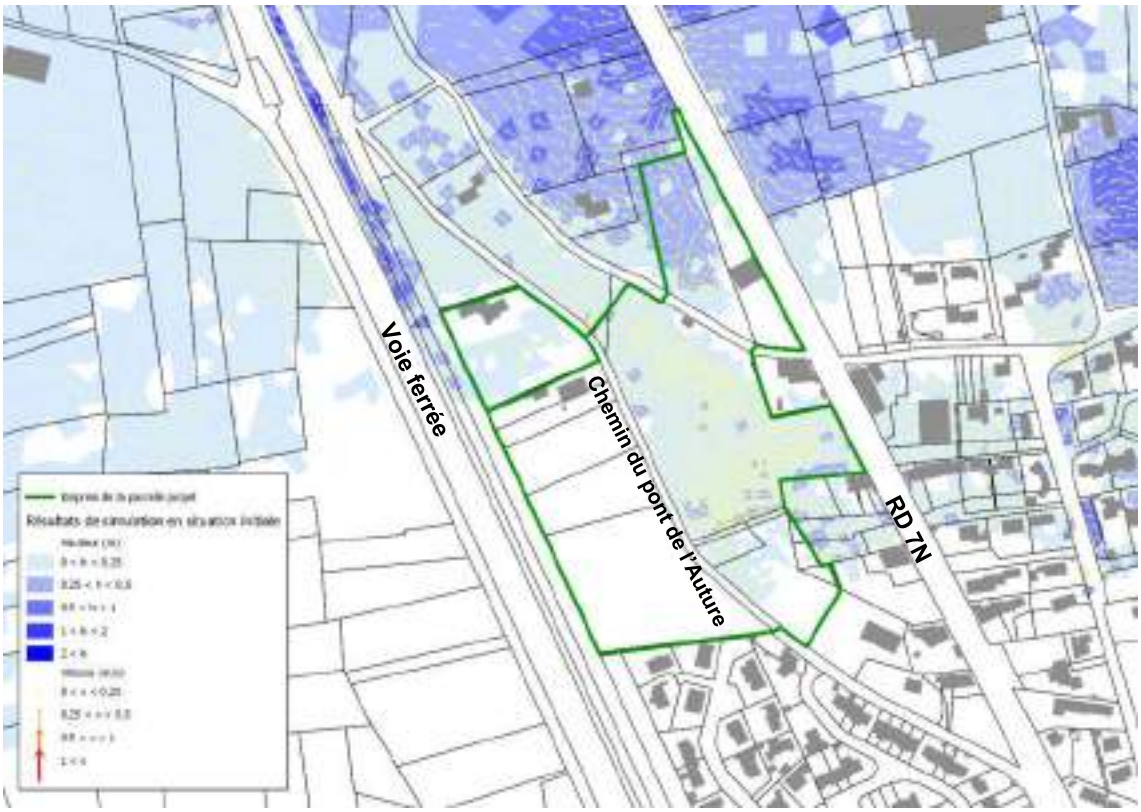


Figure 6 : hauteurs et vitesses d'écoulement en état initial autour du projet

On observe que le chemin du pont de l'Auture bloc les écoulements d'est en ouest et les canalise vers le nord de la parcelle. En conséquence la partie situé à l'ouest du chemin n'est pas submersible dans le scénario modélisé. Cette différence par rapport aux cartes d'aléa du PPRI, est du à la prise en compte de la topographie plus fine, sur l'ensemble de la zone modélisée.

3 MODELISATION ET ANALYSE DE L'IMPACT DU PROJET

La démarche est la suivante :

- Modélisation des aménagements
- Examen des incidences hydrauliques
- Vérification de l'absence d'impact conformément aux objectifs de la Doctrine 3220 présentés ci-avant
- Tests de sensibilité sur les terrassements du projet

3.1 IMPLEMENTATION DES INFRASTRUCTURES

Le modèle en situation projet reprend la même structure que le modèle en situation actuelle, tout en représentant l'emprise des bâtiments projetés. Dans cette simulation, les bâtiments sont imperméables aux écoulement en effaçant les liaisons des mailles concernées. La topographie reste inchangée.

La modélisation est effectuée pour la crue centennale, selon le même scenario hydrologique que pour l'état initial.

Figure 7 : structure du modèle au droit du site en situation projet, sans mesure ERC.

3.2 RESULTATS HYDRAULIQUES

La carte suivante présente les hauteurs d'eau et le champ de vitesse sur la parcelle du projet et au du voisinage immédiat.

Figure 8 : Zone inondable au droit du projet et champ de vitesse à l'état projet

On observe que :

- La hauteur moyenne pondéré sur la parcelle projet est de 7 cm.
- La hauteur moyenne pondéré de la zone inondable de la parcelle projet est de 18 cm.
- La vitesse moyenne est très faible, 0.015 m/s.

3.3 IMPACTS HYDRAULIQUES

Les cartes suivantes présentent les résultats de calcul des impacts du projet sur les cotes d'eau et les vitesses.

Figure 9 : impacts sur les cotes d'eau et les vitesses, conformément aux seuils de la doctrine

Observations

Les résultats de simulation de l'état projet montrent une zone d'influence sur les hauteurs et les vitesses au droit du projet et sur les parcelles environnantes caractérisée comme suit :

- Comme pour la situation initiale actualisée avec les données topographique, la zone inondable sur la parcelle projet est contenue par le chemin du pont de l'Auture.
- Les bâtiments projetés influencent localement la dynamique d'écoulement.
- On constate un impact sur les hauteurs entre +1 et +5 cm sur la partie est du projet. Ces impacts s'étendent également sur quelques parcelles à l'est et au sud-est du projet. Ils sont incompatibles avec l'application stricte de la doctrine 3.2.2.0. Toutefois pour les zones concernées, l'impact moyen sur les hauteurs est de 2 cm ce qui reste faible.
- On constate également une augmentation des vitesses supérieure à 5%, toutefois elles restent en dessous de 0.15 m/s. La variation moyenne de ces vitesses est inférieure à 0.01 m/s : cet impact est admissible.

3.4 ALEA SUR LA PARCELLE PROJET

Figure 10 : Aléa au droit du site en intégrant l'impact du projet

L'ensemble de la parcelle reste en aléa modéré. Il apparaît que l'impact sur les hauteurs et sur les vitesses ne change pas la classe d'aléa au droit du projet.

3.5 PROPOSITIONS DE MESURES DE REDUCTION

Au regard des résultats présentés ci-dessus, il apparait que le projet de construction du lotissement a un impact sur les hauteurs au droit de la parcelle, ainsi que dans le périmètre immédiat, affectant des habitations existantes.

Sur ces parcelles, la configuration du projet sur sa partie sud est, induit une modification des conditions d'écoulements en cas d'inondation (crue de référence), entrainant une légère hausse des hauteurs d'eau (environ 2 cm).

Une mesure de réduction de l'impact du projet sur ces zones à enjeux (parcelles actuellement construites) est donc proposée sous la forme d'un **bassin en déblai.**

Le bassin simulé consiste en une zone de 2 200 m² décaissée sur une profondeur de 20 cm par rapport à la cote TN actuelle.

Figure 11 : Emplacement du bassin.

Figure 12 : Impact sur les cotes d'eau et les vitesses, conformément aux seuils de la doctrine

Le bassin réduit efficacement l'impact sur les hauteurs au droit des parcelles attenantes au projet. Il reste cependant des zones ou l'impact sur les vitesses est supérieur aux 5% imposé par la

doctrine, toutefois l'augmentation moyenne de ces vitesses est inférieure à 0.01 m/s (impact maximum = 0.08 m/s), et affecte des vitesses très faibles (inférieures à 0.25 m/s), ce qui est donc jugé admissible.

4 CONCLUSIONS RELATIVES AU PROJET 2022

Le projet initial conduit à un impact résiduel sur les parcelles attenantes qui est jugé faible bien que supérieur aux seuils définis dans la doctrine départementale.

Une mesure de réduction est proposée pour se ramener à un impact admissible sur les hauteurs et les vitesses.

La mesure consiste en la création d'un bassin en déblai: Cette solution simple et légère (très faible profondeur du bassin, permet de réduire l'impact sur les hauteurs d'eau. Les vitesses sont significativement diminuées et l'impact résiduel ne concerne que des vitesses inférieures à 0.25 m/s. Cette mesure de réduction conduit à des résultats qui sont jugés admissibles au regard de la Doctrine.

5 MODIFICATIONS AU PROJET ET REPONSES AUX OBSERVATIONS DE LA DDTM

5.1 DESCRIPTION DES MODIFICATIONS APPORTEES AU PROJET

Ce chapitre est extrait de la note explicative établie par le BET CERETTI.

« *Un premier plan masse du projet d'aménagement du pont de l'Auture à Senas a été réalisé en novembre 2022. C'est sur la base de ce plan masse qu'a été élaboré le dossier de déclaration loi sur l'eau au titre des rubriques 2.1.5.0, 3.2.2.0 et 1.1.1.0 de la nomenclature Eau annexée aux articles R.214-1 à 6 du Code de l'Environnement. Le dossier a été déposé sous forme de télédéclaration le 17 janvier 2023 sous le n°DIOTA-230117-141253-723-114.*

Les dispositions en matière d'urbanisme sur la commune de Sénas sont fixées par le Plan Local d'Urbanisme approuvé le 20 septembre 2016. Ce PLU a fait l'objet d'une modification le 29 juin 2023 impactant la zone 2AU dans laquelle se situe le projet d'aménagement : aujourd'hui, le site de l'opération se trouve en zone 1AUd, qui correspond à une zone non équipée destinée à être urbanisée afin d'accueillir des logements et, éventuellement, des équipements.

Ce changement de zone implique certaines modifications concernant les modalités d'aménagement, mais aussi davantage de précisions concernant l'aspect environnemental du site. Une zone humide potentielle a pu être mise en évidence au Nord-Ouest des parcelles d'implantation du projet.

Figure 13 - Emprise du projet du DLE initial

Figure 14 - Nouvelle emprise du projet

De plus, et à la suite de la modification du PLU, la Direction Départementale des Territoires et de la Mer des Bouches-du-Rhône a émis un avis concernant la densité de logement projeté au sein de l'opération.

En conséquence, le plan masse de l'opération a dû s'adapter pour prendre en compte ces différentes modifications.

La commune a aussi fait part de son souhait de ne pas déclasser le Chemin du Pont de l'Auture. Cette dernière demande induit la création de deux permis de construire à la place d'un permis de construire général.

Les principales modifications apportées sur le plan masse sont listées ci-dessous :

- *L'emprise de l'opération a été réduite afin de préserver la zone humide présumée ;*
- *Le Chemin du Pont de l'Auture ne fait plus partie de la zone du projet, comme souhaité par la commune de Sénas ;*
- *L'emplacement et le volume des bâtiments a été mis en adéquation avec la nouvelle règlementation. »*

5.2 MODIFICATIONS DES INCIDENCES SUR LES IMPACTS CALCULES

Les nouvelles incidences hydrauliques n'ont pas été simulées. Toutefois, en l'absence de modélisation et considérant que les axes d'écoulement sont préservés et que la mesure de réduction proposée dans l'étude initiale a été reconduite, les conclusions présentées au §4 **devraient rester cohérentes avec le nouveau projet**.

5.3 OBSERVATIONS DDTM DU 15/03/2023

♦ **Le courrier de la DDTM demande une carte d'aléa initial au plus proche du PPRI.**

La Figure 2 du rapport présente bien la carte d'aléa réglementaire issue du PPRI.

♦ **Le courrier de la DDTM demande une carte d'aléa projet**

En dehors de la zone de projet, il n'y a pas d'impact en hauteur d'eau, et l'impact en vitesse concerne des vitesses inférieures à 0.25 m/s, soit 50% de la vitesse déclassante en aléa fort (=0.5m/s).

L'étude initiale conclue donc bien à l'absence de changement de classe d'aléa en dehors de la zone de projet (aléa restant modéré)

ANNEXE 20 : Plan masse de l'aménagement

Légende :

- Toiture végétalisée
- Toiture
- Balcon
- Terrasse
- Espaces verts
- Chaussée en enrobé
- Piste cyclable et voie de service en stabilisé renforcé
- Cheminement piéton en enrobé
- Plateau traversant en enrobé
- Rampes en enrobé
- Stationnement en enrobé
- Stationnement en stabilisé renforcé
- Zones OM en béton balayé

MAITRISE D'OEUVRE

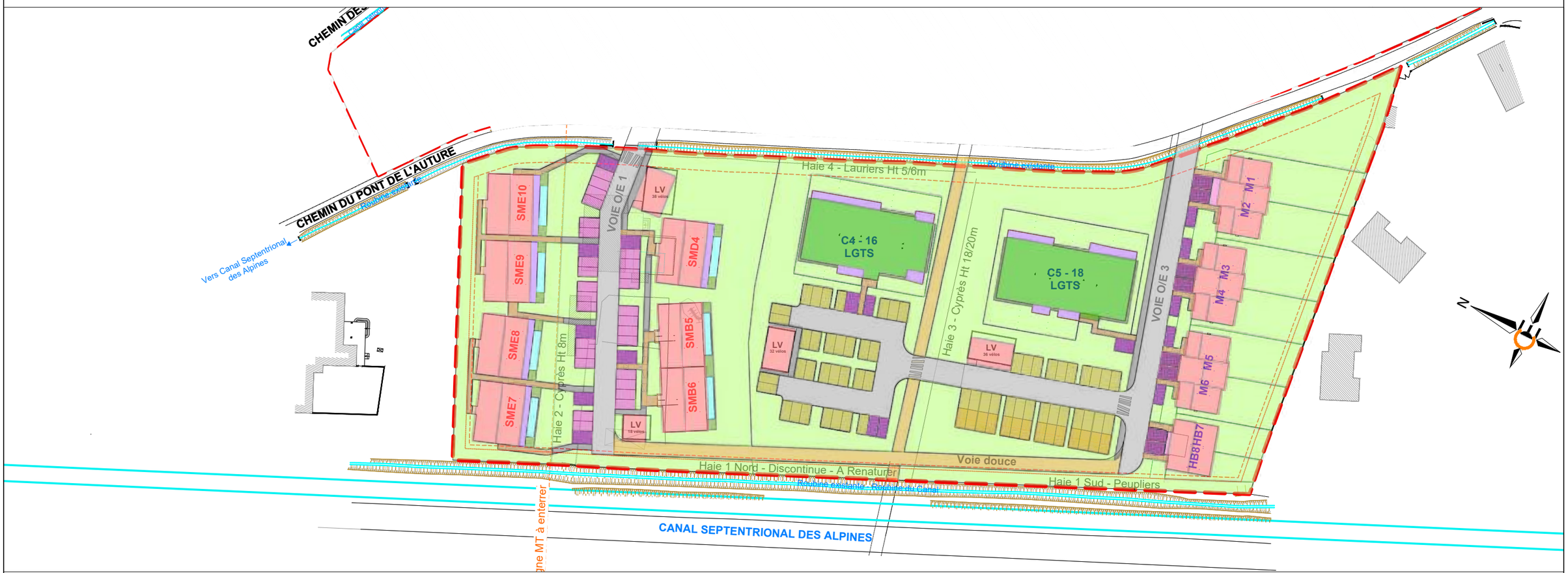
Agence Rhône BET CERRETTI
82 Rue d'Espagne
84 100 - ORANGE
04 90 66 10 10 accueilrhone@cerretti.fr

Construction Logements à Senas

Émetteur	Date	Phase	Bâtiment	N° plan	Indice	Echelle	Num. dossier Émetteur
AM	15/12/23	PC		VRD02	A	1/1000e	18 - 025

Plan Masse
Ville de Senas
Auture Est

Ce document ne peut en aucun cas servir à l'exécution ou à la vente



Légende :

- Toiture végétalisée
- Toiture
- Balcon
- Terrasse
- Espaces verts
- Chaussée en enrobé
- Piste cyclable et voie de service en stabilisé renforcé
- Cheminement piéton en enrobé
- Plateau traversant en enrobé
- Rampes en enrobé
- Stationnement en enrobé
- Stationnement en stabilisé renforcé
- Zones OM en béton balayé

MAITRISE D'OEUVRE

Agence Rhône BET CERRETTI
82 Rue d'Espagne
84 100 - ORANGE
04 90 66 10 10 accueilrhone@cerretti.fr

Construction Logements à Senas

Émetteur	Date	Phase	Bâtiment	N° plan	Indice	Echelle	Num. dossier Émetteur
AM	15/12/23	PC		VRD02	A	1/1000e	18 - 025

Plan Masse
Ville de Senas
Auture Ouest

Ce document ne peut en aucun cas servir à l'exécution ou à la vente

ANNEXE 21 : Note de calcul des débits de pointe à l'état projet du BV projet

AFFAIRE n° 18025 : PROJET IMMOBILIER DE L'AUTURE A SENAS

ANNEXE 21
Débits de pointe à l'état projet - Impluvium propre du projet

1 - Hypothèses prises en compte

Superficie totale de l'impluvium : A = **0,0445 km²** , soit **44 533 m²**
Longueur du plus long chemin hydraulique (PLT) : L = **50 m**
Pente moyenne pondérée du PLT : I = **0,005 m/m**

2 - Calcul du coefficient de ruissellement

Nature des surfaces	Surface	Coefficient de ruissellement C	Surface active
Bâtiments	6 295 m²	1,00	6 295 m²
Terrasses / Balcon	890 m²	1,00	890 m²
Rampes BD+escaliers+abris+béton	728 m²	1,00	728 m²
Ombrière	288 m²	1,00	288 m²
Voirie et stationnement en enrobé	7 159 m²	1,00	7 159 m²
Trottoirs enrobé	1 237 m²	1,00	1 237 m²
Piste cyclable et voie de service stabilisé	1 272 m²	0,60	763 m²
Parkings en stabilisé	1 995 m²	0,70	1 397 m²
Bassins et noues	5 134 m²	0,90	4 621 m²
Espaces verts	19 535 m²	0,10	1 954 m²
Total	**44 533 m²**	**0,57**	**25 331 m²**

Coefficient de ruissellement moyen : C = Sa/S : **0,57**

3 - Calcul des coefficients de ruissellement d'occurrence supérieure

Pour des périodes de retour T > 10 ans, on se référera à la formule du Guide Technique Assainissement Routier :

Calcul de P0	**26,27**
C(20)	**0,60**
C(30)	**0,62**
C(50)	**0,64**
C(100)	**0,66**

$$C_{(T)} = 0.8 \times \left(1 - \frac{P_{(0)}}{Pj_{(T)}}\right)$$ si $C_{(10)} < 0.8$ et avec $$P_0 = \left(1 - \frac{C_{(10)}}{0.8}\right) \times Pj_{(10)}$$, et si $C_{(10)} \geq 0.8$, il est admis que $P_0 = 0$ et $C_{(T)}=C_{(10)}$

Avec :
$C_{(T)}$: coefficient de ruissellement pour une période de retour T (sans unité),
P_0 en mm,
$Pj_{(T)}$: hauteur de la pluie journalière de période de retour T,

4 - Calcul du temps de concentration

Méthode		t_c	
Pour BV urbain	Chocat	**6 mn**	0,10 h
	Temps de concentration moyen	**6 mn**	0,10 h

5 - Calcul de l'intensité pluviométrique

La pluviométrie est issue de la station météorologique de Salon-de-Provence.

		Période de retour			
		T = 2 ans	**T = 10 ans**	**T = 20 ans**	**T = 100 ans**
Coefficients de Montana (6mn < t < 30mn)	a	4,566	5,387	5,840	6,574
	b	0,524	0,437	0,418	0,372
Intensité de la pluie égale au temps de concentration i(t_c,T)		**1,8 mm/mn**	**2,5 mm/mn**	**2,8 mm/mn**	**3,4 mm/mn**
		107 mm/h	**148 mm/h**	**166 mm/h**	**203 mm/h**

6 - Calcul du débit de pointe

Le débit de pointe est calculé par la méthode rationnelle :

$Q = K \times C \times i(t_c,T) \times A$ avec $K = 1 / 3,6$

	Période de retour			
	T = 2 ans	**T = 10 ans**	**T = 20 ans**	**T = 100 ans**
Débit instantané maximal à l'état projet	**0,754 m³/s**	**1,039 m³/s**	**1,237 m³/s**	**1,650 m³/s**
	754 L/s	**1039 L/s**	**1237 L/s**	**1650 L/s**
Débit unitaire à l'état projet	**169 L/s/ha**	**233 L/s/ha**	**278 L/s/ha**	**370 L/s/ha**

ANNEXE 22 : Estimation du flux de pollution dans les eaux pluviales drainées

Projet immobilier de l'Auture
Sénas

Type de réseau mis en place au niveau du projet

☐ Unitaire ☑ Séparatif

Choix des valeurs du flux polluant

MIN ○ MOY ◉ MAX ○

Surface Active (imperméabilisée) du Bassin Versant (projet) en ha

1 0,9319

Hauteur de la lame d'eau de la pluie annuelle de 24h

2 54 **en mm**

Surface Active Totale du Bassin Versant (projet+amont) en ha

3 2,5331

Volume total ruisselé pour la pluie de référence

1368 **m³**

Masses annuelles de polluant en Kg/Sa										
MES	DBO5	DCO	N-NH4+	N total	P total	Pb total	Zn total	Cu total	HCT	HAP
75	5	55	0,2	0,9	0,2	0,10	0,1	0,3	0,168	0,0002

Masse mobilisable en Kg pour l'événement le plus pénalisant										
MES	DBO5	DCO	N-NH4+	N total	P total	Pb total	Zn total	Cu total	HCT	HAP
74,9	5,5	55,0	0,16	0,9	0,17	0,10	0,11	0,26	0,17	0,00019

	Flux polluant de l'événement annuel										
	MES	DBO5	DCO	N-NH4+	N total	P total	Pb total	Zn total	Cu total	HCT	HAP
en Kg\m³	0,0547	0,0040	0,0402	0,0001	0,0007	0,0001	0,0001	0,0001	0,0002	0,0001	0,0000001
en mg\L	54,7	4,0	40,2	0,1	0,7	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,0001

ANNEXE 23 : Note de calcul du volume de rétention par la méthode des pluies – T20 ans

AFFAIRE n° 18025 : PROJET IMMOBILIER DE L'AUTURE A SENAS

ANNEXE 23
Calcul du volume utile de la rétention par la méthode des pluies - T = 20 ans

Salon-de-Provence - T = 20 ans

Coefficients de Montana

	6mn < t < 60mn	60mn < t < 6h
a =	5,840	23,813
b =	0,418	0,775

Pas de temps

dt = **6,00 mn**

Surface drainée

S = **44 533 m²**

Coefficient d'apport

Ca = **0,60**

Surface active

Sact = **26 880 m²**

Evacuation

Surface d'infiltration = **5 134 m²**

Perméabilité du sol = **35 mm/h**

Pourcentage de colmatage = **30%**

Débit d'infiltration = **0,035 m³/s**

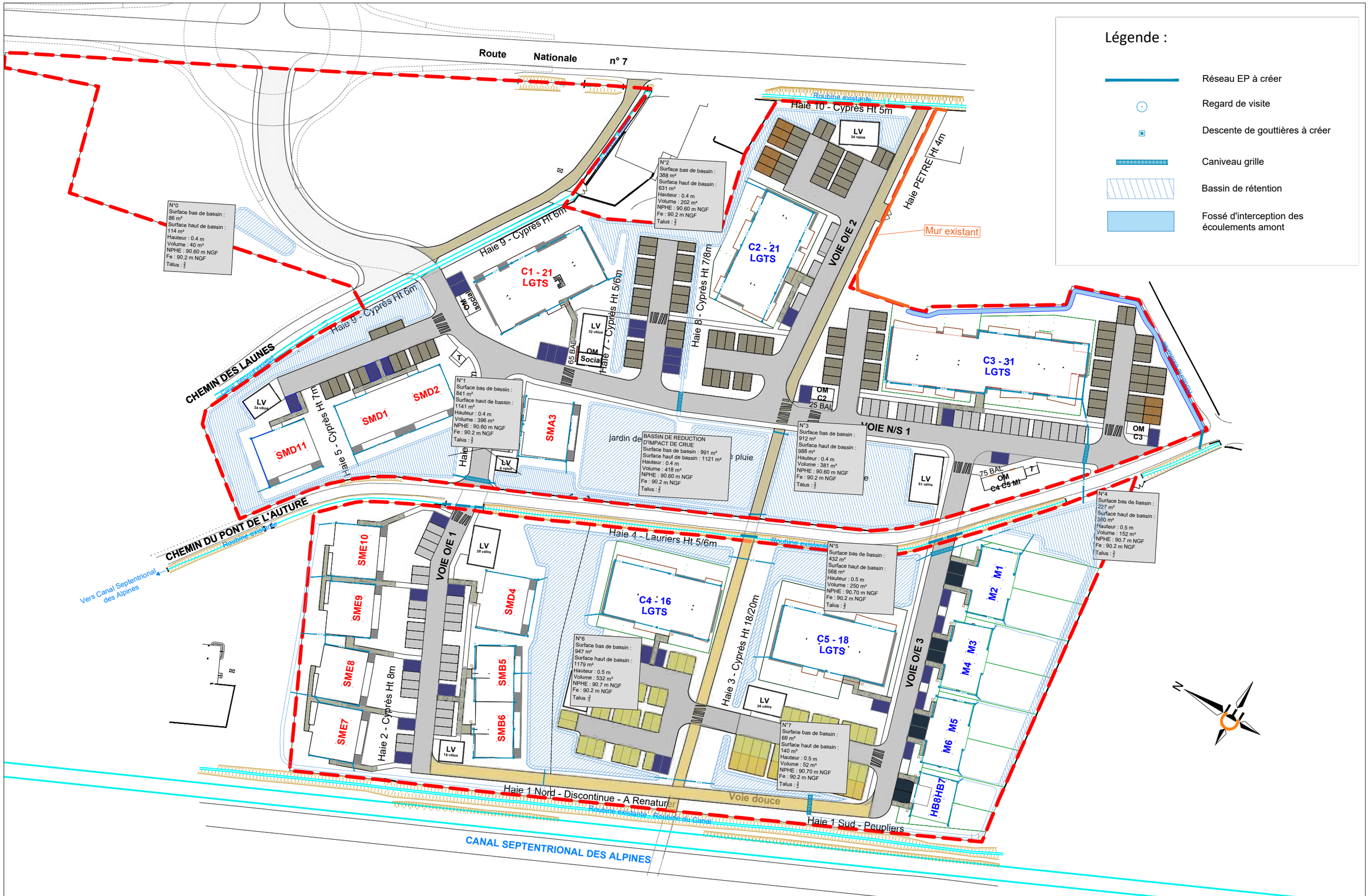
Temps mn	H pluie mm	Vap cum. m³	Vap dt m³	Qap m³/h	Vf cum m³/dt	Qf dt m³/dt	Qf m³/h	Vst m³
72	62	1675	32	325	151	12,578	126	1 525
78	63	1706	30	304	164	12,578	126	1 542
84	65	1735	29	287	176	12,578	126	1 559
90	66	1762	27	271	189	12,578	126	1 573
96	67	1788	26	258	201	12,578	126	1 586
102	67	1812	25	245	214	12,578	126	1 598
108	68	1836	23	235	226	12,578	126	1 609
114	69	1858	22	225	239	12,578	126	1 619
120	70	1880	22	216	252	12,578	126	1 628
126	71	1900	21	207	264	12,578	126	1 636
132	71	1920	20	200	277	12,578	126	1 644
138	72	1940	19	193	289	12,578	126	1 650
144	73	1958	19	187	302	12,578	126	1 656
150	74	1976	18	181	314	12,578	126	1 662
156	74	1994	18	175	327	12,578	126	1 667
162	75	2011	17	170	340	12,578	126	1 671
168	75	2027	17	165	352	12,578	126	1 675
174	76	2043	16	161	365	12,578	126	1 679
180	77	2059	16	156	377	12,578	126	1 682
186	77	2074	15	152	390	12,578	126	1 684
192	78	2089	15	149	403	12,578	126	1 687
198	78	2104	15	145	415	12,578	126	1 689
204	79	2118	14	142	428	12,578	126	1 690
210	79	2132	14	139	440	12,578	126	1 692
216	80	2145	14	136	453	12,578	126	1 693
222	80	2159	13	133	465	12,578	126	1 693
228	81	2172	13	130	478	12,578	126	1 694
234	81	2184	13	127	491	12,578	126	1 694
240	82	2197	12	125	503	12,578	126	1 694
246	82	2209	12	122	516	12,578	126	1 693
252	83	2221	12	120	528	12,578	126	1 693
258	83	2233	12	118	541	12,578	126	1 692
264	83	2244	12	116	553	12,578	126	1 691
270	84	2256	11	114	566	12,578	126	1 690
276	84	2267	11	112	579	12,578	126	1 688
282	85	2278	11	110	591	12,578	126	1 687
288	85	2289	11	108	604	12,578	126	1 685
294	86	2299	11	106	616	12,578	126	1 683
300	86	2310	10	105	629	12,578	126	1 681
306	86	2320	10	103	641	12,578	126	1 679
312	87	2330	10	102	654	12,578	126	1 676
318	87	2340	10	100	667	12,578	126	1 674
324	87	2350	10	99	679	12,578	126	1 671
330	88	2360	10	97	692	12,578	126	1 668
336	88	2370	10	96	704	12,578	126	1 665
342	89	2379	9	95	717	12,578	126	1 662
348	89	2388	9	93	730	12,578	126	1 659
354	89	2398	9	92	742	12,578	126	1 655
360	90	2407	9	91	755	12,578	126	1 652
366	90	2416	9	90	767	12,578	126	1 648

Volume nécessaire de rétention : 1 694 m³

68 L/m² imperméabilisé

Temps de vidange du bassin : 13,5 heures, soit 0,6 j

ANNEXE 24 : Plan du dispositif de gestion des eaux pluviales



MAITRISE D'OEUVRE

Agence Rhône BET CERRETTI
82 Rue d'Espagne
84 100 - ORANGE
04 90 66 10 10 accueilrhone@cerretti.fr

Construction d'un ensemble immobilier à Senas

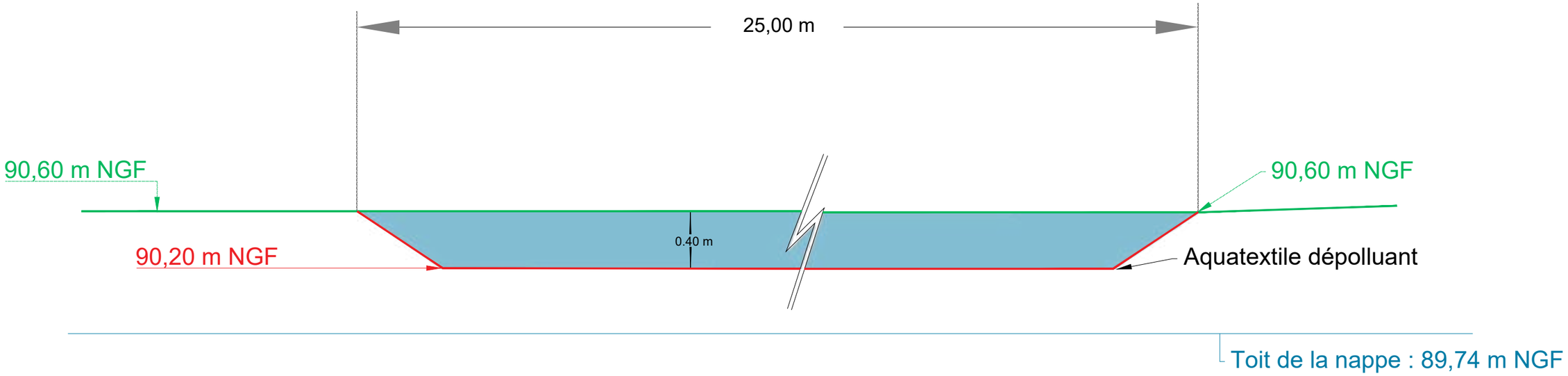
Émetteur	Date	Phase	Bâtiment	N° plan	Indice	Echelle	Num. dossier Émetteur
AM	21/12/23	PC		04 EP	A	1/1000e	18 - 025

Plan de gestion des eaux pluviales
Ville de Senas
Pont de l'Auture

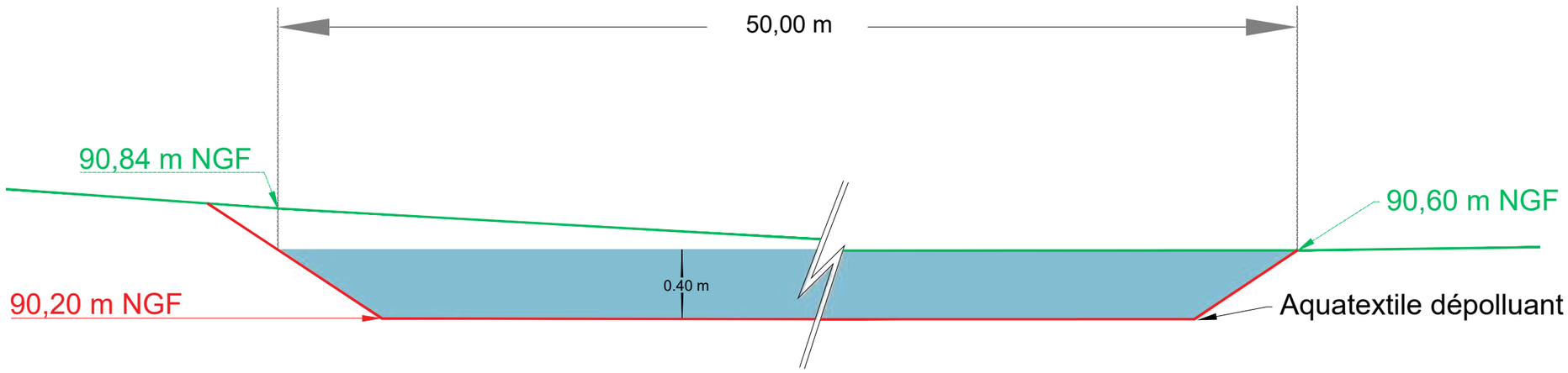
Ce document ne peut en aucun cas servir à l'exécution ou à la vente

BASSIN DE COMPENSATION DES REMBLAIS

COUPE A-A'



COUPE B-B'



TN

Projet

MAITRISE D'OEUVRE

Agence Rhône BET CERRETTI
82 Rue d'Espagne
84 100 - ORANGE
04 90 66 10 10 accueilrhone@cerretti.fr

Construction Logements à Senas

Coupe A-A' et Coupe B-B'

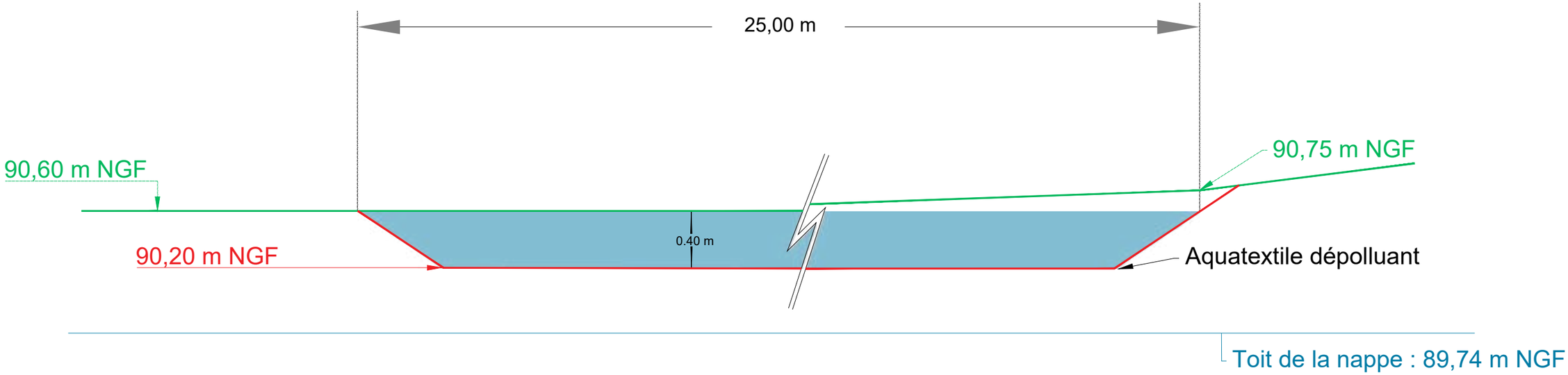
Émetteur	Date	Phase	Bâtiment	N° plan	Indice	Echelle	Num. dossier Émetteur
VL	**Fev. 2024**	DLE		A24-2	0	1/30 e	18 - 025

Ville de Senas
Auture Est

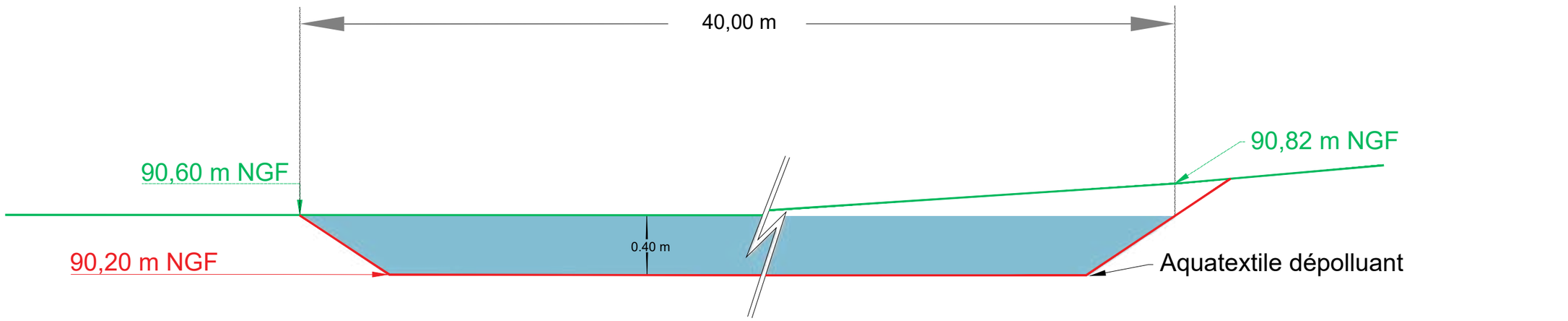
Ce document ne peut en aucun cas servir à l'exécution ou à la vente

BASSIN DE RETENTION N°3

COUPE C-C'



COUPE D-D'



TN

Projet

MAITRISE D'OEUVRE

Agence Rhône BET CERRETTI
82 Rue d'Espagne
84 100 - ORANGE
04 90 66 10 10 accueilrhone@cerretti.fr

Construction Logements à Senas

Coupe C-C' et Coupe D-D'

Émetteur	Date	Phase	Bâtiment	N° plan	Indice	Echelle	Num. dossier Émetteur
VL	**Fev. 2024**	DLE		A24-3	0	1/30 e	18 - 025

Ville de Senas
Auture Est

Ce document ne peut en aucun cas servir à l'exécution ou à la vente

ANNEXE 25 : Détail des surfaces nouvellement imperméabilisées

CERRETTI

AFFAIRE n° 18025 : PROJET IMMOBILIER DE L'AUTURE A SENAS

ANNEXE 25
Détail des surfaces nouvellements imperméabilisées

Nature des surfaces	EP2 PROJET	EP2 EXISTANT	S nouvellement imperméabilisé EP2	EP6 PROJET	EP6 EXISTANT	S nouvellement imperméabilisé EP6	EP7 PROJET	EP7 EXISTANT	S nouvellement imperméabilisé EP7	S PROJET TOTAL	S nouvellement imperméabilisé TOTAL
Bâtiments	0 m²	291 m²	-291 m²	3 327 m²	413 m²	2 914 m²	2 968 m²	0 m²	2 968 m²	6 295 m²	5 591 m²
Terrasses / Balcon	0 m²	0 m²	0 m²	411 m²	0 m²	411 m²	479 m²	0 m²	479 m²	890 m²	890 m²
Rampes BD+escaliers+abris+béton	0 m²	0 m²	0 m²	400 m²	0 m²	400 m²	328 m²	0 m²	328 m²	728 m²	728 m²
Ombrière	0 m²	0 m²	0 m²	175 m²	0 m²	175 m²	113 m²	0 m²	113 m²	288 m²	288 m²
Voirie et stationnement en enrobé	930 m²	542 m²	388 m²	2 421 m²	0 m²	2 421 m²	3 808 m²	301 m²	3 507 m²	7 159 m²	6 316 m²
Trottoirs enrobé	234 m²	0 m²	234 m²	280 m²	0 m²	280 m²	723 m²	0 m²	723 m²	1 237 m²	1 237 m²
Piste cyclable et voie de service stabilisé	0 m²	0 m²	0 m²	662 m²	0 m²	662 m²	610 m²	0 m²	610 m²	1 272 m²	1 272 m²
Parkings en stabilisé	0 m²	0 m²	0 m²	704 m²	0 m²	704 m²	1 291 m²	0 m²	1 291 m²	1 995 m²	1 995 m²
Bassins et noues	114 m²	0 m²	114 m²	2 268 m²	0 m²	2 268 m²	2 752 m²	0 m²	2 752 m²	5 134 m²	5 134 m²
Espaces verts	6 235 m²	6 680 m²	-445 m²	6 965 m²	17 200 m²	-10 235 m²	6 335 m²	19 106 m²	-12 771 m²	19 535 m²	-23 451 m²
Surface imperméabilisée	**1 267 m²**	**833 m²**	**434 m²**	**9 945 m²**	**413 m²**	**9 532 m²**	**12 166 m²**	**301 m²**	**11 865 m²**	**23 377 m²**	**21 830 m²**
Surface zones EP au droit du site	7 513 m²			17 613 m²			19 407 m²			44 533 m²	
Ratio prescrit au PLU	**500 m³/ha nouv. imp.**			**800 m³/ha nouv. imp.**			**1000 m³/ha nouv. imp.**				
Volume de rétention	**63 m³**		**22 m³**	**796 m³**		**763 m³**	**1217 m³**		**1186 m³**	**2075 m³**	**1971 m³**
Nouveau ratio (m3/ha)	171			767			975				

ANNEXE 26 : Document attestant que le déclarant est le propriétaire du terrain

- **Luc RAVANAS** - Docteur en droit - Notaire associé
- **Sophie GUAZZELLI-REVERCHON** - D.U. droit de l'entreprise agricole - Notaire associée
- **Odile RIBEROLLES** – Notaire
- **Sylvie DEPAS** - Notaire
- **Apolline LESIEUR-MERRIEN** – Notaire
- **Léonor GERAUDIE** - Notaire

ATTESTATION

JE SOUSSIGNE Maître Luc RAVANAS, notaire associé de la Société dénommée « Luc RAVANAS, Sophie GUAZZELLI-REVERCHON, notaires associés d'une société par actions simplifiée titulaire d'un office notarial » dont le siège est à MALLEMORT (Bouches-du-Rhône), 365 Avenue des Alpines, CERTIFIE ET ATTESTE, QUE DES PROMESSES DE VENTE SONT ACTUELLEMENT EN COURS au profit de :

La Société dénommée BOUYGUES IMMOBILIER, dont le siège est à ISSY LES MOULINEAUX (92130) 3 boulevard Galliéni, identifiée au SIREN sous le numéro 562091546 et immatriculée au Registre du Commerce et des Sociétés de NANTERRE

PORTANT SUR :

I/ A SENAS (13560), Une maison à usage d'habitation avec terrain attenant, située 391 chemin du Pont de l'Auture,

Ledit immeuble cadastré :

Préfixe	Section	N°	Adresse ou lieudit	Contenance
	AC	91	Chemin du Pont de l'Auture	27a 49ca
	AC	92	Chemin du Pont de l'Auture	27a 16ca
	AC	93	Chemin du Pont de l'Auture	10a 48ca
	AC	94	Chemin du Pont de l'Auture	12a 08ca
			Contenance totale	77a 21ca

II/ A SENAS (13560), Une parcelle de terrain à bâtir, située route nationale 7,

Ledit immeuble cadastré :

Préfixe	Section	N°	Adresse ou lieudit	Contenance
	AD	25	route nationale 7	42 a 69 ca
	AD	26	route nationale 7	25 a 86 ca
			Contenance totale	68 a 55 ca

III/ A SENAS (13560), Une parcelle de terrain, située Lieudit Cul de Peyrol,

Ledit immeuble cadastré :

Préfixe	Section	N°	Adresse ou lieudit	Contenance
	AC	344	La Campane	01 ha 39 a 35 ca
	AC	2	Cul de Peyrol	27ca
	AD	178	La Campane	01 a 32 ca
			Contenance totale	01 ha 40 a 94 ca

Service négociation :
Samia TLIBA : 06 58 88 24 10
samia.tliba.13074@notaires.fr

Collaborateurs:
Coraline BERNARD
Dorothée BOYER
Josiane CHAUVET
Pauline CORIAS
Edwin DELBROUQUE-PRIAL
Robin DAUMAS
Cindy FRADIN
Pauline GENRE
Brigitte GROMIER
Joëlle HUBER
Emilie JOURDAN
Florence RENOUF-PETIT
Marion SAPET

Comptabilité: 04 90 57 51 60

365 avenue des Alpines
BP 24
13370 MALLEMORT
Accueil: 04 90 59 10 62
rgr.mallemort@notaires.fr
https://rgr-mallemort.notaires.fr

SAS Luc RAVANAS, Sophie GUAZZELLI-REVERCHON, notaires associés
RCS Tarascon
D 306 5505 967 (88D 46)
APE 7411

Coordonnées bancaires
Code IBAN
FR31 4003 1000 0100 0016 7829 X27
Code BIC : CDCGFRPPXXX

IV/ A SENAS (13560), une parcelle de terrain, située Lieudit Cul de Peyrol,

Ledit immeuble cadastré :

Préfixe	Section	N°	Adresse ou lieudit	Contenance
	AD	20	Les Launes	47 a 55 ca
	AC	90	Pont de l'Auture	79 a 77 ca
	AC	622	Cul de Peyrol	05 a 94 ca
	AC	624	Cul de Peyrol	30 a 26 ca
	AC	617	Cul de Peyrol	10 ca
	AC	619	Cul de Peyrol	99 ca
	AC	625	Cul de Peyrol	02 a 04 ca
	AC	414	Cul de Peyrol	01 a 93 ca
			Contenance totale	01 ha 68 a 58 ca

V/ A SENAS (13560), une parcelle de terrain, située Lieudit CUL DE PEYROL,

Ledit immeuble cadastré :

Préfixe	Section	N°	Adresse ou lieudit	Contenance
	AC	621	CUL DE PEYROL	01 a 48 ca
	AC	623	CUL DE PEYROL	01 a 12 ca
			Contenance totale	02 a 60 ca

EN FOI DE QUOI, j'ai délivré la présente attestation pour servir et valoir ce que de droit.

Fait à Mallemort,
Le 12 décembre 2022.

P/O Maître Luc RAVANAS

ANNEXE 27 : Fiche CEREMA Aquatextile

TENCATE

GeoClean®

Pour dépolluer les eaux pluviales des hydrocarbures et des HAP

[FICHE TECHNIQUE]

Aquatextile oléo-dépolluant actif dédié aux noues, fossés, bassins à ciel ouvert, bassins enterrés, tranchées d'infiltration, chaussées à structure réservoir, plateformes et aires de ravitaillement d'engins de chantier

GeoClean®			Origin
Durabilité (1)			
Mesurée conformément à la norme [NF EN ISO 13438]			100 ans
Perméabilité à l'eau			
Ecoulement perpendiculaire au plan [NF EN ISO 11058]		m/s	≥ 8.10^{-2}
Fixation des hydrocarbures (3) et HAP - Traitement de l'eau (2) (4)			
Pollution diffuse			
Taux de fixation des hydrocarbures		%	≥ 99,9
Teneur résiduelle en hydrocarbures dans l'eau après la traversée de la structure		mg/l	≤ 0,7
Pollution accidentelle localisée			
Capacité maximale de fixation de la structure incluant un ou deux niveaux d'aquatextile	1 niveau	l/m²	≥ 0,2
	2 niveaux	l/m²	≥ 0,5
Biodégradation active des hydrocarbures			
Potentiel de biodégradation			+++
Vitesse de biodégradation optimale (2)		ml/m²/an	120
Propriétés mécaniques			
Résistance à la traction [NF EN ISO 10319] SP & ST (6)		kN/m	≥ 22
Propriétés			
Structure			Aquatextile bicouche constitué de filaments continus oléophiles imputrescibles
Couche supérieure bleue active			Diffusion d'un activateur de croissance naturel pour les microorganismes
Conditionnement			
Rouleau			3m x 80m 6m x 80m

(1) Dans des sols naturels présentant un 4 < pH < 9 et une température de sol ≤ 25°C
(2) La procédure d'essai sera communiquée sur simple demande
(3) Hydrocarbures: indice C_{10} - C_{40}
(4) Essais sur une structure d'infiltration avec GeoClean(r) recouvert soit d'un mélange terre/sable de type ouvrage à ciel ouvert (noue, fossé, bassin), soit de pavés posés sur lit de sable.
(5) Performances testées notamment par le Cerema, le Leesu et le Kiwa (non exhaustif).
(6) SP : Sens Production - ST : Sens Travers

FABRIQUÉ EN France

Les valeurs mentionnées sont indicatives et correspondent à des moyennes de résultats obtenus par des organismes d'essais extérieurs. Les valeurs ci-dessus sont celles en vigueur à la date d'édition de la présente fiche et sont susceptibles d'être modifiées à tout moment. Vérifiez que vous disposez bien de la dernière édition. TenCate AquaVia SAS ne pourrait être tenue responsable pour une utilisation inappropriée de ses aquatextiles.

Pour plus d'informations sur la préparation du projet, la mise en œuvre de l'aquatextile ou les économies réalisées, contactez-nous.

AQUATEXTILE

Textile technique dédié à la dépollution des eaux de ruissellement.

Il gère la qualité de l'eau pluviale lors de son infiltration dans le sol.

AQUATEXTILE OLÉO - DÉPOLLUANT ACTIF

Fixe de manière irréversible les hydrocarbures dont les HAP grâce à sa structure unique et stimule systématiquement leur biodégradation.

DES PERFORMANCES ÉCOLOGIQUES RECONNUES (5)

Cerema

leesu

kiwa

TenCate AquaVia S.A.S.
contact@tencateaquavia.com | 01 34 23 53 56
9, rue Marcel Paul 95870 Bezons - France
www.tencategeoclean.com

TENCATE AQUAVIA

07.2023 | FR | Photo credits : Getty Images & TenCate AquaVia CREATION 42&C

TENCATE AQUAVIA

Infiltrer propre est essentiel

Aquatextiles pour une Gestion Intégrée et Durable des Eaux Pluviales

Dépolluer
les eaux pluviales
des hydrocarbures
et des HAP lors
de leur infiltration

- **Économique**
- **Durable**
- **Sans entretien**

INSPIRÉ DU VIVANT

pour dépolluer les eaux pluviales lors de leur infiltration

Aquatextile oléo-dépolluant actif
Textile technique qui fixe de manière irréversible les hydrocarbures dont les HAP grâce à sa structure unique et stimule systématiquement leur biodégradation sur le long terme

HAP
Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques

Pollution des eaux aux HAP : chiffres clés

- HAP = 2/3 des micropolluants présents dans les rivières en France
- 6 parmi les 10 HAP retrouvés dans les eaux de ruissellement sont déjà classés comme cancérigènes par l'OMS/CIRC
- NQE — Cause principale de déclassement de la qualité des rivières

En s'inspirant des propriétés de certains sols à fixer et à biodégrader les micropolluants organiques, nous avons conçu les aquatextiles oléo-dépolluants pour traiter en tout lieu et avec une grande efficacité les eaux pluviales chargées en hydrocarbures et en HAP lors de leur infiltration

Ils s'installent dans toutes les structures d'infiltration pour traiter 100% des eaux pluviales et garantir une infiltration propre

Infiltrer propre en 3 ÉTAPES SIMULTANÉES

ÉTAPE 1
Infiltre instantanément l'eau sur la totalité de sa surface grâce à **une perméabilité très élevée > 10.10^{-2} m/s**

ÉTAPE 2
Fixe de manière irréversible les hydrocarbures et les HAP, tout en restant perméable
- Fixation des hydrocarbures C_{10}-C_{40} ≥ 99%
- Fixation des 6 HAP* : entre 62 et 78%

ÉTAPE 3
Favorise l'accroissement de la communauté des micro-organismes endémiques **pour biodégrader systématiquement et plus rapidement les hydrocarbures**

Comment fonctionne la biodégradation ?

5 conditions sont indispensables pour une biodégradation efficace

Nutriments naturels (aquatextile) Processus de digestion

Hydrocarbures (pollution) Nourriture

Eau (pluie)

Micro-organismes natifs Bactéries + Champignons

Chaleur (sol & air) Accélérateur

Biodégradation

O_2 (air) Respiration

Compatible avec les variations temporaires de hauteur des nappes phréatiques

> **GeoClean® et InDi'Green offrent toutes ces conditions**

Le sol n'assure pas systématiquement une fixation et une biodégradation suffisante des charges d'hydrocarbures apportées par les eaux de ruissellement, car :

- Grande variabilité
  - Hétérogénéité spatiale
  - Épaisseur minimale
  - Composition (granulométrie, matière organique)
- Carence en nutriments
- Fluctuation du pH et de la teneur en eau
- Capacités limitées par rapport au flux de pollution routière
- Relargage possible

*Résultats issus d'une étude réalisée en 2021-2022 par le Cerema et le Leesu.

DES PERFORMANCES ÉCOLOGIQUES RECONNUES

Biodégradation des hydrocarbures et des HAP

Les aquatextiles favorisent un taux de biodégradation élevé : la vitesse de biodégradation atteinte dès le premier mois est supérieure à 2,2 g HC/m²/semaine, ce qui s'exprime par un taux annuel de 120 ml HC/m²/an

La présence de l'aquatextile améliore l'efficacité de la rétention et/ou biodégradation des molécules d'hydrocarbure étudiées par rapport à un sol naturel, et souligne également la capacité du dispositif d'infiltration à gérer des pollutions plus importantes

L'aquatextile GeoClean® joue un rôle positif sur la biodiversité des sols.

*L'aquatextile GeoClean® s'avère être un dispositif préservant la quasi-totalité de la diversité microbienne fonctionnelle des écosystèmes sols soumis à une pollution aux hydrocarbures.**

Fixation des hydrocarbures C_{10}-C_{40}*

- L'efficacité des aquatextiles à **fixer et/ou biodégrader les hydrocarbures > 99,9 %**
- Une concentration résiduelle en hydrocarbures entre **0,03 mg/L et 2 mg/L** en aval de l'ouvrage d'infiltration selon sa structure.

Fixation des HAP*

- Un **taux de fixation des 6 HAP les plus toxiques** (cancérigènes possibles) et présents dans les eaux pluviales, variant de **62 à 78%**
- Un taux de fixation du **benzo(a)pyrène**, HAP classé comme cancérigène avéré, de **77%**
- Les concentrations des Benzo(b)fluoranthène (BbF) et Benzo(k)fluoranthène (BkF) **abaissées sous les NQE-CMA**.

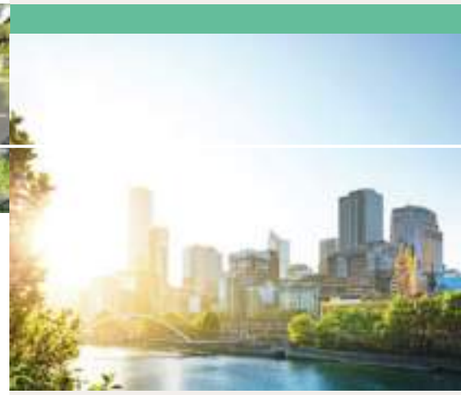
Plus de 500 projets réalisés depuis 2018 en Europe

Solution validée par
- DDT
- DREAL
- MOA publiques et privées

TENCATE GeoClean®

InDi'Green

[INFILTRATION DIRECTE]



Des solutions économiques, durables et sans entretien

SYSTÉMATISENT ET OPTIMISENT
les processus de fixation et de biodégradation des hydrocarbures et des HAP sur le long terme.

&

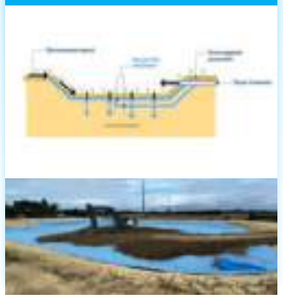
PRÉSERVENT
la qualité de l'eau et des sols, et protége la biodiversité

REVÊTEMENT IMPERMÉABLE

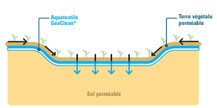
Route . Voirie . Place de parking . Plateforme logistique
Station service . Réseau ferré et Aéroport.

INFILTRATION PAR OUVRAGE À CIEL OUVERT

Bassin d'infiltration à ciel ouvert

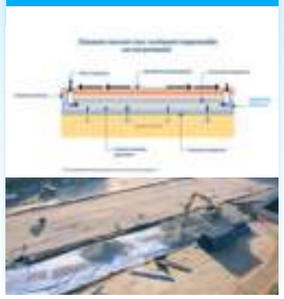


Noue et fossé d'infiltration

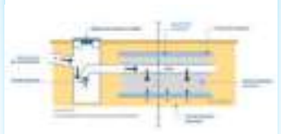


INFILTRATION PAR OUVRAGE ENTERRÉ

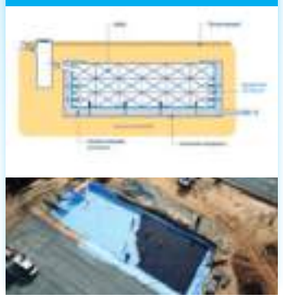
Chaussée à structure réservoir



Tranchée d'infiltration

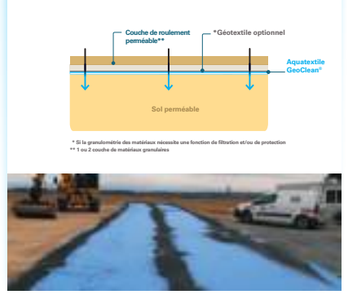


Bassin d'infiltration ou d'atténuation



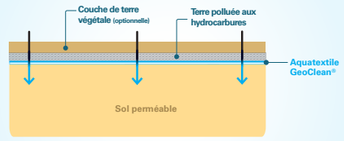
Puits d'infiltration

INFILTRATION DIRECTE À TRAVERS LA STRUCTURE



CONFINEMENT ET UTILISATION IN SITU DE TERRES POLLUÉES

Dépollution et valorisation in situ
des terres excavées issues de sites et sols pollués



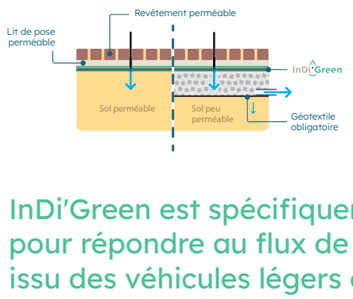
REVÊTEMENT PERMÉABLE

Plateforme de stationnement et aire de ravitaillement pour engins de chantier

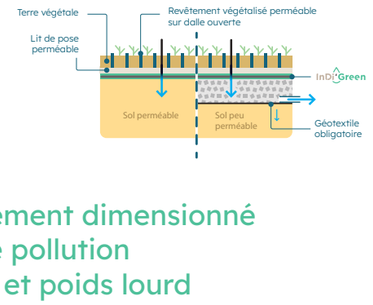
REVÊTEMENT PERMÉABLE

Parking perméable

INFILTRATION À TRAVERS UN REVÊTEMENT PERMÉABLE MINÉRAL



INFILTRATION À TRAVERS UN REVÊTEMENT PERMÉABLE VÉGÉTALISÉ



InDi'Green est spécifiquement dimensionné pour répondre au flux de pollution issu des véhicules légers et poids lourd en stationnement

—

Propriétés mécaniques optimisées
Résistance à la traction > 20 kN/m (classe 6)

"InDi'Green est dédié à la dépollution des eaux pluviales des Parking perméables avec revêtement perméable"

UNE SOLUTION CLÉ EN MAIN POUR VOS PROJETS

- √ **IDÉAL POUR LES PROJETS DE DÉSIMPERMÉABILISATION**
- √ **ADAPTÉ AUX POLITIQUES DE TRANSITION ÉCOLOGIQUES ET RSE**
- √ **SANS DIMENSIONNEMENT TECHNIQUE**

Des aquatextiles aux performances adaptées à chaque application

FABRIQUÉ EN France

TENCATE GeoClean®

InDiGreen

	Ouvrage d'infiltration des eaux pluviales à ciel ouvert ou enterré Fossé, chaussée réservoir, plateforme logistique et d'engins de chantier, noue, bassin, tranchée, site et sol pollué			Parking perméable
	Origin	**Crystal**	**Pure**	
Durabilité NF EN ISO 13438	≥ 100 ans	≥ 100 ans	≥ 100 ans	≥ 50 ans
Perméabilité à l'eau NF EN ISO 11058	8.10^{-2} m/s	6.10^{-2} m/s	4.10^{-2} m/s	10.10^{-2} m/s
Fixation des hydrocarbures et traitement de l'eau				
Pollution diffuse				
Taux de fixation des hydrocarbures	≥ 99,9%	≥ 99,9%	≥ 99,9%	≥ 99.5%
Teneur résiduelle en hydrocarbures dans l'eau après passage dans la structure	≤ 0,7 mg/L	≤ 0,7 mg/L	≤ 0,7 mg/L	≤ 1 mg/l
Pollution accidentelle localisée				
Capacité maxi de fixation (1 niveau l'aquatextile)	≥ 0,2 l/m²	≥ 0,3 l/m²	≥ 0,4 l/m²	≥ 0,15 l/m²
Capacité maxi de fixation (2 niveaux d'aquatextile)	≥ 0,5 l/m²	≥ 1 l/m²	≥ 2 l/m²	-
Biodégradation active des hydrocarbures				
Potentiel de biodégradation	+	++	+++	+
Vitesse de biodégradation optimale	120 ml / m² / an	120 ml / m² / an	120 ml / m² / an	60 ml / m² / an
Taux de biodégradation comparé à l'apport moyen diffus sur une voie circulable	/	/	/	≥ x 5
Résistance à la traction NF EN ISO 10319	≥ 22 kN/m	≥ 30 kN/m	≥ 50 kN/m	≥ 20 kN/m (classe 6)

Les valeurs ci-dessus sont celles en vigueur à la date d'édition du présent document et sont susceptibles d'être modifiées à tout moment. TenCate AquaVia S.A.S ne pourrait être tenue responsable pour une utilisation inappropriée de ses aquatextiles.

* Fiche technique communiquée sur demande

Gamme de 3 PRODUITS

offrant des niveaux de fixation et de biodégradation croissants

GeoClean® **ORIGIN**	GeoClean® **CRYSTAL**	GeoClean® **PURE**
3 m x 80 m = 240 m²	3 m x 60 m = 180 m²	3 m x 40 m = 120 m²
6 m x 80 m = 480 m²	6 m x 60 m = 360 m²	6 m x 40 m = 240 m²

1 SOLUTION

adaptée à toutes les zones de stationnement

2,8 m x 100 m = 280 m²
5,6 m x 100 m = 560 m²

TenCate AquaVia dépollue les eaux pluviales lors de leur l'infiltration ***pour préserver la qualité de l'eau et des sols, et protéger la biodiversité.***

Membre actif

ADOPTA graie France Water Team

Un réseau de partenaires techniques européens

Cerema kiwa UPEC

TENCATE AQUAVIA

9, rue Marcel Paul | 95870 Bezons | France
01 34 23 53 56 | contact@tencateaquavia.com

CREATION 07.2023 | FR

ANNEXE 28 : Débit centennal généré par le bassin versant amont

CERRETTI

AFFAIRE n° 18025 : BV intercepté à Sénas

ANNEXE 28
Débits de pointe du BV intercepté

1 - Hypothèses prises en compte et contexte règlementaire

Superficie totale de l'impluvium propre au projet : A = **0,0105 km²** , soit une surface de **10 475 m²**
Longueur du plus long chemin hydraulique (PLT) : L = **150 m**
Pente moyenne pondérée du PLT : I = **0,003 m/m**

2 - Calcul du coefficient de ruissellement décennal et de l'imperméabilisation

	Bv amont (état actuel)		
Nature des surfaces	**Surface**	**Coefficient de ruissellement**	**Surface active**
Total	**10 475 m²**	**0,61**	**6 370 m²**
Toitures et voiries	5 646 m²	1,00	5 646 m²
Espaces verts	4 829 m²	0,15	724 m²

Imperméabilisation
54%

3 - Calcul des coefficients de ruissellement d'occurrence supérieure

Calcul de P0	**24,25**
C(10)	**0,61**
C(20)	**0,64**
C(30)	**0,66**
C(50)	**0,67**
C(100)	**0,70**

Pour des périodes de retour T > 10 ans, on se référera à la formule du Guide Technique Assainissement Routier :

$C_{(T)} = 0.8 \times \left(1 - \frac{P_{(0)}}{Pj_{(T)}}\right)$ si $C_{(10)} < 0.8$ et avec $P_0 = \left(1 - \frac{C_{(10)}}{0.8}\right) \times Pj_{(10)}$ et si $C_{(10)} \geq 0.8$, il est admis que $P_0 = 0$ et $C_{(T)} = C_{(10)}$

Avec : $C_{(T)}$: coefficient de ruissellement pour une période de retour T,
P_0 en mm,
$Pj_{(T)}$: hauteur de la pluie journalière de période de retour T,

4 - Calcul du temps de concentration

Méthode		**t_c**	
Kirpich		**9 mn**	0,14 h
Passini		**14 mn**	0,23 h
Ventura		**14 mn**	0,24 h
Pour BV urbain	Chocat	**14 mn**	0,23 h
Temps de concentration retenu		**14 mn**	0,23 h

5 - Calcul des intensités pluviométriques

La pluviométrie est issue de la station météorologique de Salon de Provence.

Période de retour		**T = 5 ans**	**T = 10 ans**	**T = 30 ans**	**T = 100 ans**
Coefficients de Montana	a	4,807	5,387	6,056	6,574
6mn < t < 1h	b	0,455	0,437	0,406	0,372
Intensité de la pluie égale au temps de concentration		**1,4 mm/mn**	**1,7 mm/mn**	**2,1 mm/mn**	**2,5 mm/mn**
$i(t_c,T)$		**87 mm/h**	**102 mm/h**	**125 mm/h**	**148 mm/h**

6 - Calcul des débits de pointe

Le débit de pointe est calculé par la méthode rationnelle :

$Q = K \times C \times i(t_c,T) \times A$ avec $K = 1 / 3,6$

Période de retour	**T = 5 ans**	**T = 10 ans**	**T = 30 ans**	**T = 100 ans**
Débit instantané maximal à l'état projet	**0,149 m³/s**	**0,181 m³/s**	**0,238 m³/s**	**0,299 m³/s**
	149 L/s	**181 L/s**	**238 L/s**	**299 L/s**

FORMULAIRE DE DECLARATION PREALABLE A LA REALISATION DE SONDAGES, FORAGES, CREATION DE PUITS OU D'OUVRAGES SOUTERRAINS ET DEMANDE DE PRELEVEMENT D'EAU ATTENANTE OU DEMANDE DE REGULARISATION

PRÉFET
DES BOUCHES-
DU-RHÔNE
Liberté
Égalité
Fraternité

Direction départementale
des Territoires et de la Mer
des Bouches-du-Rhône

Formulaire de déclaration préalable à la réalisation de sondages, forages, création de puits ou d'ouvrages souterrains et demande de prélèvement d'eau attenante
ou
Demande de régularisation de l'existant

-Tout sondage, forage, création de puits ou d'ouvrage souterrain utilisé pour un usage dit « non domestique » (*prélèvement supérieur à 1 000 m^3/an ou à usage non exclusivement domestique*),

-Tout prélèvement d'eau souterraine compris entre 10 000 et 200 000 m3/an,

-Toute demande de régularisation d'un de ces ouvrages ou prélèvements,

- Tout prélèvement et installations permettant le prélèvement dans un cours d'eau, dans sa nappe d'accompagnement ou dans un plan d'eau ou canal alimenté par ce cours d'eau d'une capacité totale maximale comprise entre 400 et 1 000 m3 / heure ou entre 2 et 5 % du débit du cours d'eau,

doit être déclaré au Guichet Unique de l'Eau de la Préfecture des Bouches-du-Rhône grâce au présent formulaire complété et envoyé, en 3 exemplaires papiers et en version électronique (clé USB ou CD), à l'adresse suivante :

Préfecture des Bouches-du-Rhône
Direction des Collectivités Locales de l'Utilité Publique et de l'Environnement
Bureau des Installations et travaux réglementés pour la protection des milieux
Hôtel de la Préfecture - Boulevard Peytral
13282 Marseille

: 04.84.35.42.66 ou 04.84.35.63 ou 04.84.35.63.65
: christine.herbaut@bouches-du-rhone.gouv.fr et veronique.lopez@bouches-du-rhone.fr

Pour toute question relative à la bonne complétion du document, veuillez contacter la DDTM13
Service mer, eau et environnement – Pôle Milieux Aquatiques :
yann.serveau@bouches-du-rhone.gouv.fr / 04 91 28 41 79

Tout sondage, forage, création de puits ou d'ouvrage souterrain associé à un prélèvement dit « domestique » (*inférieur à 1 000 m^3/an et usage strictement domestique*), **n'est pas concerné par ce formulaire mais doit être déclaré en mairie de la commune où il est situé**, au moyen d'un imprimé Cerfa à retirer en mairie ou à télécharger sur le site internet :
https://www.formulaires.service-public.fr/gf/cerfa_13837.do

Tout abandon de forage doit être communiqué au préfet à l'adresse ci-dessus en utilisant les parties 1, 2 et 5 de ce formulaire

Références réglementaires

- Articles L.214-1 à L.214-3 et R214-1 à R214-5 du Code de l'Environnement pour la protection de l'eau et des milieux aquatiques.

- Article R414-23 du Code de l'Environnement, dispositions relatives à l'évaluation des incidences Natura 2000.

- Arrêté du 11 septembre 2003 (NOR: DEVE0320170A), modifié par l'arrêté du 07/08/2006, portant application du décret n° 96-102 du 2 février 1996 et fixant les prescriptions générales applicables aux sondage, forage, création de puits ou d'ouvrage souterrain soumis à déclaration en application des articles L. 214-1 à L. 214-3 du code de l'environnement et relevant de la rubrique 1.1.1.0 de la nomenclature annexée au décret n° 93-743 du 29 mars 1993 modifié.

- Arrêté du 11 septembre 2003 (NOR: DEVE0320171A) , modifié par l'arrêté du 07/08/2006, portant application du décret n° 96-102 du 2 février 1996 et fixant les prescriptions générales applicables aux prélèvements soumis à déclaration en application des articles L. 214-1 à L. 214-3 du code de l'environnement et relevant des rubriques 1.1.2.0, 1.2.1.0, 1.2.2.0 ou 1.3.1.0 de la nomenclature annexée au décret n° 93-743 du 29 mars 1993 modifié.

Liste des pièces à joindre obligatoirement à la demande

- Imprimé joint renseigné.
- Plan de situation au 1/25000ème **et** extrait cadastral avec indication précise de l'emplacement de l'installation. Les **coordonnées géographiques** de l'ouvrage doivent être indiquées.
- Plan de localisation des captages situés dans un rayon de 500m du projet et susceptibles d'être influencés par celui-ci, le cas échéant.
- Document d'incidence (*Cf. Partie 4*).
- Rubriques concernées de la nomenclature annexée à l'Article R.214-1 du Code de l'Environnement (**cocher les rubriques concernées**).
- Coupe de l'ouvrage et des couches géologiques traversées.
- Description de l'équipement prévu de l'ouvrage (protection, compteur, cimentation, etc...).
- Pour la régularisation d'un ouvrage existant : **photographies** de l'intérieur et de l'extérieur de l'ouvrage, le cas échéant un **justificatif d'antériorité (facture par exemple)** d'avant le 11 septembre 2003 (date de l'arrêté précisant les prescriptions techniques des forages et puits).

Aucun travaux en vue de la réalisation d'un forage ne peut être exécuté avant l'obtention d'un avis favorable. En absence de réponse de l'administration l'avis est tacitement favorable deux mois après l'obtention du récépissé de déclaration.

Tout dossier incomplètement renseigné ou illisible sera refusé.

La réalisation d'un ouvrage ou un prélèvement d'eau non déclaré est considéré comme une infraction exposant le contrevenant à une amende de 5ème classe et à des poursuites pénales.

Cas concernés par ce formulaire devant faire l'objet de démarches supplémentaires :

➔ **Pour les ouvrages agricoles en Crau : contactez l'OUGC de la nappe de la Crau afin d'adhérer à l'OUGC:**

Organisme Unique de Gestion Collective de la nappe de la Crau
Maison des agriculteurs
22 avenue Henri Pontier 13626 AIX EN PROVENCE Provence Cedex 1
tél :04.42.23.06.11
http://www.ougc13.fr/pratique/contact/

➔ **Pour les ouvrages > 10 m de profondeur : un formulaire doit être envoyé à la DREAL PACA 15 jours avant le début des travaux**

Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement de Provence-Alpes et Côte d'Azur (DREAL PACA)
Service Prévention des Risques - USSC - JN -
16 Rue Antoine Zattara - CS 70248
13331 MARSEILLE Cedex 3
tél: 04.91.83.64.40

Les demandes d'autorisations et les déclarations prévues par l'article L.214-3 du code de l'environnement valent déclaration au titre de l'article L.411-1 du code minier.

Ce formulaire permet de tenir à jour l'inventaire des points de recherches et de prélèvements effectués dans le sous-sol. Il est disponible à l'adresse suivante :
http://www.paca.developpement-durable.gouv.fr/les-forages-r509.html

➔ **Pour les ouvrages > 50 m de profondeur destinés à l'approvisionnement en eau : un examen au cas par cas de la nécessité de les soumettre à évaluation environnementale est nécessaire au titre de l'article R122-2 rubrique 27-a du code de l'environnement par la MRAe (Mission régionale de l'autorité environnementale)**

Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement de Provence-Alpes et Côte d'Azur (DREAL PACA)
Site de Zattara – SCADE / UEE – Autorité Environnementale Projets
16 Rue Antoine Zattara - CS 70248
13331 MARSEILLE Cedex 3

Plus d'informations sur : http://www.paca.developpement-durable.gouv.fr/comment-et-qui-saisir-pour-un-examen-au-cas-par-r1425.html

➔ **Pour les ouvrages ou les prélèvements utilisés pour l'eau potable à usage non domestique la délégation départementale des Bouches-du-Rhône de l'Agence Régionale de santé doit être contactée :**

ars-paca-dt13-sante-environnement@ars.sante.fr
ou
Remy.MORLAND@ars.sante.fr 04 13 55 82 35

Sommaire

Partie 1 : Identification de la demande....6
I. Demandeur....6
II. Rubriques réglementaires concernées par la demande....7

Partie 2: Ouvrage....8
I. Localisation de l'ouvrage....9
II. Nature de l'ouvrage....9
III. Équipement de pompage....9
IV. Moyen de comptage ou d'évaluation des prélèvements d'eau....9
V. Entreprise chargée des travaux de forage....10
VI. Rapport de fin de travaux....10

Partie 3: Prélèvement compris entre 10 000 et 200 000m3/an....11
I. Usages et périodes d'utilisation envisagées....11
II. Synthèse des ouvrages utilisés et des prélèvements d'eau....13

Partie 4: Document d'incidence....14
I. Incidence liée à l'ouvrage....14
II. Incidence liée au prélèvement d'eau....16
III. Évaluation des incidences Natura 2000 (article 414-23 du code de l'environnement)....17

Partie 5: Abandon d'ouvrage et/ou de prélèvement....19
I. Ouvrage....19
II. Prélèvement....19

Partie 1 : Identification de la demande

I. Demandeur

Nom : SOUQUET Prénom : Bernard

Raison sociale (si société) : BOUYGUES IMMOBILIER Date de naissance : .....

Adresse : 7 boulevard de Dunkerque

.....

Code postal : 13216 Commune : MARSEILLE Cedex 02

Tél. : ..... Port. : 06 66 33 27 61

Mail : b.souquet@bouygues-immobilier.com

SIRET : 562 091 546 00005 N° PACAGE (si exploitation agricole) : .....

☐ Conjointement un (ou plusieurs) nouvel(eaux) ouvrage(s) et/ou un (ou plusieurs) nouveau(x) prélèvement(s) d'eau.

(**Parties 1 à 4 à renseigner**)

Date prévisionnelle de commencement des travaux : ..... / ..... / .....

☐ Uniquement l'ouvrage (ou les ouvrages), le prélèvement d'eau sera déclaré et autorisé ultérieurement.
(**Parties 1, 2 et 4 à renseigner**)

Date prévisionnelle de commencement des travaux : ..... / ..... / .....

☒ Une régularisation d'un (ou plusieurs) ouvrage(s) existant(s), ainsi que son (leur) prélèvement d'eau.
(**Parties 1 à 4 à renseigner**)

Date de réalisation : 14 / 03 / 2019

☐ Une régularisation d'un prélèvement d'eau.
(**Parties 1, 3 et 4 à renseigner**)

Date de réalisation : ..... / ..... / .....

☐ Une modification de votre déclaration antérieure.
(**Parties 1 à 4 à renseigner, selon le contenu de la demande de modification**)

N° récépissé de déclaration ou N° Arrêté Préfectoral : .....

Date de récépissé ou d'Arrêté : ..... / ..... / .....

☐ Un abandon définitif d'ouvrage(s).
(**Parties 1, 2 et 5 à renseigner**)

N° récépissé de déclaration ou N° Arrêté Préfectoral : .....

Date de récépissé ou d'Arrêté : ..... / ..... / .....

Nombre d'ouvrage(s) de prélèvement concerné(s) par la demande : 1

Nombre d'ouvrage(s) de prélèvement utilisé(s) par le demandeur : 1

Ressource(s) en eau, autre que le forage, dont vous disposez sur votre propriété ou exploitation agricole : .....
Sans objet

Veuillez expliquer en quelques phrases le contexte de votre demande (réalisation, régularisation, modification ou abandon), en vue du bon déroulement de l'instruction de votre dossier :

La demande concerne la régularisation d'un piézomètre existant réalisé dans le cadre d'investigations géotechniques en 2019.

L'ouvrage n'a fait et ne fera l'objet d'aucun prélèvement.

Il n'est utilisé que dans le cadre du suivi du niveau de la nappe alluviale (suivi piézométrique en cours jusqu'au début du mois de novembre 2023.

II. Rubriques réglementaires concernées par la demande

☒ Rubrique 1.1.1.0 : Sondage, forage, y compris les essais de pompage, création de puits ou d'ouvrage souterrain, non destiné à un usage domestique, exécuté en vue de la recherche ou de la surveillance d'eaux souterraines ou en vue d'effectuer un prélèvement temporaire ou permanent dans les eaux souterraines, y compris dans les nappes d'accompagnement de cours d'eau

☐ Rubrique 1.1.2.0 : Prélèvements permanents ou temporaires issus d'un forage, puits ou ouvrage souterrain dans un système aquifère, à l'exclusion de nappes d'accompagnement de cours d'eau, par pompage, drainage, dérivation ou tout autre procédé supérieur à 10 000 m3/an mais inférieur à 200 000 m3/an..

☐ Rubrique 1.2.1.0 : A l'exception des prélèvements faisant l'objet d'une convention avec l'attributaire du débit affecté prévu par l'article L214-9 , prélèvements et installations et ouvrages permettant le prélèvement, y compris par dérivation, dans un cours d'eau, dans sa nappe d'accompagnement ou dans un plan d'eau ou canal alimenté par ce cours d'eau ou cette nappe

Fait à MARSEILLE, le 31 / 08 / 2023

NOM et Prénom du demandeur	NOM et Prénom du propriétaire de la parcelle (si différent)
Signature du demandeur	Signature du propriétaire de la parcelle (si différent)

Partie 2: Ouvrage

Un ouvrage est un ouvrage d'art complexe dont la majeure partie n'est pas visible. Pour qu'un ouvrage soit durable et qu'il préserve les eaux souterraines, tant du point de vue quantitatif que qualitatif, sa réalisation doit respecter certains principes et certaines règles. Ces règles sont décrites dans un **Arrêté du Ministère de l'Écologie et du Développement Durable du 11 septembre 2003 (NOR: DEVE0320170A), fixant les prescriptions générales applicables aux sondage, ouvrage et création de puits ou d'ouvrage souterrain.**
Un ouvrage ne doit en aucun cas mettre en péril la ressource qu'il est destiné à exploiter et les usages qui en sont faits, notamment par d'autres ouvrages préexistants. Un ouvrage ne doit en aucun cas permettre des échanges entre les eaux superficielles traversées et la nappe qu'il capte.

Réalisation d'un forage, des précautions nécessaires

Des précautions sont indispensables pour garantir la protection des ressources souterraines durant la réalisation des travaux et après.
Le chantier doit être organisé de manière à éviter tout déversement accidentel de substances polluantes dans le forage. Sont à examiner la limitation de l'accès et du stationnement des véhicules à proximité de la tête de forage, le stockage des hydrocarbures nécessaires au fonctionnement de la foreuse, la mise en place de tubages provisoires et la fermeture de la tête de puits en dehors des heures de travail, la création de fossés de dérivation des eaux de ruissellement, la pose d'une clôture temporaire, etc.

Équipement et protection de l'ouvrage

L'équipement de l'ouvrage doit permettre d'extraire l'eau de la nappe que l'on souhaite exploiter tout en préservant cette eau des pollutions depuis la surface ou par les eaux d'autres nappes.
Une margelle bétonnée doit être réalisée de manière à éloigner les eaux de la tête du forage. C'est pourquoi cette margelle est de 3 m² au minimum autour de la tête et 0,30 m de hauteur au-dessus du niveau du terrain naturel. Cette margelle n'est pas obligatoire lorsque la tête de l'ouvrage débouche dans un local étanche. La tête du forage s'élève au moins à 0,5 m au-dessus du sol.
Un capot de fermeture ou tout autre dispositif approprié de fermeture équivalent est installé sur la tête du forage. Il doit permettre un parfait isolement des inondations et de toute pollution par les eaux superficielles.
Le forage doit être équipé d'une plaque mentionnant le numéro de récépissé de déclaration.

Des tests hydrauliques nécessaires

Pour définir les conditions d'exploitation qui garantiront une longue vie au forage et ne mettront pas la ressource en péril, il est nécessaire de réaliser des tests hydrauliques :
- L'essai de puits, composé de pompages enchaînés à débit croissant et de courte durée (1 heure), permet de définir le débit maximal exploitable sur l'ouvrage ;
- L'essai de nappe est un pompage continu de longue durée (24 heures au moins) qui permet de vérifier si la nappe est capable de fournir durablement le débit d'exploitation défini lors de l'essai de puits.

C'est à partir de ces deux essais que seront définis le débit de la pompe qui équipera l'ouvrage, sa position et le régime d'exploitation ; ceci pour protéger à la fois la ressource, le forage et la pompe.

Conditions d'abandon

Les forages, puits, ouvrages souterrains et les ouvrages connexes à ces derniers, utilisés pour effectuer la surveillance des eaux souterraines ou un prélèvement dans ces eaux, sont régulièrement entretenus de manière à garantir la protection de la ressource en eau souterraine, notamment vis-à-vis du risque de pollution par les eaux de surface et du mélange des eaux issues de différents systèmes aquifères, et à éviter tout gaspillage d'eau.
Tout forage qui ne sera ni exploité, ni surveillé (dans le cas d'un piézomètre), est considéré comme abandonné et doit être comblé par des techniques garantissant l'absence de risque de pollution.
Pour être dégagé des obligations d'entretien d'un ouvrage qu'il abandonne, le propriétaire doit déclarer son comblement dans le rapport de fin de travaux.

Dispositions diverses

Le déclarant est tenu de laisser accès aux agents chargés du contrôle dans les conditions prévues à l'Article L.216-4 du Code de l'Environnement. La modification de certaines prescriptions doit faire l'objet d'une demande au Préfet.

Le demandeur déclare s'engager à respecter ces prescriptions techniques sans délai et certifie en avoir bien pris connaissance.

☒ ***Oui (cocher SVP)***

1 exemplaire par ouvrage !

Identification de l'ouvrage (n° ...../.....)

I. Localisation de l'ouvrage

Commune de situation de l'ouvrage : .....SENAS.....

Lieu-dit : .....Pont de l'Auture..... Cadastre - Section : .....AC..... N° parcelle : .....414.....

Coordonnées géographiques : .....X.866860,8 Y.6296621,6.....

NB : localisation de(s) ouvrage(s) sur un Plan au 1/25000ème et un extrait cadastral à joindre

II. Nature de l'ouvrage

☒ Forage ☐ Puits

Profondeur : .....10..... m

Profondeur de l'eau au repos : .....2..... m

Cimentation sur 1 m de profondeur ? ☒ Oui ☐ Non

Margelle en béton de plus de 3m² ? ☐ Oui ☒ Non

Tête de forage 0.5m au dessus du terrain naturel (ou 0.2m si elle est située dans un local) ? ☒ Oui ☐ Non

Nom de la nappe ou aquifère sollicité(e) et code SANDRE (disponible sur https://www.sandre.eaufrance.fr/Rechercher-une-donnee-d-un-jeu):

.....FRDG359 : Alluvions Basse Durance.....

☐ Prise en cours d'eau ☐ Captage de source

Nom de la ressource (cours d'eau ou source) prélevée: .....

III. Équipement de pompage

Débit d'exploitation de l'équipement (débit maximum) : ...../.....m^3/h.

Débit de fonctionnement de l'équipement : ...../.....m^3/h.

Pour les stockages d'eau :

origine de l'eau (cours d'eau, forage, ruissellement, source ,..): ……/…….. --------

débit de l'équipement de reprise :...../.....m^3/h.

Type d'équipement : ☐ Pompe fixe ☐ Pompe mobile

☐ Autre (vanne ; martellière, …), à préciser : .....

.....

IV. Moyen de comptage ou d'évaluation des prélèvements d'eau

☐ Compteur volumétrique

☐ Échelle limnimétrique

☐ Autre (à préciser) : .....

.....

NB : un registre de prélèvement d'eau doit être rempli et conservé au minimum 3 ans

V. Entreprise chargée des travaux de forage

Nom : ..... Prénom : .....

Raison sociale (si société) : SOL-ESSAIS

Adresse : 460 Avenue Jean Perrin

.....

Code postal : 13851 Commune : AIX-EN-PROVENCE Cédex 3

Tél. : 04 42 39 74 85 Port. : ..... Fax : 04 42 39 73 91

Mail : aix@sol-essais.fr

L'entreprise est-elle adhérente à la charte de qualité des foreurs ? ☐ Oui ☒ Non

Ouvrage réalisé en conformité avec la norme AFNOR NF X10-999 « Forage d'eau et de géothermie » ?

☐ Oui ☒ Non

Le respect de cette norme permet de garantir que l'ouvrage est réalisé dans les règles de l'art et permet notamment de protéger la ressource souterraine de toute infiltration directe d'eau de ruissellement superficielle potentiellement polluée.

VI. Rapport de fin de travaux

*Document à transmettre aux services de la Préfecture, **en 2 exemplaires**, **dans les 2 mois suivant la réalisation des travaux** (Direction Départementale des Territoires des Bouches-du-Rhône (DDTM 13) – SMEE – PMA – 16, rue Antoine Zattara CS 70248 13331 MARSEILLE CEDEX 3 – 04.91.28.41.79 –: yann.serveau@bouches-du-rhone.gouv.fr).*

Le rapport de fin de travaux de réalisation doit comporter :

- Le déroulement du chantier : dates et problèmes éventuellement rencontrés.
- Le dossier de récolement (ex : dossier pouvant être obtenu via des logiciels professionnels à destination des foreurs, du type GESFOR (BRGM / logiciel libre), WINLOG (GAEA Technologies), ...).

Ce dossier comprend :

- La coupe géologique de l'ouvrage et l'indication du ou des niveaux de nappe(s).
- Le code BSS (numéro d'identification de l'ouvrage dans la Banque du Sous-Sol gérée par le BRGM) fourni par le BRGM à partir du formulaire transmis à la DREAL PACA.
- Les modalités d'équipement des ouvrages (diamètre et nature des cuvelages ou tubages, volume des cimentations, profondeurs atteintes) et en particulier les mesures prises pour prévenir tout risque de mise en contact des nappes profondes avec les aquifères superficiels.
- Le résultat des pompages d'essai, leur interprétation et l'incidence sur la ressource ou les ouvrages à proximité.

Fait à MARSEILLE, le 31 / 08 / 2023

NOM et Prénom du demandeur	NOM et Prénom du propriétaire de la parcelle (si différent)
Signature du demandeur	Signature du propriétaire de la parcelle (si différent)

Partie 3: Prélèvement compris entre 10 000 et 200 000m3/an

Les prélèvements supérieurs à 200 000 m³/an doivent faire l'objet d'un dossier d'autorisation.

I. Usages et périodes d'utilisation envisagées

Usage	Cocher si Oui	Période	Volume prévisionnel (m³/an)	Débit maximal (en m³/j)
Usage agricole • Abreuvement des animaux Type d'animaux : ..... Nombre :	☐	De ...../..... à ...../.....		
• Irrigation Nature des cultures irriguées :…….....……..…….. ….. …….. Nombre de rotation(s) culturale(s) : ..... /an (*ex. : cultures sous serres*) Mode d'irrigation : ..... Surface irriguée : ..... ha/an Eau stockée dans un bassin ou une réserve avant l'irrigation ? ☐ Oui ☐ Non Si Oui, volume d'eau stocké : ..... m³	☐	De ...../..... à ...../.....		
• Lutte antigel Surface concernée : ..... ha/an	☐	De ...../..... à ...../.....		
• Autre (à préciser) :	☐	De ...../..... à ...../.....		
Usage industriel ou commercial Nature de l'activité (cave viticole, agroalimentaire, process non alimentaire, alimentaire, usage sanitaire, refroidissement, espaces verts, …) : ……	☐	De ...../..... à ...../.....		

Alimentation en eau potable (obligation de contacter l'ARS 13, voir page 4) • <u>alimentation en eau potable privée</u> Type de local alimenté (restaurant, hôtel, gîte, débit de boissons, camping,etc...) et usages : ..... Nombre de personnes concernées : ..... • <u>réseau d'eau potable</u> Communes concernées : ..... Nombre d'habitants desservis : ..... Autre précision (utilisation en secours, période de pointe,etc…) : ……..	☐ ☐	De ...../..... à ...../..... De ...../..... à ...../.....		
Autre usage : Pas de prélèvement. Suivi piézométrique uniquement	☒	De 03 /2019 à 11../..2023		

II. Synthèse des ouvrages utilisés et des prélèvements d'eau

NB : complétez le tableau ci-dessous avec tous les ouvrages de prélèvement utilisés pour lesquels vous exprimez une demande, ou joindre à minima une extraction synthétique fournie par votre gestionnaire administratif de prélèvements d'eau (ex. : Chambres d'agriculture, ADIV, ADARII, …).

Commune	Parcelle cadastrale		N° Ouvrage	N° Équipement	Débit max (m^3/h)	Volume (m^3/an)	Ressource	Usage
	Section	N°						
SENAS	AC	414	/	/	0	0	Alluvions Basse Durance	Suivi piézométrique

Fait à MARSEILLE, le 31 / 08 / 2023

NOM et Prénom du demandeur

NOM et Prénom du propriétaire de la parcelle (si différent)

Signature du demandeur

Signature du propriétaire de la parcelle (si différent)

Partie 4: Document d'incidence

Un document d'incidence de l'opération sur les ressources en eau, le milieu aquatique, l'écoulement, le niveau et la qualité des eaux, tenant compte des variations saisonnières et climatiques doit être joint au dossier. L'étude d'impact ou la notice d'impact se substitue au document d'incidence d'après l'article L181-8 du code de l'Environnement.

Compatibilité vis-à-vis des Schémas (Directeurs) d'Aménagement et de Gestion des Eaux ?

SDAGE RMC : ☒ Oui ☐ Non
(documents consultables sur https://www.rhone-mediterranee.eaufrance.fr/gestion-de-leau)

SAGE : ☒ Oui ☐ Non ☐ Sans objet Si Oui, préciser lequel : .....Durance.....

I. Incidence liée à l'ouvrage

L'ouvrage est ou sera-t-il situé (s'adresser en mairie si nécessaire) :

En zone inondable	☒ Oui	☐ Non
A proximité ou dans un périmètre de protection des stockages souterrains de gaz, d'hydrocarbures ou de produits chimiques	☐ Oui	☒ Non
Dans une zone soumise à un Plan de Prévention des Risques Naturels (PPRN)	☒ Oui	☐ Non

Existe-t-il des sources ou ouvrages prélevant en nappes souterraines dans un rayon de 500 m (voir notamment https://infoterre.brgm.fr/) ?

☐ Oui ☒ Non

Si Oui, l'indiquer sur le plan au 1/25000ème localisant votre ouvrage.

Distances minimales à respecter pour des installations susceptibles d'altérer la qualité des eaux

Veuillez indiquer la distance du lieu d'implantation prévu par rapport à la réglementation :

Veuillez indiquer la distance prévue du lieu d'implantation par rapport à :	Réglementation (m)	Distance Prévue (m)
Une décharge ou une installation de stockage de déchets ?	200	>200
Des ouvrages d'assainissement collectif ou non collectif ?	35	>35
Des canalisations d'eaux usées ou transportant des matières susceptibles d'altérer la qualité des eaux souterraines ?	35	>35
Des stockages hydrocarbures, de produits chimiques ou phytosanitaires ?	35	>35
Des bâtiments d'élevage et de leurs annexes ?	35	>35
Des parcelles potentiellement concernées par l'épandage des déjections animales et effluents d'élevage issus des installations classées ?	50	>50
Des parcelles concernées par les épandages de boues issues des stations de traitement des eaux usées urbaines ou industrielles (si pente < 7 %) ?	35	>35
Des parcelles concernées par les épandages de boues issues des stations de traitement des eaux usées urbaines ou industrielles (si pente > 7 %) ?	100	>100

II. Incidence liée au prélèvement d'eau

Prélèvement en nappe alluviale souterraine, nappe d'accompagnement ou cours d'eau.
précisez les incidences sur la ressource concernée, en termes de débit de prélèvement, de débit du cours d'eau, de durée et période de prélèvement, ainsi que les résultats d'essais de pompage interprétés (cône de rabattement, rayon d'impact du prélèvement...)

Essais de pompage et interprétations - Informations à demander au foreur ayant réalisé l'ouvrage.

Cône de rabattement de la nappe : ..... / ..... m.
Rayon d'impact du prélèvement en fonction du débit : ..... / .....
Impact sur une ressource ou un ouvrage à proximité : ..... aucun, pas de prélèvement .....
.....

Déversement d'eaux prélevées (ex : eau d'exhaure d'un rabattement de nappe) : incidences et mesures compensatoires.
(*décrivez le type de rejet effectué (milieu récepteur (cours d'eau, fossé, nappe), débit, volume et période du rejet, analysez les incidences sur le milieu et indiquez les mesures compensatoires prévues*)

Milieu récepteur (cours d'eau, fossé, nappe...) : ..... / .....
Débit du rejet : ..... / ..... m^3/jour.
Volume du rejet : ..... / ..... m^3.
Durée et période du rejet :..... / .....

Mesures correctives ou compensatoires éventuelles pour remédier aux dommages portés à l'environnement par le projet. Déclinaison de la séquence éviter, réduire, compenser.

Conformément aux principes ERC, l'hygiène du chantier a été rigoureuse :

- approvisionnement en carburant limité et pas de stockage sur site
- aucun épandage de laitier sur le sol lors de la cimentation
- évacuation, élimination des déchets et nettoyage complet à la fin de l'intervention
- travaux limités dans le temps (<1 semaine)

III. Évaluation des incidences Natura 2000 (article 414-23 du code de l'environnement)

www.paca.developpement-durable.gouv.fr/natura-2000-r167.html

Le projet est situé :

- en zone Natura 2000 : ☐ Oui ☒ Non

Si oui,

- en zone Zone de Protection Spéciale (ZPS) ☐

ou

- en Zone Spéciale de Conservation (ZSC) ☐

Préciser le(s) nom(s) du/des site(s) concerné(s)

Le projet est il susceptible d'avoir une incidence sur la zone Natura 2000 : ☐ Oui ☒ Non

Si « Oui », un dossier d'évaluation de l'incidence Natura 2000 doit être fourni par le déclarant. Le document est téléchargeable à l'adresse suivante :

www.paca.developpement-durable.gouv.fr/realiser-un-dossier-d-evaluation-d-incidences-a7709.html

ou directement sur le site internet de la Préfecture des Bouches-du-Rhône:

http://www.bouches-du-rhone.gouv.fr/Politiques-publiques/Environnement-risques-naturels-et-technologiques/Evaluation-des-incidences-Natura-2000/La-demarche-d-evaluation-des-incidences/Qu-est-ce-que-l-evaluation-des-incidences

Observations éventuelles.

ZPS FR 9312013 "LES ALPILLES" située à 190 m à l'Ouest du piézomètre existant.

Fait à MARSEILLE, le 31 / 08 / 2023

NOM et Prénom du demandeur

NOM et Prénom du propriétaire de la parcelle (si différent)

Signature du demandeur

Signature du propriétaire de la parcelle (si différent)

Partie 5: Abandon d'ouvrage et/ou de prélèvement

I. Ouvrage

Référence réglementaire : l'article 13 de l'arrêté du 11 septembre 2003(NOR : DEVE0320170A) décrit les conditions d'abandon d'un forage.

Tout sondage, forage, puits, ouvrage souterrain abandonné est comblé par des techniques appropriées permettant de garantir l'absence de circulation d'eau entre les différentes nappes d'eau souterraines et l'absence de transfert de pollution.

1) Cas d'un ouvrage situé dans un périmètre de protection de captage d'eau potable ou interceptant plusieurs nappes d'eau souterraines

Le déclarant doit communiquer au Préfet (guichet unique de l'eau, adresse en page 1) **au moins 1 mois avant le début des travaux**, les modalités de comblement comprenant :

- La date prévisionnelle des travaux de comblement.
- La nappe d'eau souterraine précédemment surveillée ou exploitée.
- Une coupe géologique représentant les différents niveaux géologiques et les formations aquifères présentes au droit de l'ouvrage.
- Une coupe technique précisant les équipements en place.
- Des informations sur l'état des cuvelages ou tubages, de la cimentation de l'ouvrage ainsi que les techniques ou méthodes qui seront utilisées pour réaliser le comblement.

Dans les 2 mois qui suivent la fin des travaux de comblement, le déclarant doit rendre compte au Préfet (guichet unique de l'eau, adresse en page 1) et lui communiquer, le cas échéant, les éventuelles modifications par rapport au document transmis préalablement aux travaux de comblement. Cette formalité met fin aux obligations d'entretien de l'ouvrage qui doivent garantir la protection de la ressource en eau souterraine et éviter tout gaspillage.

2) Pour les autres cas, le déclarant communique au préfet (guichet unique de l'eau, adresse en page 1), dans un délai de deux mois maximum suivant la fin des travaux, un rapport de fin de travaux décrit à l'article 10 de l'arrêté du 11 septembre 2003 (NOR : DEVE0320170A). Cette formalité met fin aux obligations d'entretien de l'ouvrage.

II. Prélèvement

Référence réglementaire : l'article 13 de l'arrêté du 11 septembre 2003(NOR : DEVE0320171A) décrit les conditions d'abandon d'un prélèvement.

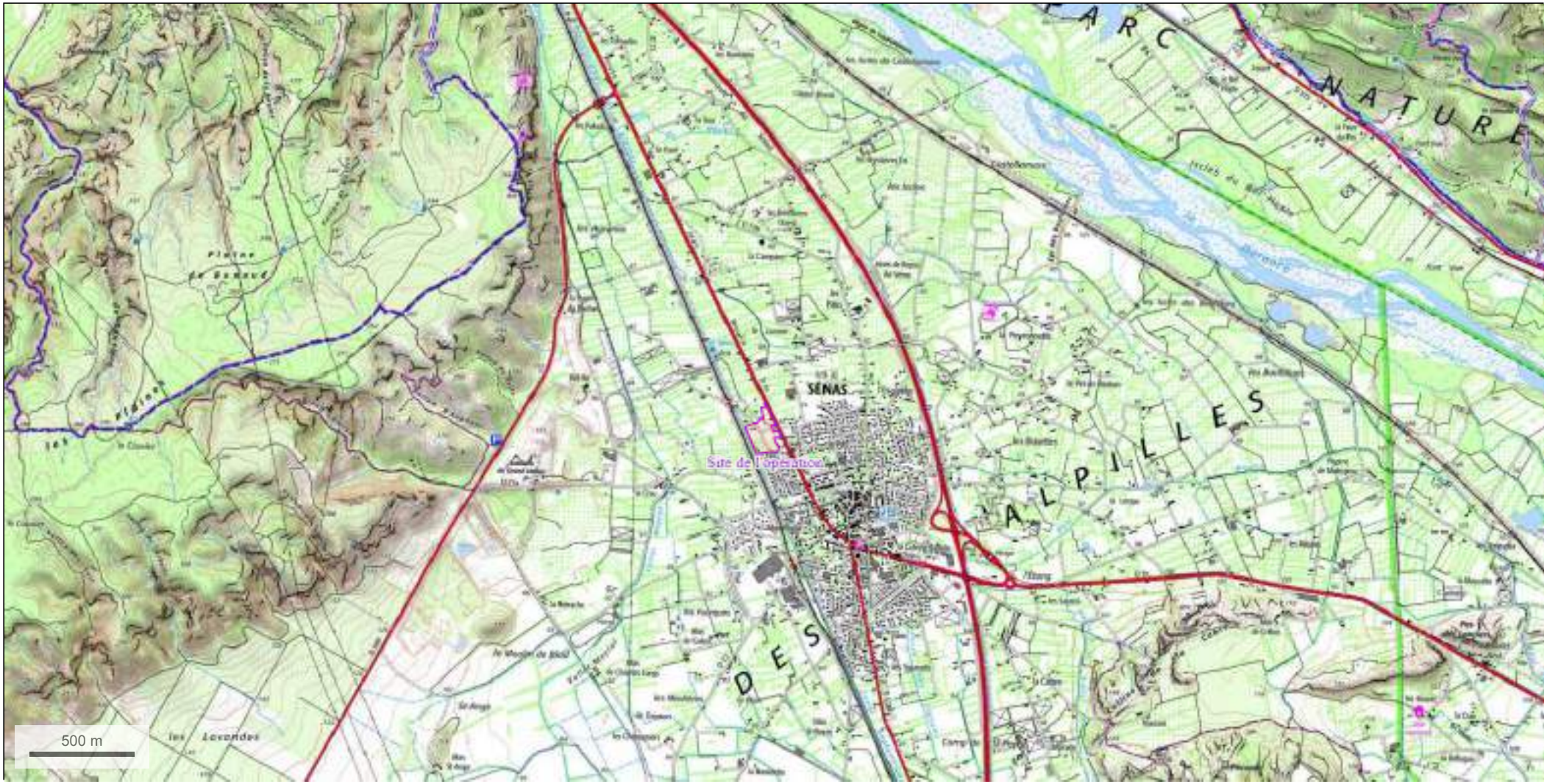
En cas de délaissement provisoire, les installations et ouvrages de prélèvement sont soigneusement fermés ou mis hors service afin d'éviter tout mélange ou pollution des eaux par mise en communication de ressources en eau. Les carburants nécessaires au pompage et autres produits susceptibles d'altérer la qualité des eaux sont évacués du site ou stockés dans un local étanche.

En cas de cessation définitive des prélèvements, le déclarant en informe le Préfet **au plus tard dans le mois suivant la décision de cessation définitive des prélèvements**.
Dans ce cas, les carburants et autres produits susceptibles d'altérer la qualité des eaux, les pompes et leurs accessoires sont définitivement évacués du site de prélèvement.

En l'absence de rapport d'abandon d'un ouvrage ou de notification d'abandon d'un prélèvement le pétitionnaire reste responsable des dommages causés à la nappe.

Plan de situation 1 / 25000

Plan de situation 1-25000



© IGN 2023 - www.geoportail.gouv.fr/mentions-legales

Longitude : 5° 05′ 12″ E
Latitude : 43° 45′ 08″ N

Coupe de l’ouvrage et des couches géologiques traversées

Côte RDC :
91.14
Côte RDC :
91.14
91.67
Porchet 1
BANDE 35 METRES BRUIT RD7N
FP1
L
R+2
PD19
FP3
PD10
G
FP4 + piézo.
PD11
PD1
PD12
PD9
C
A
R+2
PD2
F
FP2
B
PD8
E
PD13
39 827,31 m²
PD3
Porchet 3
PD14
K
PD4
PD6
PD16
PD17
PD15
119,82 m²
PD5
PD7
J
PD18
H
Porchet 2
1 910,17 m²
N
SOL - ESSAIS
SENAS (13)
GALAZON
CHEMIN DU PONT DE L'AUTURE
IMPLANTATION DES SONDAGES
N° : D19-0129 - 2
Le 14 MAI 2019 - FB
GALAZON 2
BOUYGUES IMMOBILIER
JEAN-FABRICE GALLO ARCHITECTE
1703
FAISA
04.12.2018

SOL-ESSAIS

460 avenue Jean Perrin 13851 AIX EN PROVENCE Cedex 3

Tél. 04 42 39 74 85 - eMail aix@sol-essais.fr - Télécopie 04 42 39 73 91

SENAS

Galazon 2

Chemin du Pont de l'Auture

Mesures des niveaux d'eau

(Piézomètres ouverts)

Pz-FP4

SEI n°: SOLA-D19-0129

Pz-FP4

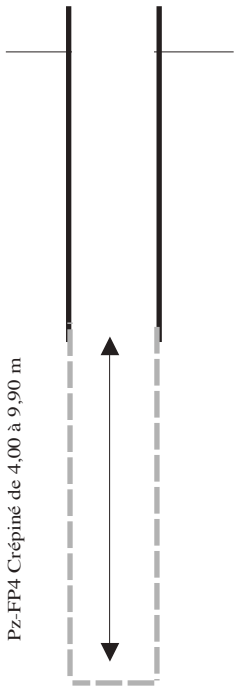
Z(tête) Rel. = 91,35 | Z(tête) NGF = 0,00

Z(pied) Rel. = 81,45 | Z(pied) NGF = 0,00

Z(TN) Rel. = 90,90 | Z(TN) NGF =

Dates	n° de mes.	Nbr de jours	Mesures (m)	Altitude (Rel.)	Mesures (m)	Altitude (NGF)	Observations	Schéma
14/03/19	0	0					Pose	
15/03/19	1	1	5,35	86,00				
08/04/19	2	25	2,00	89,35				
21/08/19	3	160	1,69	89,66				
06/11/19	4	237	1,61	89,74				

Pz-FP4: Z(TN) Rel. =90,90



Prof. Pz-FP4 = 9,90 m

Z(pied) Rel. = 81,45

SENAS **AFF. 4D19-0129**
GALAZON 2 **26 MARS 2019**

FOUILLE A

0,00 m à 0,50 m	Limon sableux fin marron et radicelles.
0,50 m à 0,90 m	Limon sableux fin légèrement argileux à cailloutis argileux marron gris.
0,90 m à 1,60 m	Sable fin argileux gris à jaunâtre (radicelles).
1,60 m à 2,10 m	Galets centimétriques à pluridécimétriques à faible matrice sablo-argileuse gris foncé.
	Venue d'eau à 2,80 m.

FOUILLE B

0,00 m à 0,75 m	Limon sableux fin marron et radicelles.
0,75 m à 1,70 m	Sable argileux fin gris jaune.
1,70 m à 2,30 m	Galets centimétriques à pluridécimétriques à faible matrice sablo-argileuse gris foncé.
	Venue d'eau à 2,10 m.

FOUILLE C

0,00 m à 0,60 m	Limon sableux fin marron et radicelles.
0,60 m à 1,20 m	Sable fin argileux gris à jaunâtre (radicelles).
1,20 m à 1,70 m	Galets centimétriques à pluridécimétriques à faible matrice sablo-argileuse gris foncé.
	Venue d'eau à 1,70 m.

Non Reproductible

FOUILLE D

0,00 m à 0,70 m	Limon sableux fin marron et radicelles.
0,70 m à 1,10 m	Limon sableux fin légèrement argileux à cailloutis argileux marron gris.
1,10 m à 1,15 m	Sable fin argileux gris à jaunâtre (radicelles).
1,15 m à 1,90 m	Galets centimétriques à pluridécimétriques à faible matrice sablo-argileuse gris foncé.
	Venue d'eau à 1,70 m.

FOUILLE E

0,00 m à 0,90 m	Limon sableux fin marron et radicelles.
0,90 m à 1,40 m	Sable fin argileux gris à jaunâtre (radicelles).
1,40 m à 1,70 m	Galets centimétriques à pluridécimétriques à faible matrice sablo-argileuse gris foncé.
	Arrêt volontaire, pas de venue d'eau.

FOUILLE F

0,00 m à 0,80 m	Limon sableux fin marron et radicelles.
0,80 m à 1,30 m	Sable fin argileux gris à jaunâtre (radicelles).
1,30 m à 1,50 m	Galets centimétriques à pluridécimétriques à faible matrice sablo-argileuse gris foncé.
	Arrêt volontaire, les venues d'eau ne sont pas visibles.

FOUILLE G

0,00 m à 0,95 m	Limon sableux fin marron et radicelles, présence de racines.
0,95 m à 1,60 m	Sable fin argileux gris à jaunâtre (radicelles).
1,60 m à 2,40 m	Sable plus grossier argileux gris foncé (éboulement),
2,40 m à 2,60 m	Galets centimétriques à pluridécimétriques à faible matrice sablo-argileuse gris foncé.
	Arrêt volontaire, venue d'eau à 2,40 m et remonte vite.

Non Reproductible

FOUILLE H

0,00 m à 0,60 m	Limon sableux fin marron et radicelles.
0,60 m à 1,00 m	Limon sableux fin légèrement argileux à cailloutis argileux marron gris.
1,00 m à 1,50 m	Sable fin argileux gris à très jaunâtre (radicelles).
1,50 m à 2,10 m	Galets centimétriques à pluridécimétriques à faible matrice sablo-argileuse gris foncé. Venue d'eau à 2,10 m.

FOUILLE I

0,00 m à 0,50 m	Limon sableux fin marron et radicelles.
0,50 m à 0,80 m	Limon sableux fin légèrement argileux à cailloutis argileux marron gris.
0,80 m à 1,30 m	Sable fin argileux gris à jaunâtre (radicelles).
1,30 m à 1,50 m	Galets centimétriques à pluridécimétriques à faible matrice sablo-argileuse gris foncé. Arrêt volontaire, pas de venue d'eau.

FOUILLE J

0,00 m à 0,45 m	Limon sableux fin marron et radicelles.
0,45 m à 0,90 m	Limon sableux fin légèrement argileux à cailloutis argileux marron gris.
0,90 m à 1,50 m	Sable fin argileux gris à jaunâtre (radicelles).
1,50 m à 1,90 m	Galets centimétriques à pluridécimétriques à faible matrice sablo-argileuse gris foncé. Arrêt volontaire, venue d'eau à 1,90 m.

Non Reproductible

FOUILLE K

0,00 m à 0,70 m	Limon sableux fin marron et radicelles.
0,70 m à 1,80 m	Sable fin argileux gris à jaunâtre (radicelles).
1,80 m à 2,10 m	Galets centimétriques à pluridécimétriques à faible matrice sablo-argileuse gris foncé. Arrêt volontaire, arrivée d'eau à 2,10 m.

FOUILLE L

0,00 m à 0,70 m	Limon finement sableux marron.
0,70 m à 1,40 m	Limon finement sableux argileux marron gris à quelques grains.
1,40 m à 3,00 m	Argile finement sableuse gris foncé noire (très molle), quelques suintements visibles.
3,00 m à 3,20 m	Galets centimétriques à pluridécimétriques dans matrice limono-sableuse noire. Arrêt volontaire, venue d'eau à 3,20 m.

✧✧✧✧✧✧

Non Reproductible

Annexe 8 : Note paysagère – PAUL PETEL

PROJET D'AMENAGEMENT DES ESPACES EXTERIEURS DU PROJET ARCHITECTURAL

chemin de l'Auture - Sénas

notice paysage - phase PC - ind1
secteurs Est & Ouest

Bouygues Immobilier Marseille
JF Gallo Architecte - Marseille
architecte d'opération
Cabinet Pétel paysagistes - Aix en Provence
décembre 2023

BOUYGUES IMMOBILIER
AGENCE PROVENCE
Immeuble Grand Large
7, Boulevard de Dunkerque
13572 Marseille Cedex 02
Tél. : 04.96.11.78.00
SIRET 562 091 546 00605

Notice paysage

Analyse du site et intentions du projet:

Généralités :

Cette opération de logements se situe à Senas, quartier de l'Auture, au Nord-Ouest de la commune. Le terrain de situe entre la RN7 Avignon et le canal septentrional des Alpines.

C'est un territoire pour partie encore agricole, marqué par un parcellaire délimité par des haies, typiques de la région soumise aux vents puissants, notamment le Mistral. Ces haies protègent les cultures, autant que les habitations; elles dessinent la campagne en un vaste tapis bocager.

La trame verte se conjugue à la trame bleue, des canaux et des ouvrages liés à l'irrigation.

vue lointaine

vue rapprochée

le site, vues, novembre 2022

vue sur la RN7, au Nord

chemin des Launes, à partir de la RN7

chemin des Launes, haie de cyprès bleus, cannier

chemin des Launes, haie de cyprès bleus

chemin des Launes, haie de cyprès bleus

entre le chemin des Launes et la RN7, un pré planté d'arbres

chemin des Launes, de campagne, accotement enherbé, canal

haie de cyprès vert, taille libre

Le site présente un bel attrait paysager, hérité de son passé agricole, des trames qui le composent, de la présence du Canal Septentrional des Alpines. C'est un territoire agricole, toujours fortement marqué par l'activité humaine, séculaire, qui a forgé au fin du temps un paysage spectaculaire, fort, très tramé (effet de tapis).
Le projet paysager s'attachera à inscrire avec soin le nouvel habitat dans ces lieux.

le site, vues, novembre 2022

chemin des Launes, haie de cyprès bleu, clôture de ‘chasse’

cannier, haies, clôtures, accotements enherbés

effet de ‘portes vertes’, définies par les haies

effet de ‘portes vertes’, définies par les haies

les haies, structures du paysage

les haies, structures du paysage

le site, vues, novembre 2022

quelques parcelles en friche

haies de cyprès, prés irrigués

quelques échappées visuelles sur les contreforts des Alpilles

le chemin de promenade le long du canal, vue au Nord

un peu plus loin, en marchant

le chemin de promenade le long du canal, vue au Sud

un peu plus loin, vue au Nord

Le caractère champêtre des lieux, à la fois ordonné par les trames agricoles anciennes, et par les typologies végétales, est mis en évidence au travers des promenades, des chemins, des haltes. L'échelle piétonne, et des modes doux, est ici parfaitement sensible, adaptée. La topographie, douce, rend faciles les usages piétons. La promenade, initiée par la commune, donne tout son sens au projet paysager et urbain.

le site, vues, novembre 2022

le chemin de promenade le long du canal, vue au Nord

haie de peupliers d'Italie

échappées sur les vignes

échappées sur les vignes

sur le chemin de l'Auture, vignes, haies de peupliers

sur le chemin de l'Auture

structures des haies, voie champêtre, accotements enherbés

le départ du chemin au Sud

le site d'Auture offre son parcellaire historique, agricole, dans lequel la trame du projet d'habitat pourra venir s'inscrire facilement, respectueusement, pour bénéficier des qualités paysagères des lieux. Les haies, éléments fédérateurs du site, permettront un cloisonnement doux des usages, et préserveront l'intimité des logements.

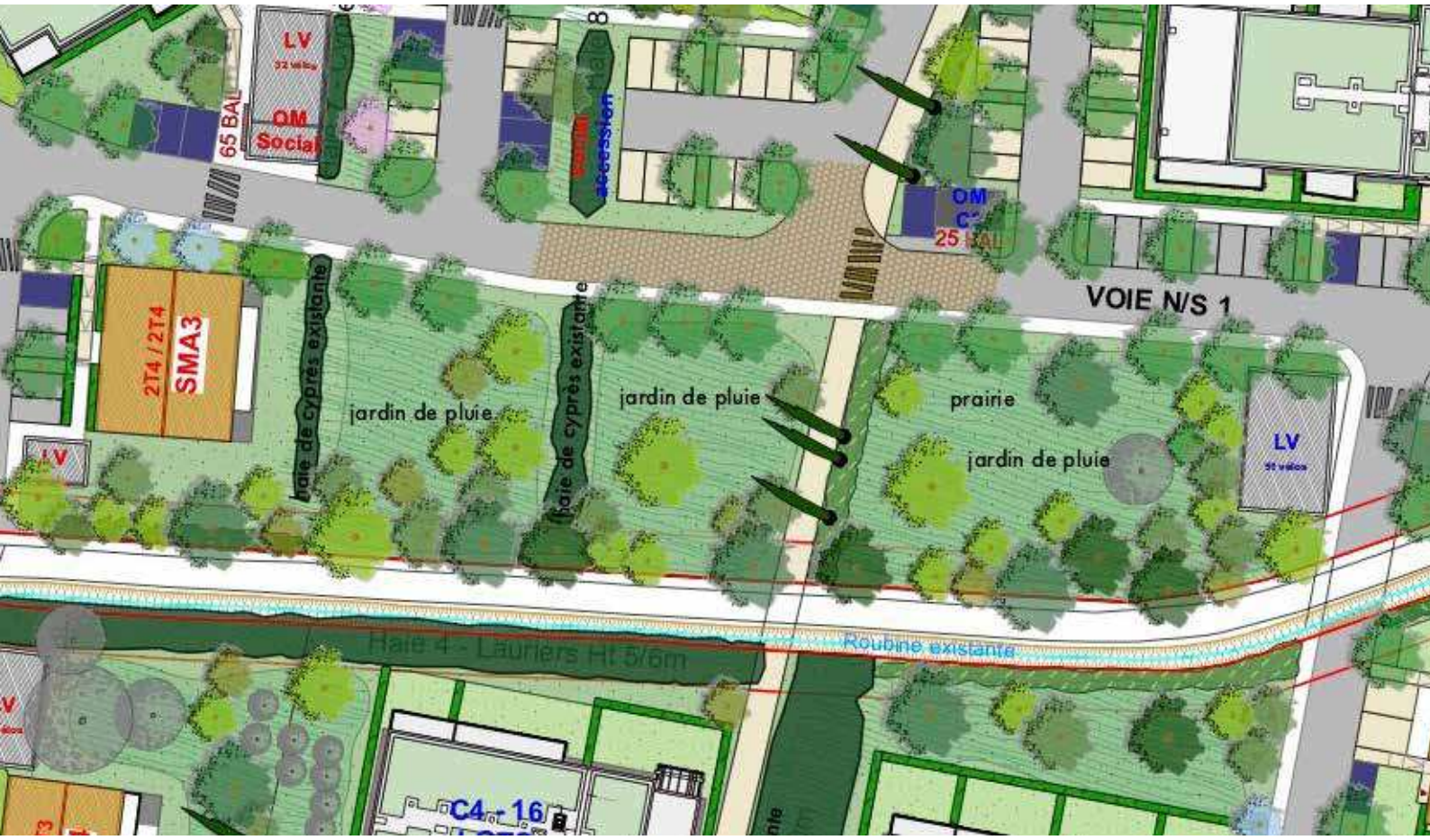
chemin de l'Auture
plan masse paysage
secteurs Est & Ouest

le projet paysager, premières impressions

Le projet paysager s'attache à remailler le site, en mettant l'accent sur les plantations de haies, Est-Ouest pour faire obstacle au Mistral, et s'inscrire dans le dessin général de Senas.
Le chemin de l'Auture, colonne vertébrale des deux secteurs de l'opération, constitue l'axe central Nord-Sud.
Deux chemins en mode doux, l'un Est-Ouest, le second voisin du canal des Alpines, desservent le site.
Au centre du projet, de grandes prairies inondables, simplement plantées d'arbres, agrémentées de tables de pic-nic et bancs, forment un poumon vert, un lieu de convivialité.

le projet paysager, le 'jardin de pluie'

les prairies centrales, en boulingrin, constituent des bassins de rétention, peu profonds (30 cm environ), donc utilisables la plupart du temps. Ces espaces, traversés par des chemins en stabilisé, simplement enherbées, offrent des espaces libres, dédiés au jeu, à la promenade.



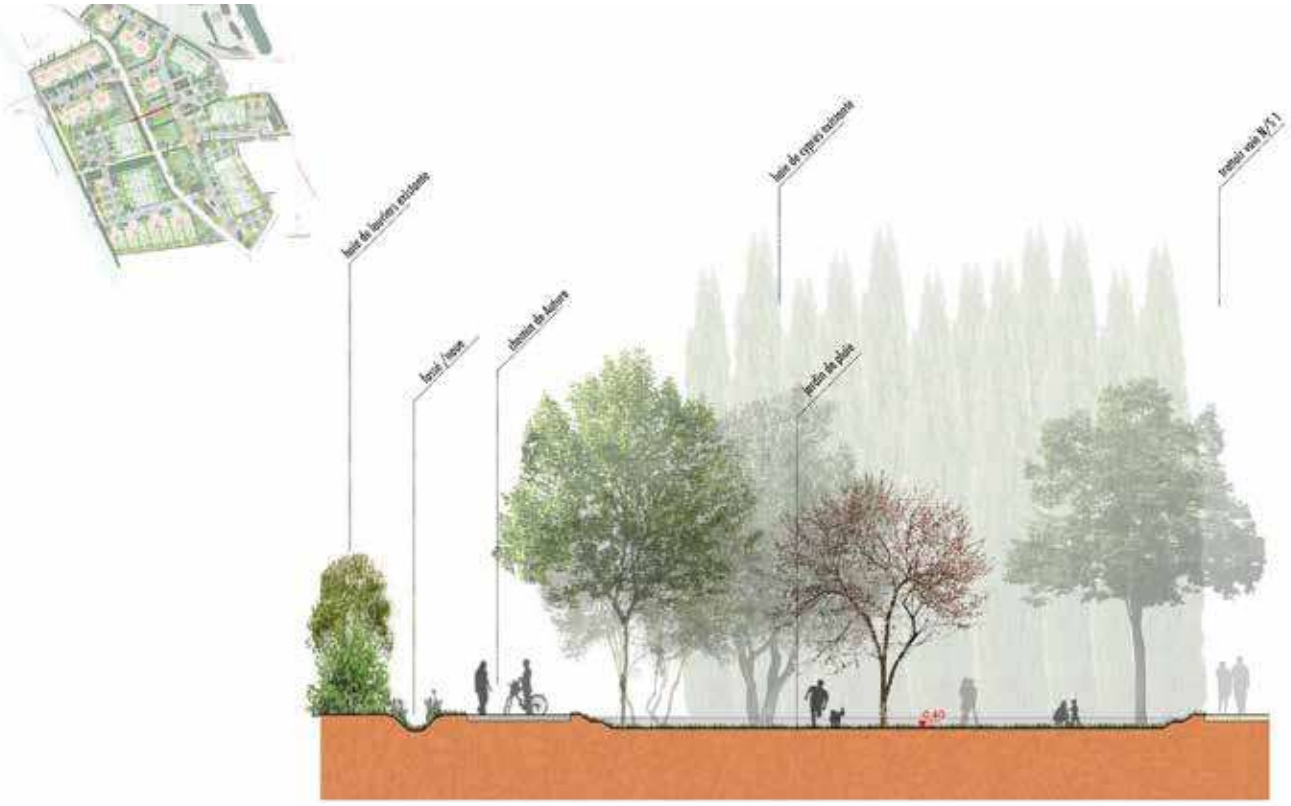
chemin de l'Auture
plan masse secteur Est

chemin de l'Auture
plan masse secteur Ouest

chemin de l'Auture
prescriptions OAP

Le projet prend en compte la préservation des haies existantes, suivant les prescriptions de l'OAP.
Les haies nouvellement plantées seront de type bocagères, et/ou multistrates, afin de reprendre la qualité des haies agricoles rencontrées sur le site et sur le territoire communal.

chemin de l’Auture
coupes illustrées paysage



coupe illustrée E/O, le ‘jardin de pluie’

coupe illustrée N/S, le ‘jardin de pluie’

chemin de l’Auture
coupes illustrées paysage

coupe illustrée, chemin de desserte des logements

chemin de l’Auture
prescriptions ASA

Le projet répond dans sa globalité aux exigences de fonctionnements des travaux et ouvrages publics, réalisés par les ASA, Associations Syndicales Autorisées, gestionnaires des canaux.
Les servitudes s’appliquant au réseau présenté dans les documents graphiques définis comme ‘servitude de fonctionnement de services publics’:

Aucune construction, ni installation de toute nature, permanente ou non, ni plantations, dépôts, affouillements, forages ou exhaussements, ne pourront être mis en œuvre:
- à moins de 4 m de part et d’autre de la rive des canaux à partir du bord de la berge.

arbres

chêne pubescent
chêne vert
érable champêtre
érable de Montpellier
amelanchier
arbre de Judée
savonnier
lilas de Perse
peuplier
fruitiers divers
frêne
savonnier
aulne
saule
orme

arbustes

arbousier
cornouiller mâle
filaire
viorne tin, lantane
térébinthe
alaterne
buplèvre
alaterne

cistes,
romarins,
sauges,
thyms,
immortelles,
euphorbes, etc

le projet végétal, par typologie:

les chemins piétons, nombreux, relient les accès aux logements, desservent les différents espaces des jardins,
arbres: micocouliers, chênes verts, érables champêtres, savonniers, tilleul, lilas de Perse, orme, aulne, saule, peuplier,
fruitiers: cerisier, figuier, pommier, poirier, abricotier, jujubier, cognassier, etc.

nombre d'arbres plantés dans le cadre du projet: 349 U

érables

savonniers

tilleuls, été

tilleuls, hiver

le projet, en chiffres:

les surfaces dédiées aux jeux, les cheminements, sont traités avec des matériaux drainants, type béton poreux, sols stabilisés, paillis de bois, suivant usage.

ensemble des 2 secteurs:
arbres d'ombrage, d'ornement, de position, fruitiers, cyprès : 349 U
arbustes divers, haies, parterres: 2579 m2

nombre d'arbres par secteur
secteur Est: 196 U
secteur Ouest: 153 U

Annexe 9 : Notice architecturale – GALLO ARCHITECTURE

PERMIS DE CONSTRUIRE VALANT DIVISION PARCELLAIRE

Maitre d'ouvrage :
Bouygues Immobilier

7 Bd de Dunkerque, 13002
Marseille

Architecte :
Jean fabrice Gallo
ARCHITECTES SARL

31 Rue de la Loge
13002 Marseille

BOUYGUES IMMOBILIER
AGENCE PROVENCE
Le Grand Large
7, Boulevard de Dunkerque
13572 Marseille Cedex 02
Tél. : 04 96 11 76 00
SIRET 602 001 546 00652

jean-fabrice gallo
architectes
31 rue de la loge
13002 MARSEILLE
tél. 04 91 57 92 13

Commune de Senas - Quartier du Pont de l'Auture

PCVD 1 AUTURE EST
Parcelles : AC 2–343–344 partielle –414–617–619–621–622–623–624–625
AD 25-26-178-179 partielle

PCVD 2 AUTURE OUEST
Parcelles : AC 90 – 91 – 92 – 93 - 94 / AD 20 partielle

NOTICE – PC 4 ARCHITECTURALE

Réalisation d'un ensemble immobilier en 2 PCVD formant une opération d'ensemble :
de 89 logements, intermédiaires et collectifs
de 70 logements individuels, intermédiaires et collectifs

PORTEE REGLEMENTAIRE DE LA DEMANDE

Le projet de la présente demande de permis de construire valant division parcellaire consiste en la réalisation d'un ensemble de 159 logements individuels, intermédiaires et collectifs sur l'OAP « Pont de l'Auture et Galazon 2 » au nord-ouest du centre-ville de Sénas, et plus particulièrement sur le secteur du Pont de l'Auture, à l'Ouest de la RD7n.
L'opération est divisée en deux permis de construire valant division parcellaire mais conçue comme un tout, nous répondrons dans cette première partie règlementaire d'une manière globale, bien que certains points ne concernent seulement l'un des deux PCVD « Auture Est » ou « Auture Ouest »

Prise en compte du cadre réglementaire du PLU :

OAP – Loi Barnier - Zone humide

L'OAP du Pont de l'Auture vise à redéfinir l'image « d'entrée de ville » et à offrir un parc de logement plus dense pour la commune de Sénas.
A cette fin, le retrait de 35m à l'axe de la RD7n relatif à la Loi Barnier est aménagé à 15m dans le cadre de la Modification N°3 du PLU, de manière à concevoir une entrée de ville plus dense et urbaine.
Un autre périmètre légal vient compléter l'OAP, la présence d'une « zone humide » à préserver, au sein de laquelle évoluent différentes espèces sensibles de la faune locale.
Des objectifs règlementaires régissent cette OAP, dont les attentes modifiées dans la dernière version du PLU en février 2023 se résument en différents points sur lesquels nous nous positionnons attentivement :

➔ *<u>Une densité résidentielle minimale de 24 logements à l'hectare ;</u>*
- *La densité proposée sur l'opération d'ensemble est supérieure au minima, proche de 36 lgts/ha. La surface prise en compte pour ce calcul de densité représente les emprises constructibles du terrain d'assiette (hors zone humide et hors domaine public : Chemin des Launes, Chemin du Pont de l'Auture, RD7n).*

➔ *<u>Un minimum de 40% de logements aidés par l'État ;</u>*
- *Ce minimum est strictement respecté pour les deux permis avec 40,8% pour l'ensemble du projet, 41.6% pour le PC1 et 40% pour le PC2 (cf. PC 17).*

➔ *<u>Une diversité de typologies urbaines en réalisant d'une part de l'habitat individuel, limité à 50% de la production du programme ; le reste devant favoriser l'habitat groupé (20%) et collectif (30%) ;</u>*
- *La limite maximum de 50% d'habitat individuel est loin d'être atteinte, 5% des logements sont attribués à des maisons mitoyennes, les objectifs de densité mais aussi d'image d'« entrée de ville » affichés par les collectivités ayant fait pencher la balance vers le semi-collectif (environ 28%) et le collectif (environ 67%).*

➔ *<u>Réaliser environ 135 logements ;</u>*
- *159 logements sont proposés pour l'ensemble de l'opération.*

➔ *<u>Créer un carrefour au niveau de la RD7n et deux nouvelles voies structurantes pour desservi les nouveaux quartiers ;</u>*
➔ *<u>Créer une nouvelle boucle de desserte interne, aménager des cheminements doux piétons et cyclistes ;</u>*
- *La trame viaire, décrite dans la notice et également visible sur les documents graphiques, s'organise autour d'une voie de desserte « primaire » dont le point de départ est justement le carrefour de la RD7n. Une trame viaire « secondaire », puis une trame de liaisons douces cycliste et piétonne, viennent se superposer à cette voie structurante.*

➔ *Respecter le retrait inconstructible de la Loi Barnier de 15 m ;*
➔ *Garder également une marge de recul sur le Canal des Alpines ;*

- *Le recul de 15m de la RD7n est strictement respecté. Aucun logement ni local technique ni aire de stationnement ne s'inscrivent dans cette marge. De la même manière un retrait est observé le long du Canal des Alpines, plus éloigné.*

➔ *Conserver et reconstituer les haies existantes, aménager qualitativement les interfaces entre zones urbanisées et agricoles avec des essences locales y compris dans la bande inconstructible de 15m autour de la RD7n ;*
➔ *Préserver la zone humide située sur les parcelles AD 25 – 26 ;*
➔ *Préserver le Canal des Alpines en limite Ouest ;*

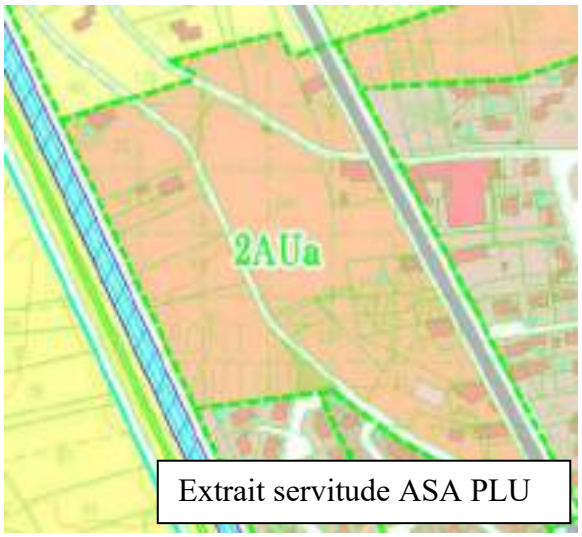
- *Le plan masse, dans ses choix d'implantation, est réfléchi en prenant comme base la trame verte et bleue : zone humide, roubine, et bien sûr les haies existantes, marqueurs du paysage sénassais et repérées sur les plans de zonage du PLU.*

***La zone humide** est préservée sans aménagement relatif à l'habitat, tout en honorant le choix d'un carrefour aménagé à ce niveau.*
***Les haies** et certains sujets remarquables sont repérés avec soin de manière à en conserver un maximum, tout en permettant le passage ponctuel des voiries, en toute sécurité.*
***Les roubines et le canal** sont intouchés, sauf busage ponctuel sur de petites portions.*
***Les plantations projetées** s'insèrent logiquement dans l'écosystème local et un effort particulier est donné aux franges non bâties entre logements et RD7n et de manière générale en limites.*

Loi sur l'eau – Périmètre ASA

L'eau en tant que ressource essentielle, prend également une place importante au niveau règlementaire.
1 / L'ampleur du projet implique une étude cas par cas (déclaration loi sur l'eau) concernant les risques sur les milieux aquatiques. Ce dossier sera déposé conjointement à cette demande de PCVD pour justifier du faible impact sur la quantité et la qualité des ressources en eau.

2 / De la même manière, le territoire étant historiquement une zone agricole, un maillage de canaux hydrauliques permet l'irrigation des terres arables. La libre circulation de l'eau est gérée par une Association Syndicale Autorisée gestionnaire de canaux (ASA), disposant d'un règlement et d'un plan de servitude sur la commune renseigné au PLU. Certaines règles doivent être prises en compte, comme notamment :



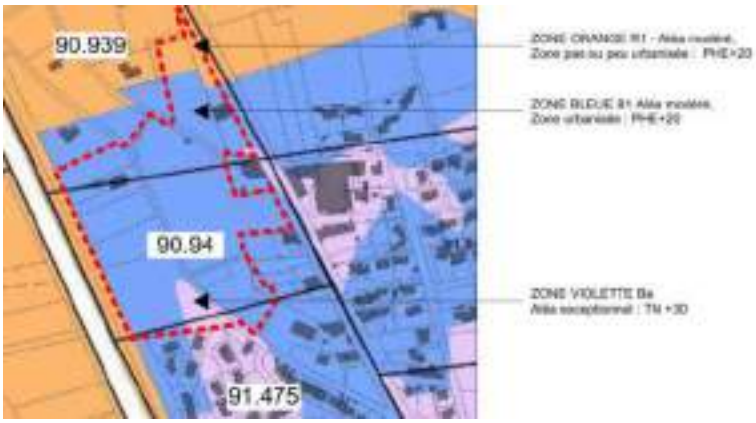
Extrait servitude ASA PLU

➔ *Le retrait de 4m des berges des canaux, permettant leur visite et leur bon entretien par l'ASA.*

- *Ce retrait est observé et aucune emprise bâtie, ni plantation, ni clôture n'est prévue dans cette marge.*
  Cette disposition est respectée sur l'ensemble de l'opération, bien que le plan des servitudes annexé au PLU ne mentionne que le canal des Alpines aux abords du terrain).
  ***A noter** que sur la limite ouest du PCVD 2 Ouest, il est demandé dans le cadre de l'OAP de renaturer et compléter les haies existantes. L'implantation des arbres à compléter devant se réaliser dans la continuité des existants se trouvant dans la bande de 4 m du petit fossé d'irrigation, (longeant la piste cyclable et le canal des Alpines) ne permet pas de respecter cette règle sur la rive Est. Le canal est cependant accessible par un large chemin sur la rive Ouest.*

PPR Inondations

Inversant les rôles quant aux risques entre urbanisation et eau en tant que ressource, un autre règlement impacte l'ensemble de l'opération, celui du PPR Inondation, imposant :



➔ *Un premier niveau de plancher habitable à 20cm au-dessus de la côte de référence. Ce niveau minimum est fixé par « casiers » définissant une altitude moyenne sur trois portions du terrain.*

- *Les 1ers planchers des constructions habitables se positionneront toujours au-delà de ce niveau minimum, respectant également les normes d'accessibilité*

➔ *À cette règle s'ajoute la zone d'aléa exceptionnel, sur une portion du terrain au niveau de la limite sud de l'opération, une majoration de l'altitude du 1er plancher à 30cm au-dessus du terrain naturel doit être appliquée.*

- *La villa la plus à l'Ouest de l'Ilot 7 est concernée par cette zone d'aléa et l'altitude minimale pour la sécurité de ces deux logements sera respectée et notée sur les documents graphiques (cf. PC 03 et PC 05).*

PLU

Situé en zone 1AU-d du PLU, zone « à urbaniser » spécifique au secteur Pont de l'Auture de l'OAP, le projet respectera un ensemble de règles supplémentaires aux dispositions générales, dont les plus importantes sont rappelées ici :

➔ *Art. 1AU3 – La largeur des voies privées ouvertes au public et des voies publiques nouvelles est imposée à 6m minimum.*

- *Les voies, comprenant les cheminements des personnes, des cycles et des voitures, seront conformes à ce minimum de 6m de large.*

➔ *Art. 1AU6 – Le retrait minimal par rapport à l'alignement est de 4m.*

➔ *Art. 1AU7 – Le retrait minimal par rapport aux limites séparatives est de 3m.*

➔ *Pour ces deux règles, un prospect égal à la moitié de la différence d'altitude entre le point le plus haut de la façade et le point bas de la limite.*

- *Pour ces deux articles, les implantations des constructions de moins de 5m, mesurées horizontalement comme en volume, tiendront compte de ces retraits et prospects, des côtes sont observables sur les documents graphiques aux endroits les plus étroits (PC 02).*

➔ *Art. 1AU9 – L'emprise au sol des constructions ne doit pas dépasser 50% du terrain d'assiette.*

- *L'emprise au sol pour les deux permis représente environ 17% du terrain. 14% pour le PCVD 1 – Auture Est et 21% pour le PCVD 2 – Auture Ouest.*

➔ *Art. 1AU10 – En cas de toitures à pans, la hauteur mesurée à l'égout n'excèdera pas 7m, ni un nombre d'étage supérieur au R+1.*

➔ *En cas de toiture plate, la hauteur mesurée à l'acrotère n'excèdera pas 9m, ni un nombre d'étage supérieur au R+2. En cas de toiture-terrasse végétalisée, cette hauteur est augmentée de 1m. Cette valeur est mesurée à partir de la côte de référence de la zone inondable.*

- *Plusieurs typologies de bâtiments se retrouvent sur le plan masse proposé.*

Les maisons individuelles et les bâtiments semi-collectifs sont en R+1 et ne dépassent jamais 7m à l'égout, avec un maximum d'environ 6m au-dessus de la côte de référence pour les semi-collectifs et une typologie de villa, puis environ 4m50 pour les autres typologies de villa.
Dans le cas des collectifs, puisqu'il s'agit de toitures-terrasses en R+2, la hauteur à l'acrotère est située entre 9 et 10m par rapport à la côte de référence du PPRI. Elles seront végétalisées. Ces informations sont précisées avec plus d'exactitude sur les pièces graphiques (PC 02 – PC 03 – PC 05).

➔ Art. 1AU12 – Un quota de stationnement voitures pour les logements en accession est exigé avec 2 places par logement ainsi qu'un place supplémentaire pour 5 logements destinée aux visiteurs. Pour les logements sociaux, une place est exigée au maximum.
Dans le cas des stationnements des cycles, 1m² est prévu par logement.

- *Ce calcul est détaillé ci-dessous, mais il est à savoir que les quotas sont respectés à l'échelle de chaque permis de construire pour un total de 291 places à l'échelle de l'opération pour 288 places exigées.*
  Le calcul des surfaces de locaux deux roues est également détaillé pour chaque PCVD et les locaux respectent la règle générale des surfaces mais également les textes règlementaires et notamment les articles L.113-18 à L.113-20 du CCH.

➔ *Art. 1AU13 – Les espaces libres doivent être traités en espaces verts à hauteur de 20% au minimum. Les arbres de haute-tige existants doivent être maintenus ou remplacés par des sujets équivalents. Les espaces libres doivent être planté d'un arbre pour 50m² de terrain.*

- *La surface d'espaces libres est supérieure à 20% du terrain d'assiette puisqu'elle représente pour les deux permis de construire valant division parcellaire :*
  Environ 55% du terrain.
  - *57% pour le PCVD 1 – Auture Est et*
  - *53% pour le PCVD 2 – Auture Ouest.*

  La quantité d'arbres de haute-tige, également détaillée plus bas pour chaque permis de construire, sera calculée par rapport à la surface du terrain d'assiette, en veillant à comptabiliser chaque arbre existant conservé ; abattu ; et une estimation d'arbre au mètre linéaire de haie existante (environ 1 arbre pour 1m50) uniquement pour les essences de haute-tige (hors lauriers).
  Le nombre d'arbre estimé pour l'ensemble de l'opération est de 825 sujets, dont environ 450 existants y compris les haies. Il est prévu de planter :
  - ***196 arbres sur l'emprise des espaces libres du PCVB 1 Est***
  - ***159 arbres sur l'emprise des espaces libres du PCVB 2 Ouest***

Tableau des surfaces et quantités relatives aux documents réglementaires

	PC1 EST	PC2 OUEST	TOTAL
SURFACE TERRAIN (m²)	26 443	17 883	44 326
ESPACES LIBRES PLU MINI (%)		20%	
ESPACES LIBRES PLU MINI (m²)	5 289	3 577	8 865
ESPACES LIBRES (%)	58%	51%	55%
ESPACES LIBRES PROJET (m²)	15 250	9 143	24 393
dont espaces libres communs	14 532	6 728	21 260
dont espaces libres privés	718	2 415	3 133
ARBRES PLU MINI (u) (1 pour 50m² d'espace libre)	305	183	488
ARBRES PROJET (u)	502	323	825
arbres projet	196	153	349
arbres remarquables existants	7	21	28
haies conservées et complétées (1 arbre pour 1,5m linéaires)	299	149	448
EMPRISE AU SOL PLU MAX (%)		50%	
EMPRISE AU SOL PLU MAX (m²)	13 222	8 942	22 163
EMPRISE AU SOL (%)	14%	22%	18%
EMPRISE AU SOL PROJET (m²)	3 798	4 010	7 808
LOGEMENTS SOCIAUX PLU		40%	
LOGEMENTS (u)	89	70	159
dont accession	52	70	122
dont social	37	28	65
% social	41,6%	40,0%	40,9%
DENSITE OAP MINI		24 %	
DENSITE (LGTS/HA)	33,7	39,1	35,9
STATIONNEMENTS PLU	159	126	285
dont places ou garages accession	104	84	188
dont places social	37	28	65
dont places visiteurs	18	14	32
STATIONNEMENTS (u)	159	131	290
dont places ou garages accession	104	86	190
dont places social	37	28	65
dont places visiteurs	18	17	35

NOTICE ARCHITECTURALE

LE TERRITOIRE – LE CONTEXTE

Situation, accès et limites du terrain d'assiette

Le terrain d'assiette se situe au nord-ouest de la ville sur la zone d'entrée de ville nommée « Pont de l'Auture », aujourd'hui non urbanisée et destinée à de l'habitat, éventuellement des équipements.

L'ensemble de l'assiette foncière est bordé à l'Est par la RD7n, à l'entrée nord de Sénas, et à l'ouest par le canal irriguant des Alpines, puis la voie ferrée.
Au sud nous trouvons un ensemble d'habitations de type pavillonnaire marquant la limite de la ville avec les zones agricoles de la commune, et au nord de l'habitat diffus et des parcelles agricoles.

Le Chemin du pont de l'Auture, par lequel on accède au projet, traverse le terrain du sud vers le nord, imposant la dissociation de deux assiettes foncières distinctes et de ce fait deux demande de permis de construire distinctes que désignées **« PCVD 1 Auture EST »** et **« PCVD 2 Auture OUEST »,** bien que correspondant à une seule opération, complémentaires dans leur dessin, organisation et fonctionnement.

Le Chemin des Launes, débouchant sur la RD7n, marque la trame viaire existante au nord-ouest du site. La partie Est de ce chemin est prévu d'être déclassée dans le cadre de la continuité du tènement foncier avec la liaison routière créée vers la RD7n. Son tracé sera conservé.

Tissu urbain et agricole environnant

Le tissu urbain environnant est majoritairement constitué de :

- Lotissements de maisons individuelles (réalisées entre les années 1980 et 2000).
  Sur les limites sud, le lotissement du « Pont de l'Auture » regroupe des parcelles pour la plupart murées ou hermétiquement clôturées de part et d'autre de la voie de desserte, sans espaces verts, ni stationnements organisés autrement que sur les trottoirs, non revêtus et peu voire pas entretenus.

- Propriétés agricoles, hangars et habitations au sud-est,
  Ces propriétés, le long de la rive nord-est du Chemin du pont de l'Auture, sont implantées sur de grandes parcelles largement végétalisées, de haies, d'arbres de haute tige et d'espaces verts plantés. Les zones de circulation sont essentiellement en terre battue.

Les matériaux des constructions environnantes sont de type provençal traditionnel pour les propriétés agricoles et néoprovençal pour les maisons de lotissements : toitures en tuiles de teintes naturelles, canal ou romanes ; enduits minéraux de teintes ocre clair et ton pierre.

Parcellaire

Le Permis de Construire Valant Division est déposé sur une surface globale de 44 326 m², dont :

- **26 443 m² pour le PCVD 1 AUTURE EST**
- **17 883 m² pour le PCVD 2 AUTURE OUEST**

Les parcelles constituant l'opération, bien que de natures diverses, relèvent essentiellement d'anciens terrains agricoles qui à ce jour sont peu exploitées si ce n'est en prairies naturelles. Seule une parcelle reste plantée d'un verger de cognassiers à l'Ouest du Chemin de l'Auture. Nous trouvons également une grande parcelle bordée de haies à destination d'habitation individuelle, avec ses annexes et sa piscine. Ces éléments bâtis ne présentent pas d'intérêt architectural particulier et ne seront pas conservés dans le projet de l'opération dans l'optique de garder une composition d'ensemble.

Le découpage parcellaire s'effectue simultanément à cette demande de permis de construire puisque l'opération inclue partiellement les actuelles parcelles

- **AC 179 et AC 344 pour** PCVD 1 AUTURE EST
- **AD 20 pour** PCVD 2 AUTURE OUEST

Le nouveau découpage est défini dans les documents graphiques (PC 01b - PC 32), et pour les divisions du contour de l'opération.

Topographie

La topographie du terrain est particulièrement plane, les points altimétriques ne variant que de quelques dizaines de cm, légèrement plus bas au nord qu'au sud.

Ces terrains, d'origine agricole, ont bénéficié de la gestion agraire propre aux plaines de la vallée de la Durance, favorisant de grandes surfaces planes pour un arrosage et une irrigation naturelle simplifiés. On remarque notamment des canaux dits « roubines », structurés par l'homme légèrement au-dessus de la surface des champs, afin de permettre l'arrosage par inondation conditionné par un dispositif d'ouverture et de fermeture de « martellières ».
Afin de permettre la circulation des personnes, des véhicules et des biens, les voies de desserte de ces secteurs sont généralement au-dessus du niveau des canaux, permettant également de maitriser les surfaces d'inondation des champs.
Les variations de hauteurs restent cependant très faibles, de l'ordre de 30 à 50 cm tout au plus, rendant les roubines très peu visibles dans le paysage général.

L'importance des haies végétales

Les limites entre les champs, fréquemment constituées de haies, servaient aussi de protection contre les vents dominants, le mistral en particulier. Celles-ci étant plantées sur des légers talus, retenant les eaux dans les secteurs choisis.
La végétation présente sur le site est donc essentiellement constituée de grandes haies de cyprès, mais aussi de troènes ou de lauriers plantées le long des limites des parcelles, essentiellement dans le sens est/ouest.
De même, une grande haie de peupliers borde la limite ouest du terrain, le long du canal des Alpines.
Enfin, quelques grands arbres remarquables existent sur des secteurs non dédiés à l'agriculture, sur les parcelles des habitations, le long des voies.

Le détail de la végétation existante est précisé et analysé dans la notice paysagère joint à la demande de permis de construire.

Décomposition en 2 permis de construire et éléments de programmation

Cette demande permis de construire valant division parcellaire se décompose en deux demandes de permis de construire distinctes, correspondant à une opération d'ensemble dont l'emprise foncière est séparée par le chemin du Pont de l'Auture, qui restera public.
Ainsi, les deux permis sont conçus selon le même principe d'une cohérence d'ensemble, reprenant les même logiques d'aménagement, de compositions paysagères, d'architecture…

Le programme global de l'opération d'ensemble est de 159 logements, décomposés en
- 8 maisons individuelles accolées avec garage ;
- 44 logements intermédiaires dans des petits ensembles de 4 logements et
- 107 logements collectifs répartis dans 5 volumes regroupant 16 à 31 logements.

Le permis de construire de la zone « 1 Auture Est » comprend 89 logements dont :
- **16 logements en intermédiaires répartis sur 3 constructions de 4 ou 8 logements,**
- **73 logements collectifs répartis en 3 volumes de 21 ou 31 logements.**

Le permis de construire de la zone « 2 Auture Ouest » comprend 70 logements dont :
- **8 maisons mitoyennes accolées deux par deux,**
- **28 logements en intermédiaires répartis en 4 constructions de 4 ou 8 logements,**
- **34 logements collectifs répartis en 2 volumes de 16 ou 18 logements.**

Equipements communs
Afin de permettre la desserte de l'opération dans sa globalité, une voie principale est créée, celle-ci devant être rétrocédée à la commune en fin de chantier. C'est par cette voie que les différents services publics accéderont aux locaux communs. Cette voie, dite « Nord-Sud 1 » se situe dans le périmètre du **PCVD 1 Auture Est.** On y retrouve donc la plupart des annexes aux constructions à usage d'habitation nécessaires aux deux PCVD dont :
- 2 postes de transformation électrique (à confirmer en étude détaillée, selon les prescriptions d'ERDF),
- 5 ensembles de conteneurs à déchets clos et couverts implantés en limite de voirie,
- 3 ensembles de boites aux lettres regroupées au niveau des locaux OM.
- 5 locaux deux roues aérés et couverts pour les logements du PCVD 1 uniquement.

Dans l'emprise du PCVD 2 Auture Ouest :
- 4 locaux deux roues ouverts mais couverts pour les logements du PCVD 2 uniquement.

Le programme inclue également :
- Un ensemble de réseaux de collecte des eaux pluviales aboutissant dans un réseau général de noues et de jardins de pluies infiltrants
- Un jardin commun, dit « jardin de pluie », au centre de l'opération longeant le Chemin du pont de l'Auture.
- Des espaces extérieurs communs essentiellement végétaux, des cheminements piétons, cyclables et des liaisons douces.
- …

SDP

La SDP globale de l'opération est de 11 897 m²,
Dont 6 307 m² pour le PCVD 1 « Auture Est ».
Comprenant :
- 2 656 m² de SDP destinés aux logements sociaux et
- 3 651 m² de SDP destinés aux logements en accession.

Dont 5 590 m² pour le PCVD 2 « Auture Ouest ».
Comprenant :
- 2 100 m² de SDP destinés aux logements sociaux et
- 3 490 m² de SDP destinés aux logements en accession.

La répartition des logements reprend globalement les attentes de l'OAP sur l'ensemble de l'opération :
- 5% de maisons individuelles
    - Toutes sur le **PC ouest 2**
- 28% de logements intermédiaires (semi-collectifs groupés par 4)
    - Dont 16% sur le **PC est 1**
    - Et 64% sur le **PC ouest 2**
- 67% de logements collectifs
    - Dont 68% sur le **PC est 1**
    - Et 35% sur le **PC ouest 2**

PARTI ARCHITECTURAL ET URBAIN

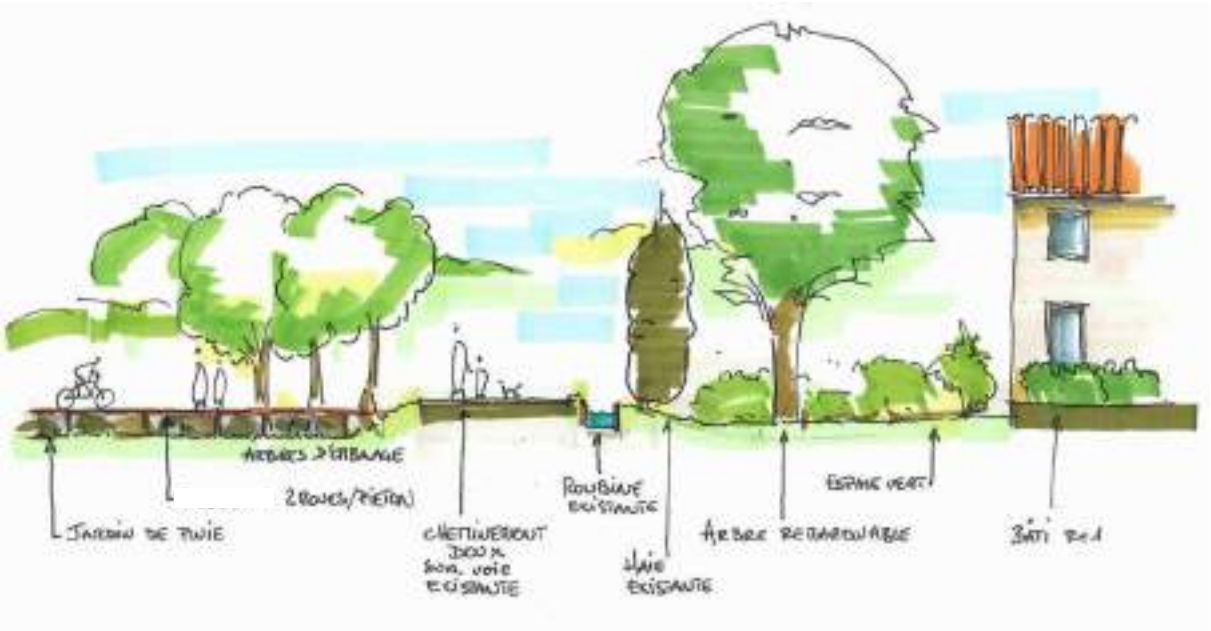
Voiries et cheminements doux

L'axe principal d'accès à l'opération est raccordé à la RD7n par l'intermédiaire d'un carrefour à feux devant être réalisé par la commune. Depuis ce carrefour, au nord, une voie principale « nord/sud1 » créé distribue les différentes voies secondaires de l'opération avent de se raccorder au sud au chemin du Pont de l'Auture existant.

Toutes les voies de desserte sont réalisées en double sens de circulation.
Une voie principale et accessible aux services de défense contre les incendies et aux autres services publics, raccordée sur le rond-point créé au nord de l'opération, sur la RD7n et reliant le Chemin du pont de l'Auture au sud de l'opération, distribue l'ensemble des voies créées, sans emprunter le Chemin du pont de l'Auture, uniquement traversé, dont la vocation est de devenir une voie douce, de part et d'autre des limites du terrain de l'opération.
Des voies secondaires privées sont créées d'est en ouest, parallèlement aux haies conservées, elles n'ont pas vocation à être utilisées par les services publics.
Ces voies répondent également aux exigences de mobilité et d'inclusion des PMR, ainsi une grande partie des places privatives en limite de voie seront accessibles aux personnes à mobilité réduites.

Liaison douce : elle complète le réseau des voies piétonnes et cyclables de la ville, organisée à travers les jardins communs et parfois en parallèle certains voies privées, mais toujours agrémentées des ombrages des arbres plantés ou existants.
Prévu au le plan de mobilité douce de la ville, elle traverse l'opération d'est en ouest, reliant les quartiers est de la ville à la grande piste cyclable créée le long du canal des Alpines.
Elle s'articulera aisément au chemin du pont de l'Auture destiné à complété ce réseau (Cf OAP)

Le réseau de cheminements piétons, plus diffus, relie les voies et pistes cyclables aux logements. Il est organisé en trottoirs confortables le long des voies, mais aussi en cheminements paysagers, traversant les jardins communs.
L'ensemble de ces voies sont, selon le même principe que les roubines existantes, légèrement surélevées par rapport au niveau des espaces verts, de manière à garder leur fonction même en temps de fort épisode de pluie, alors que les espaces dédiés à l'assimilation des eaux de ruissellement peuvent être inondés.



Implantation

Le parti architectural du projet est guidé par
- Les attentes de l'OAP, en particulier les haies conservées, le tracé des cheminements, l'axe de liaison depuis la RD7n,
- Les roubines existantes,
- La topographie du terrain,
- La cote d'inondabilité des RDC à respecter,
- La répartition des noues infiltrantes,
- Les importants espaces verts à créer ou à conserver
- Mais aussi le travail sur les orientations les plus favorables des logements.

L'organisation du bâti privilégie les mêmes orientations que le maisons et fermes rurales originelles de la région. Il répond aux avantages et aux contraintes du territoire : se protéger au nord des vents forts et froids par des façades plus fermées, ouvrir les pièces principales au sud, tout en se protégeant l'été des ensoleillements directs.
Une logique qui perdure et qui répond aujourd'hui aux normes thermiques réglementaires.

Pour la plupart, les petits immeubles collectifs (intermédiaires), et les villas, dont les espaces à vivre sont traversants, sont tous orientés vers le sud pour leur façade principale.
Les immeubles collectifs, contenant quelques appartements non traversants, sont majoritairement orientés est/ouest afin de garantir un ensoleillement à chaque logement pendant une partie de la journée.
Ces principes sont des évidences de bonne logique du confort des logements.

Typologies

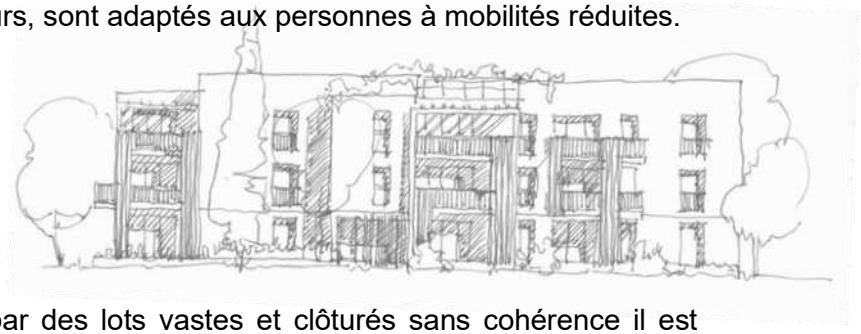
Les maisons individuelles correspondent à la demande courante des jeunes familles actuelles. La surface habitable variant entre 80 et 100 m² pour les maisons en accession, comprenant un garage pour certaines.
Ces maisons sont des T4 ou des T5, dont certaines offrent la possibilité de faire évoluer le nombre de chambre en adaptant au RDC certaines surfaces de séjour en chambre ou en bureau.

Façade sur Rue Horizon

Les logements intermédiaires comprennent des logements de type T3 et T4, de surfaces variables de 66 à 82 m² en RDC ou en R+1.
Ces petits bâtiments n'étant pas équipés d'ascenseurs, chaque typologie de logements sont implantée en RDC, afin de faciliter l'accès aux personnes âgées et aux personnes à mobilités réduites.

Façade Mazet

Les logements collectifs, en R+2, sont conçus comme de petits ensembles de taille modeste, ils comprennent de 16 à 21 logements, pour la majorité, seule le bâtiment C3 comprend 31 logements.
Tous les logements comportent des terrasses et tous les logements au RDC comme ceux desservis aux étages par des ascenseurs, sont adaptés aux personnes à mobilités réduites.



Espaces libres

Afin de ne pas « miter » le paysage par des lots vastes et clôturés sans cohérence il est proposé, à travers ce projet, de conjuguer à la fois une densité bâtie par la concentration des volumes, mais aussi une bonne utilisation des espaces extérieurs privatifs et communs aux abords directs des bâtiments au regard d'un principe commun :

- Toutes les maisons, comme les logements en RDC des bâtiments intermédiaires sont agrémentées d'un jardin privatif majoritairement orienté en façade sud, les espaces côté rue restent ouverts.

- Les espaces entre la rue et la façade d'entrée ou les garages sur rue ne seront pas clos, ils sont réservés aux places de parking et à une bande d'espaces verts communs, mais aussi des circulations piétonnes en pente permettant d'atteindre les niveaux des RDC au-delà de la cote d'inondabilité, rendant impossible la privatisation et la réalisation de « murs de clôtures » directement sur les trottoirs.

Trame verte et bleue

Le contexte originel du territoire, agricole, largement planté, de haies et de prairie, probablement à certaines époques de vergers, doit perdurer dans la nouvelle configuration du site. Le végétal, les arbres, les haies et les prairies, conservent une place prépondérante en tous points du projet puisqu'il le structure par les haies déjà présentes sur site.

La trame verte existante est conservée et largement renforcée. Le projet exprime la volonté de compléter le cadre bâti par une importante végétalisation des espaces publics afin de ne pas dénaturer le territoire, et surtout de conserver, par un travail de jeux d'ambiances à destination de l'usager, une présence naturelle.
De nombreux arbres sont plantées et certaines haies renforcées, pour structurer le paysage, apporter des ombrages, conserver de l'humidité aux sols, limiter la perception du bâti, … Espace public et espaces verts sont alors synonymes.

Trame verte – haies preservées

trame bleue – canaux préservés

Les places de parking sont aménagées le long des voies et en ensembles regroupées à proximité des bâtiments. Les espaces verts, importants, entre des séries de stationnements sont plantés d'arbres portant ombrages et minimisant l'impact visuel. Des plantations sont réalisées par l'aménageur en bordure des maisons et des voies, dans les espaces entre deux volumes bâtis, mais aussi en limite des voies, haies bocagères, arbres de haute tige, fruitiers à fleurs, …

Enfin, la marge de recul de 15m à l'axe de la RD7n (loi Barnier) est conçue, quand cela est possible, comme une bande plantée, qui fera office de filtre semi-occultant, sans masquer l'opération pour garder un esprit d'entrée de ville. Sur certaines parties, des roubines extantes le long de la limite du terrain, ne permettront pas de planter dans la bande de 4 m au-delà de la rive.

Au cœur de l'opération d'ensemble, un large espace commun végétalisé est proposé, central et longeant la voie principale d'entrée à l'est et le chemin du pont de l'Auture à l'ouest.
Situé dans le périmètre du PCVD Est 1, il est le « poumon vert » de l'ensemble du projet.
Offrant une grande respiration végétalisée, il est conçu autour des haies conservées et d'un cheminement piéton et cyclable, incluant d'une importante variété d'arbres de haute tige plantés dans une vaste prairie faisant office de jardin de pluie en cas de fort événement climatique. Celui-ci étant très légèrement inondable en cas d'importantes précipitations ou ruissellements, jouant un rôle important pour l'infiltration des eaux dans le sol et la nappe phréatique.

La gestion des eaux de pluie étant un réel enjeu, ce jardin de pluie est complété par de nombreux espaces libres entre les ensembles bâtis et aménagés pour participer à la répartition des eaux de pluie et de ruissellements via un réseau de noues plantées peu

profondes. Entre les ilots de maisons, le long des limites du terrain, le long des voies, le long des cheminements doux, …

La limite des propriétés privatives se fait, la plupart du temps, par le bâti, en retrait de la voie, évitant ainsi toute dérive de portails et clôtures disparates et permettant de faire profiter à toutes et tous d'un espace commun structuré, vaste et aménagé.
Seuls les bâtiments en accession sont entourés de petits jardins privatifs pour les logements des RDC, Mais ceux-ci sont toujours doublés d'espaces verts plantés communs entre les voies, publiques ou privées et les jardins privatifs.

Accessibilités PMR

L'ensemble de l'opération est réalisé pour permettre le déplacement et le stationnement des personnes à mobilité réduite.
Toutes les voies automobiles sont accompagnées de trottoirs de 1.50 m de large en revêtements de type béton désactivé ou enrobé avec des passages rabaissés au droit des passages piétons.
Des places PMR sont prévues à moins de 30 mètres de toutes les entrées de logements.
Les cheminements vers les entrées des logements, dans le cas de réhausse des planchers habitables du fait de la cote d'inondabilité prise en compte, sont praticables par l'intermédiaires de petites rampes en béton désactivés ou en enrobés respectant les pentes et les paliers réglementaires.
Tous les locaux de service communs, Ordures ménagères, boites aux lettres, locaux 2 roues, sont accessibles et utilisables par les PMR. Des espaces de retournements plats et sans encombrements sont prévus devant portes et les accès.
Des places de stationnement PMR sont implantées à proximité immédiates des locaux d'ordures ménagères et des boites aux lettres pour des stationnements provisoires.
Les entrées des logements, immeubles ou maisons, sont aménagés en respectant les normes d'accessibilité, espaces de reculs, zone de retournements, repérages visuels, interphones adaptés…
Les bâtiments C2, C3, C4 et C5 sont équipés d'ascenseur et tous les logements sont accessibles et aménagés pour l'usage des PMR, ainsi que les maisons et les bâtiments intermédiaires, pour leurs volumes en RDC.

La volumétrie et l'aspect

Les maisons individuelles

Les 8 maisons de l'opérations sont situées en limite sud de l'emprise du **PCVD2 ouest.**
La volumétrie des maisons est de type traditionnel, en R+1 avec garage semi-intégré. Les toitures sont à deux pentes, à l'image des typologies régionales de maisons provençales. Les maisons sont d'aspect sobre, aux lignes simples s'inscrivant élégamment dans le paysage régional.

Elles sont accolées deux à deux dans un même corps de bâtiment afin de ne pas multiplier les petits volumes, ce qui offre également un gain de performance énergétique, en réduisant les surfaces de parois extérieures par logement.

La hauteur des façades et la proposition des percements reprennent les codes régionaux. Les ouvertures sont composées selon des alignements ordonnancés entre les niveaux.

Les semi-collectifs (intermédiaires)

Les petits intermédiaires de 4 logements, sont de volumétrie sensiblement proche des maisons, avec des toitures 2 pentes. En R+1 également, ils comportent des appartements de type 3 et 4 pièces, permettant de varier les choix des habitations et la mixité des occupants. L'accès aux logements se fait en partie centrale, en RDC et par des escaliers et paliers extérieurs pour l'étage. Chaque logement est agrémenté d'une terrasse ou d'un balcon en étage. Certains logements intermédiaires SME **(PCVD 2 ouest),** similaires à des petites maisons, ont un accès individualisé par les pignons, les passages menant à des entrées couvertes par des petites pergolas bois

Cette différenciation d'accès permet d'individualiser les logements malgré leur groupement dans un même volume.

Les bâtiments collectifs

Ces bâtiments restent de taille modeste, seul le bâtiment C3 (PCVD 1 EST) est plus important, mais ne comporte que 31 logements sur 3 niveaux. La conception relativement contemporaine des façades et du volumes se veut sobre sans être trop minimaliste. Le jeu de volumes des balcons et terrasse agrémentés de poteaux et pergolas bois génèrent, avec les décrochés de façade, des effets de pleins et de vides faisant jouer la lumière. L'importante densité végétale, due aux larges espaces verts des abords, complète la composition par une présence vivante de multiples arbres animant les façades de leurs effets de feuillages et de branchages, tantôt filtres visuels, tantôt, protections solaires.
Les toitures plates coiffent cet ensemble cohérent par un tapis végétal offrant une vision haute en harmonie avec le paysage.

<u>Les stationnements</u>

Le nombre total de places de stationnements est de 288 pour l'ensemble de la résidence.
Comprenant :

- 2 places pour chaque logement en accession
- 1 place pour les logements sociaux
- 35 places visiteurs pour l'ensemble des logements. (Au moins 1 pour 5 logements)

2 stationnements au minimum sont prévus pour chaque maison en accession. Chaque maison dispose d'une place PMR devant son entrée et d'un garage intégré au volume.

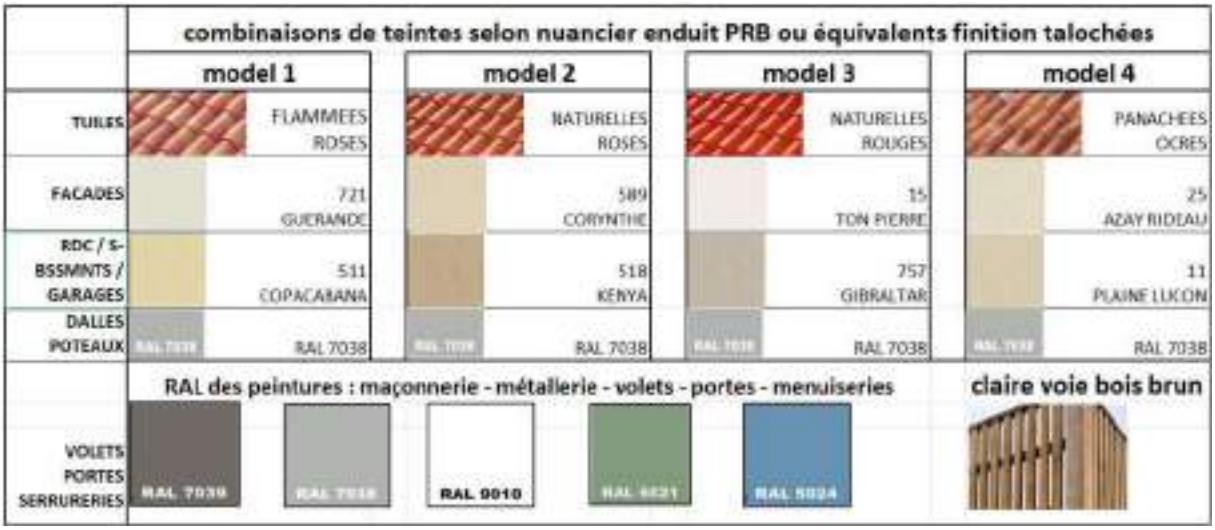
Pour le PCVD 1 EST : 160 stationnements dont 19 places visiteurs
Pour le PCVD 2 OUEST : 128 stationnements dont 16 places visiteurs

Des « arrêt minute » PMR sont prévus devant les boites aux lettres et les locaux OM aux entrées de l'opération.
Toutes les places sont accompagnées de plantations de haute tige permettant d'offrir des ombrages généreux.

Structure et façades

Les bâtiments sont réalisés en maçonnerie traditionnelle,
- planchers et dallages en béton, les planchers des RDC sont systématiquement au-dessus de la cote d'inondabilité réglementaire,
- façades en béton, agglomérés de ciment ou briques avec chainages verticaux et horizontaux en béton armé,
- toutes les parties habitées sont isolées selon le respect des normes thermiques en vigueur.

L'aspect extérieur



- **Les façades** sont revêtues d'enduits minéraux finition frottassée ou talochée.
Des encadrements de fenêtres et des traitements d'angle en enduits seront réalisés sur certaines façades ou type de maisons de manière non systématique.

- **Les teintes** sont contrastées et de type ocre clair, ocre brun, ocre jaune ou gris brun, avec les encadrements de fenêtre et les traitements d'angles en enduits rainurés d'un ton plus clair ou plus foncé selon les teintes des enduits principaux.
Les différentes teintes des façades de maisons sont composées en fonction du tableau d'organisation des teintes ci-dessous dont chaque définition est repérée sur le plan masse selon un étude colorimétrique soignée.

- **Les menuiseries** sont en PVC de teinte blanche et équipées de volets roulants de même teinte. Certaines menuiseries des étages des maisons et des collectifs, sont équipées de volets battants bois peints.

- **Les portes palières** sont à âme pleine avec un parement en acier laqué. Elles seront peintes pour contraster avec les teintes des façades.

- **Les portes de garage des maisons** sont en acier laqué. Toutes orientés au nord, elles seront peintes d'une teinte grise, foncée ou claire. Certaines fenêtres des maisons et bâtiments intermédiaires comportes volets bois battants peints.

- **Les parements et bardages bois** sont en éléments de bois naturels, pins autoclaves ou douglas brun / marrons de classe 4, composés à claire voie pour préserver la respiration et la dilatation naturelle des bois

- **Les garde-corps et serrureries sont** en acier ou en aluminium laqués en usine, de facture sobre, type barreaudage vertical provençale, de teinte gris brun type RAL 7039

- **Les toitures**
  - **Des maisons et des intermédiaires** sont à double pans à environ 32% de pente, couvertes de tuiles romanes ou canal de teinte rosées ou ocres selon l'implantation des bâtiments. Les teintes des tuiles sont variées par petits groupes d'habitations pour éviter de trop grandes uniformités visuelles.

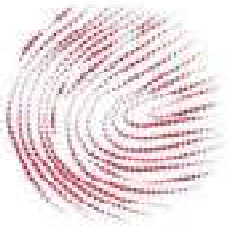
  - **Des bâtiments collectifs en R+2 sont** traitées en toiture-terrasse végétalisées, selon les prescriptions du PLU. Les acrotères de ces bâtiments seront surélevés à 1m afin de faire office de garde-corps pour sécuriser les accès aux équipements de toiture, tout en les masquant depuis le sol et en évitant les garde-corps métalliques.
  - **Les gouttières,** sur chaque égout de toiture ramènent les eaux de pluie vers les nous et les bassins infiltrants, elles sont en PVC de teinte blanches ou sable selon les enduits de façade des bâtiments

- **Les unités extérieures** des systèmes de chauffage sont implantées de manière à ne pas être visibles depuis les espaces publics, ou masquées par des éléments bâtis ou de clôture.

- **Les clôtures** sont réalisées autour des parties privatives **:**
  - Pour les clôtures des jardins privatifs, à l'intérieur de la parcelle, elles sont réalisées en grillage souple de 1.50m de haut, sans soubassement maçonné et de teinte verte.
    Les portillons compris dans les clôtures sont pour la très grande majorité posés entre pignons des maisons (PCVD1 OUEST).
    Les clôtures et les portillons entre les maisons, entre les rues internes et les jardins, en façade principale, ont une hauteur de 1.50 m et ont pour but, en plus de la fermeture de l'espace, de masquer la vision éventuelle, depuis la rue, des unités extérieures de chauffage, placées au sol et en retrait dans les parties privatives, le long des pignons.
  - Les clôtures entre les parties privatives ou communes et les extérieurs de l'opération sont réalisés en limites avec les propriétés existantes dans ce cas spécifique ou en grillage souple de 1.50 m dans les autres cas.
  - Certaines parties de clôtures spécifiques sont réalisées en accord avec les demandes des riverains par des murs enduits de 2. 00 m de hauteur. (PCVD 1 EST)

D'une manière générale, l'opération ne sera pas close sur ses limites.
L'objectif de l'opération réunissant les deux permis de construire « Auture Est » et « Auture Ouest » est de réaliser une extension de la ville, un nouveau quartier, dont la conception intègre les notions évidentes du développement durable, du respect du territoire naturel, du bien-être des habitants, de l'incitation au partage des espaces et des moyens communs.
Pour cela, l'opération est voulue ouverte, dans la continuité de la ville existante, donnant une large place aux circulations douces, à la végétation. Aucune clôture ni portail ne fermeront les voies de circulations, les passages resteront libres les parties communes accessibles et les espaces verts à partager.

- **Les aménagements paysagers -** *cf.* Notice paysagère
- **Principes hydrauliques de gestion des eaux de pluie et des VRD -** cf. Étude hydrogéologique – VRD



CITADIA

www.citadia.com • www.citadiavision.com