Aix en Provence

ZAC DE LA CONSTANCE



Demande d'autorisation environnementale

Mémoire en réponse suite à l'avis de la Mission Régionale d'Autorité Environnementale PACA (MRAe) du 24 septembre 2021.

Conformément aux dispositions prévues par les articles L122-1, et R122-7 du code de l'environnement, la mission régionale d'autorité environnementale (MRAe) a été saisie pour avis sur le dossier de demande d'autorisation environnementale du projet d'aménagement de la ZAC de Constance à Aix en Provence.

Conformément aux règles de délégation interne à la MRAe (délibération du 8 septembre 2020), l'avis a été adopté le 24 septembre 2021 et transmis à la SPLA Pays d'Aix Territoires par courrier par M. Le Préfet en date du 30 septembre 2021.

L'avis rendu porte sur la qualité de l'étude d'impact jointe par le maître d'ouvrage au dossier de demande d'autorisation environnementale, et sur la prise en compte de l'environnement par le projet. Il vise à permettre d'améliorer sa conception.

L'article L122-1 du code de l'environnement fait obligation au porteur de projet d'apporter une réponse écrite aux recommandations figurant dans l'avis de la MRAe.

C'est l'objet du présent mémoire en réponse.

Recommandation n°1

La MRAe recommande de revoir le périmètre de projet en intégrant les travaux liés à la liaison avec la centrale à boucle d'eau tempérée située sur le site de la Pioline et de reprendre l'analyse des incidences environnementales en conséquence.

REPONSE :

Le périmètre du projet intègre bien les travaux de création de réseaux de la boucle à eau tempérée, dans la mesure où ces équipements seront implantés au droit des espaces publics dans le périmètre de l'opération.

Il s'agira de travaux classiques de réseaux, au même titre que les autres réseaux secs et humides.

Concernant les équipements (échangeurs thermiques sur les eaux de rejet) à implanter au droit de la station d'épuration existante, ils seront réglementés dans le cadre des textes spécifiques applicables à l'unité de traitement des eaux usées d'Aix-en-Provence. En effet, la station d'épuration fait l'objet d'un suivi réglementaire étroit au titre de la loi sur l'eau, et des arrêtés préfectoraux spécifiques réglementent l'ensemble des équipements et des rejets.

Toute modification des équipements ou des rejets de la station d'épuration doit faire l'objet d'une demande d'autorisation préfectorale spécifique pour permettre la mise à jour des textes réglementant l'installation.

L'analyse des impacts liés à l'installation d'échangeurs thermiques au droit de la STEP d'Aix-en-Provence sera par conséquent menée lors de la procédure de mise à jour des textes qui réglementent la station d'épuration.

Recommandation n°2

La MRAe recommande de compléter le dispositif de surveillance de l'air ambiant par un suivi régulier de la teneur en chrome VI et en 1,3-butadiène dans l'air ambiant au niveau des populations les plus exposées, afin de s'assurer sur la durée que les hypothèses de calcul du risque sanitaire retenues sont raisonnables, et de préciser les mesures qui seront prises en cas de dépassement des seuils de référence (à définir).

REPONSE :

Dans le cadre du projet d'aménagement de la ZAC de la Constance, la MRAe a porté à connaissance son avis quant à la réalisation du projet et aux études présentées, notamment concernant le volet Air&Santé. La réponse apportée ici, permet de compléter les moyens d'accompagnement et de surveillance déjà proposés, suite aux remarques de la MRAe.

1 - PRESENTATION DES RESULTATS DE DISPERSION

Les modélisations de dispersion atmosphériques ont montré un environnement actuellement dégradé en termes de qualité de l'air lié à la proximité des autoroutes A8 et A51.
Cependant à l'horizon futur de mise en service du projet, aucun dépassement des valeurs limites réglementaires et objectifs de qualité de l'air n'est attendu. Les concentrations en particules fines en suspension dans l'air (PM2.5) étant néanmoins proche de la valeur réglementaire pour les bâtiments et bureaux situés le long de l'A8, au-delà des impositions construction pour ces bâtiments (filtres de particules fines sur les centrales de traitement d'air en particulier), une surveillance particulière des particules fines (PM10, PM2.5) a été proposée.

De plus, l'évaluation quantitative des risques sanitaires a montré que les principaux contributeurs au risque cancérigène par inhalation sont le benzène, le chrome VI et le 1,3-butadiène.

Dans un souci de protection de la santé humaine, un Plan de Management de la Qualité de l'Air Intérieur (PMQAI) sera imposé avec en particulier un suivi en continu des PM10/PM2.5 et des COVs totaux. Ce PMQAI ambitieux vise l'atteinte d'une certification WELL qui impose un certain nombre de mesure pour garantir une qualité de l'air saine.

Cependant, afin de répondre plus précisément aux enjeux actuels et comme préconisations, un suivi du chrome VI, du 1,3-butadiène et du benzène sera aussi envisagé afin de vérifier que les valeurs de référence réglementaires et sanitaires ne sont pas dépassées, comme préconisé par la MRAe.

2 - SUIVI EN CONTINU DES CONCENTRATIONS EN PM10-PM2.5 ET COV TOTAUX

Dans le cadre du PMQAI, le monitoring en continu des PM10 et PM2.5 et des COVs totaux (dont le benzène et le 1,3-Butadiène font partie) a été présenté et sera mis en place à l'intérieur et à l'extérieur des bâtiments de bureaux proches de l'autoroute afin de signaler tout dépassement des valeurs limites réglementaires et de filtrer l'air provenant de l'extérieur. La ventilation mise en place dans le PMQAI sera ainsi évaluée en continu et fera l'objet d'une réévaluation en cas de concentrations en PM10 ou COVs totaux trop importantes.

3 – PROPOSITION DE SUIVI DES CONCENTRATIONS EN CHROME VI, 1,3-BUTADIENE ET BENZENE ET CAMPAGNES DE MESURES EN REPONSE A LA RECOMMANDATION DE LA MRAe

Le suivi en continu et temps réel du Chrome VI, 1,3-Butadiène et du Benzène nécessite de déplacer d'importants et coûteux moyens de prélèvements. Afin de répondre favorablement à l'avis de la MRAe,

la proposition de suivi a donc été orientée vers des campagnes de mesures ponctuelles et régulières pour le Chrome VI, le 1,3-Butadiène et le Benzène plutôt qu'un suivi en continu 24h/24 toute l'année.

3.1 - Suivi des concentrations en 1,3-Butadiène, Benzène et Chrome VI

L'évaluation des concentrations en 1,3-Butadiène et Benzène se fera idéalement à l'aide d'échantillonneurs passifs, par campagnes de mesures, comme ce fut le cas lors de la campagne de mesure de 2019. Concernant le Chrome VI, l'évaluation des concentrations se fera par préleveur automatique de poussières puis analyse du support en laboratoire.

Ainsi, afin de mesurer les concentrations en 1,3-Butadiène, Benzène et Chrome VI à l'intérieur et à l'extérieur des bâtiments de bureaux, une campagne de mesures sera opérée ponctuellement et régulièrement (voir Mise en place des campagnes de mesures ponctuelles et régulières pour le Chrome Vi, le 1,3-butadiène et le benzène).
Il est à noter que concernant l'étude du Chrome VI, on visera idéalement une limite de quantification inférieure à 0,2 ng/m3 de sorte de pouvoir comparer les résultats aux valeurs toxicologiques de référence pour le risque cancérigène. Pour atteindre cette limite de quantification, un prélèvement sur support PTFE ou Teflon est préconisé.

En cas de dépassements des valeurs réglementaires :

- L'ARS en sera immédiatement informé ;
- Un audit de la ventilation pourra être diligenté afin de vérifier son bon état de maintenance ;
- Si l'état de maintenance n'est pas en cause, une étude de faisabilité pour renforcer le système de filtration sera mis en œuvre ;
- En dernier lieu, des mesures de réduction propres à la zone pourront être ré-explorées, en fonction de l'avancée des nouvelles connaissances sur certains sujets (veille technologique sur la gestion de la mobilité, la modification du parc roulant, l'amélioration des systèmes de ventilation etc.).

3.2 - Mise en place des campagnes de mesures ponctuelles et régulières pour le Chrome VI, le 1,3-butadiène et le benzène

Les campagnes de mesures mises en place seront effectuées avec des moyens matériels équivalents à ceux utilisés lors des campagnes de mesures relatives à l'étude d'impact de la ZAC de la Constance, ou du moins permettant les mêmes limites de quantification :

- Échantillonneurs passifs pour le benzène et le 1,3-butadiène avec une limite de quantification respectivement inférieure à 0,5 µg/m3 et 0,01 µg/m3 pour le 1,3-butadiène.
- Préleveurs automatiques pour le Chrome VI avec une limite de quantification inférieure à 0,2 ng/m3.

La campagne de mesure comprendra 6 points pour le benzène et le 1,3 butadiène (3 en extérieur et 3 en intérieur) et deux pour le Chrome VI (1 en extérieur et un en intérieur). Les points en intérieur seront choisis dans les bureaux les plus exposés (les plus proches de l'autoroute). Les points extérieurs sont idéalement situés au niveau des prises d'air afin de caractériser la différence entre la concentration intérieure et la concentration extérieure en polluants.

Le protocole de suivi des polluants se fera selon un échéancier qui pourra s'alléger au fil du temps dans le cas où les valeurs de référence (valeurs réglementaires et valeurs toxicologiques de référence) s'avèrent être respectées et si les concentrations tendent à diminuer :

- 1ère et 2ème année :

- Chrome VI : une campagne de mesures de 1 semaine par an avec un point en air intérieur et un point en air extérieur au point le plus exposé
- Benzène et 1,3-Butadiène : 2x2 semaines de mesures par an en 3 points de mesures en air intérieur et 3 points de mesures en air extérieur afin d'établir le ratio polluants extérieur/polluants intérieurs et d'observer si des sources de pollution intérieure peuvent être mises en évidence.

- Années suivantes :

Si aucun dépassement des valeurs seuils sanitaires, allègement du programme de mesures :

- Chrome VI : une campagne de mesure 1 semaine par an – 1 année sur 2
- Benzène et 1,3-Butadiène : 2x2 semaines de mesures par an – 6 points de mesures (intérieur/extérieur) – 1 année sur 2
-

L'étude sur la qualité de l'air et la santé - EGIS - est mise en concordance. Elle est portée en annexe 1 du présent mémoire en réponse.

Recommandation n°3

La MRAe recommande de préciser dans l'étude d'impact les normes acoustiques imposées aux constructions.

REPONSE :

L'étude d'impact acoustique a été réalisée conformément à l'ensemble des textes règlementaires et normatifs applicables, dont notamment l'arrêté du 5 mai 1995 relatif au bruit des infrastructures de transport et le Code de l'Environnement (Articles L571-9 et R571-44 à R571-52).

Rappelons que l'étude conclut :

- Les seuils règlementaires seront respectés au droit des habitations préexistantes et conservées.
- La construction de bâtiments tertiaires et de merlon au nord de la zone permettra de limiter l'impact de l'A8.
- L'ambiance sonore en second plan sera modérée à calme.
- Les façades des bâtiments bordant le boulevard Paul Cézanne pourront être renforcées afin de maitriser l'impact sonore.
- Les dispositions d'urbanisme prévues permettent de créer des zones calmes dans les cours intérieures.

Concernant les constructions, rappelons qu'il n'existe pas de norme acoustique imposée, mais que c'est une règlementation qui s'applique.

Cette réglementation correspond à l'arrêté du 30 Mai 1996 (qui est bien mentionné dans l'étude en pages 8 et 38) et aux arrêtés y faisant référence : celui du 30 juin 1999 (relatif aux bâtiments d'habitation) et celui du 25 avril 2003 (relatif aux établissements scolaire, santé, hôtel). Ces arrêtés ne s'appliquent pas stricto sensu aux études d'impact de la ZAC, ils s'appliquent aux maîtres d'ouvrages des futures constructions (ce qui est expliqué dans le rapport en pages 8 et 38).

Recommandation n°4

La MRAe recommande d'approfondir la réflexion en faveur d'une véritable mobilité durable et de préciser les modalités opérationnelles des mesures privilégiant les modes de déplacements alternatifs à la voiture de façon à ce que l'usage de la voiture individuelle soit le plus faible possible.

REPONSE :

La mobilité durable consiste à satisfaire la liberté de déplacement des personnes tout en cherchant à diminuer l'impact des moyens de transport utilisés sur l'environnement.
La ZAC de la constance s'inscrit dans cette démarche est favorise les mobilités alternatives.

1- ENCOURAGER LES MODES ACTIFS DANS LES DEPLACEMENTS DE PROXIMITE :

On désigne derrière le terme mobilités actives la marche à pied, les vélos et plus généralement l'ensemble des modes de déplacements où la force motrice humaine est nécessaire.

1.1 La marche à pied est le point de départ de la mobilité durable. Elle est le chaînon indispensable à la continuité des déplacements et à la complémentarité des autres moyens de transport. Le piéton choisit le déplacement le plus court et le plus rapide, d'où l'intérêt de mailler le quartier nouveau par un réseau de cheminements et d'assurer la continuité du réseau au sein du tissu urbanisé.

Afin de promouvoir la marche à pied, le quartier de la constance propose l'aménagement d'un vaste réseau piéton permettant une desserte optimale en tout point du quartier.

On notera également que de nombreux cheminements sont programmés en dehors des emprises de voiries, permettant d'emprunter des liaisons directes et « très apaisées ».

A titre d'exemple nous pouvons citer :

La liaison entre l'Est et l'Ouest du quartier qui repose sur la création d'une passerelle rectiligne, réservée modes doux, qui surplombera la canopée du parc et permettra d'effectuer en quelques minutes le trajet entre le secteur Valcros et le cours piéton « sainte victoire ».

Le parc central qui joue un rôle déterminant dans le maillage et permettra des déplacements modes doux dans des « séquences bucoliques » en connexion avec cours piéton de Bellevue, la porte de Valcros et l'avenue du Camp de Menthe.

Le cours du Pilon du Roy qui sera un axe fort des déplacements piétons Nord / Sud en lien avec le transport collectif en site propre.

Les multiples venelles piétonnes qui innerveront chacun des ilots de logements et permettront de garantir une totale perméabilité du quartier.

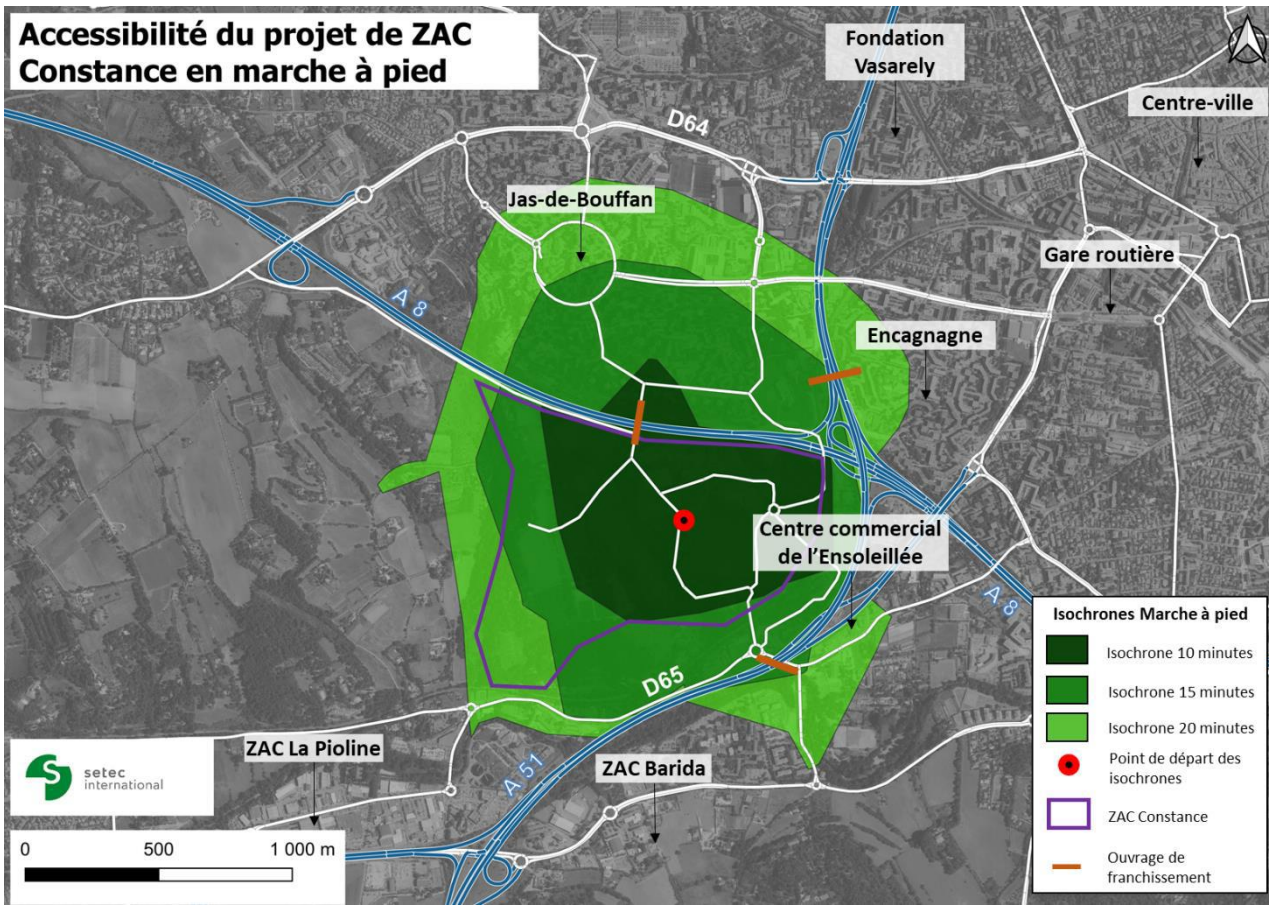
Enfin, les cheminements piétons sont également pensés afin de se raccorder sur le réseau communal existant et facilité ainsi les déplacements inter quartier.

- *Vers l'avenue marcel Pagnol et le quartier du Jas de Bouffan,*
- *Vers le chemin des flâneurs et la passerelle piétonne existante au-dessus de l'A51 qui permet les déplacements vers le quartier d'Encagnane,*
- *Vers les quartiers Sud en lien avec le nouveau pont Arnaud Beltrame,*
- *Vers l'Ouest par la création d'une voie nouvelle qui sera créée en parallèle de l'A8.*

La signalisation dédiée aux piétons sera adaptée avec des panneaux de jalonnement qui exprime à l'aide d'un fléchage d'itinéraires des temps de trajets moyens à pied. C'est une façon pour chacun de prendre conscience des distances parfois courtes qu'il est possible de réaliser en milieu urbain et d'inciter les habitants à changer leurs habitudes. En s'installant durablement dans le paysage urbain, cette signalétique piétonne pourra offrir au quartier de la Constance l'image d'un quartier qui s'investit pour la qualité de vie et la santé de tous.



La carte ci-dessous d'isochrones ci-dessous permet de représenter les zones atteignables à pied depuis le coeur de la ZAC en 10, 15 et 20 minutes (ou à l'inverse, les zones depuis lesquelles il est possible de rejoindre le coeur de la ZAC en 10, 15 et 20 minutes).
Le quartier du Jas-de-Bouffan et la zone commerciale de l'Ensoleillée sont à moins de 20 minutes de marche. C'est aussi le cas du quartier d'Encagnane, grâce à la passerelle piétonne sur l'A51.



Extrait de l'étude trafic – SETEC 16/08/2022 jointe en annexe 3

1.2 Le vélo est un autre mode actif qui s'inscrit au quotidien comme une source de bénéfices pour le cycliste comme pour la collectivité. Il fait partie de l'écomobilité et présente une série d'atouts qui est mis à l'honneur dans la conception de la ZAC de la Constance par la création de continuités cyclables pour des déplacements quotidiens.

Le vélo est un mode de déplacement rapide et efficace en milieu urbain. Il est le moyen de transport le plus performant pour les déplacements de moins de 3 km. Il constitue donc une réelle alternative à la voiture et un enjeu important.

Le projet de la constance promeut fortement la circulation des cycles par la création de cheminements dédiés. L'objectif général est d'encourager le report modal en faveur du vélo par la mise en place d'un maillage dense d'itinéraire au sein du quartier.

Par conséquent chaque voie de circulation sera équipées d'emprises cyclables connectées ou indépendantes de la voirie (pistes ou bandes cyclables) qui seront définies selon la hiérarchisation des voies de manière à favoriser une circulation sécurisée.

Le plan ci-après montre les itinéraires cyclistes, et leur hiérarchisation, modifiés pour répondre à la règlementation de la loi d'orientation des mobilités (LOM).

Schéma de circulation Cycles



Superposition des voies de circulations Cycles / Voitures et BHNS

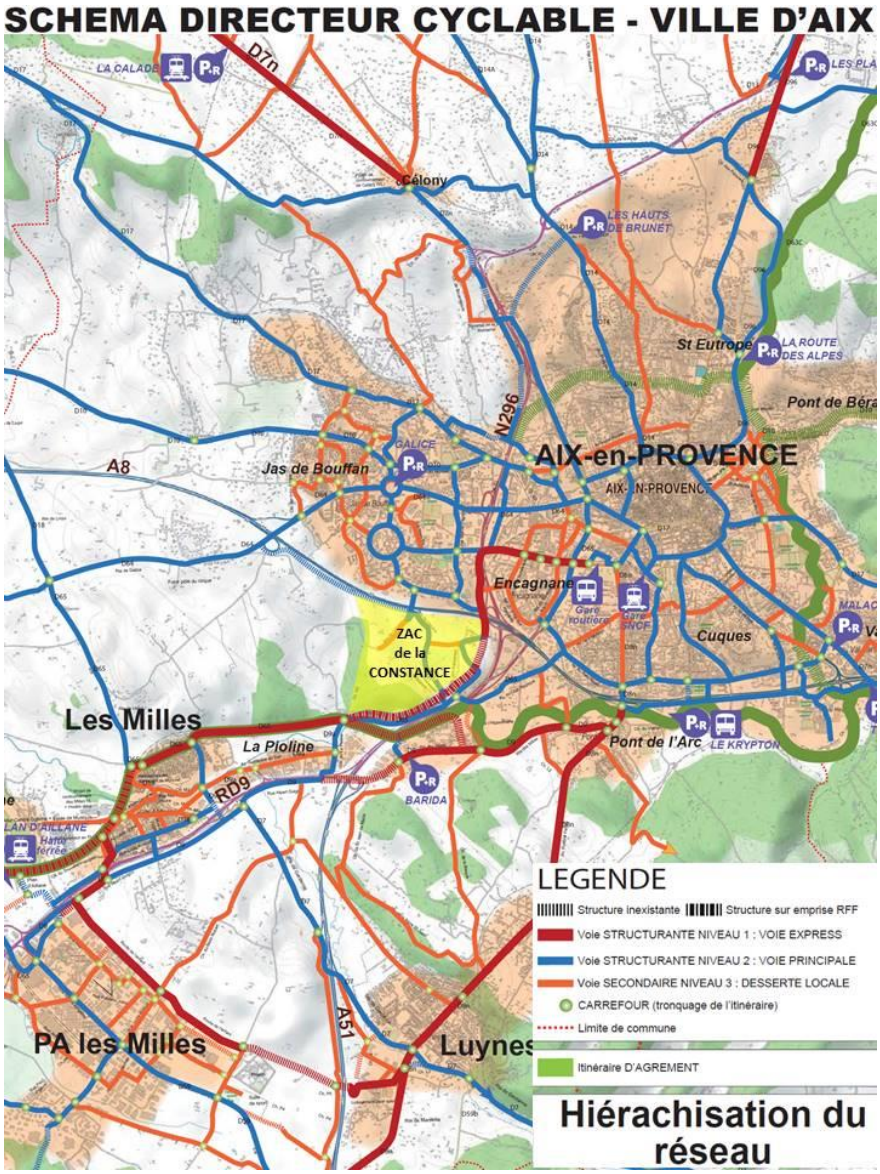


Cartes extraites de l'étude des aménagements cycles – STOA/EGIS annexe n°2

La notion de maillage du réseau cycle implique également de s'inscrire dans le schéma de directeur cyclable de la Ville d'Aix en Provence.

Ainsi la ZAC sera connectée :

- *à l'Est, au chemin des flâneurs qui est un axe majeur du déplacement cycle vers le centre-ville (voie cyclable expresse de niveau 1).*
- *au Nord, à l'itinéraire réalisé récemment sur l'avenue Marcel Pagnol en parallèle du passage du BHNS (voie cyclable principale de niveau 2).*
- *au Sud vers la D65 et le pont Arnaud Beltrame (voie cyclable principale de niveau 2) et sur l'axe identifié en direction de la Pioline (voie cyclable expresse de niveau 1)*
- *à l'Ouest vers la D64 route de Galice (voie cyclable principale de niveau 2)*



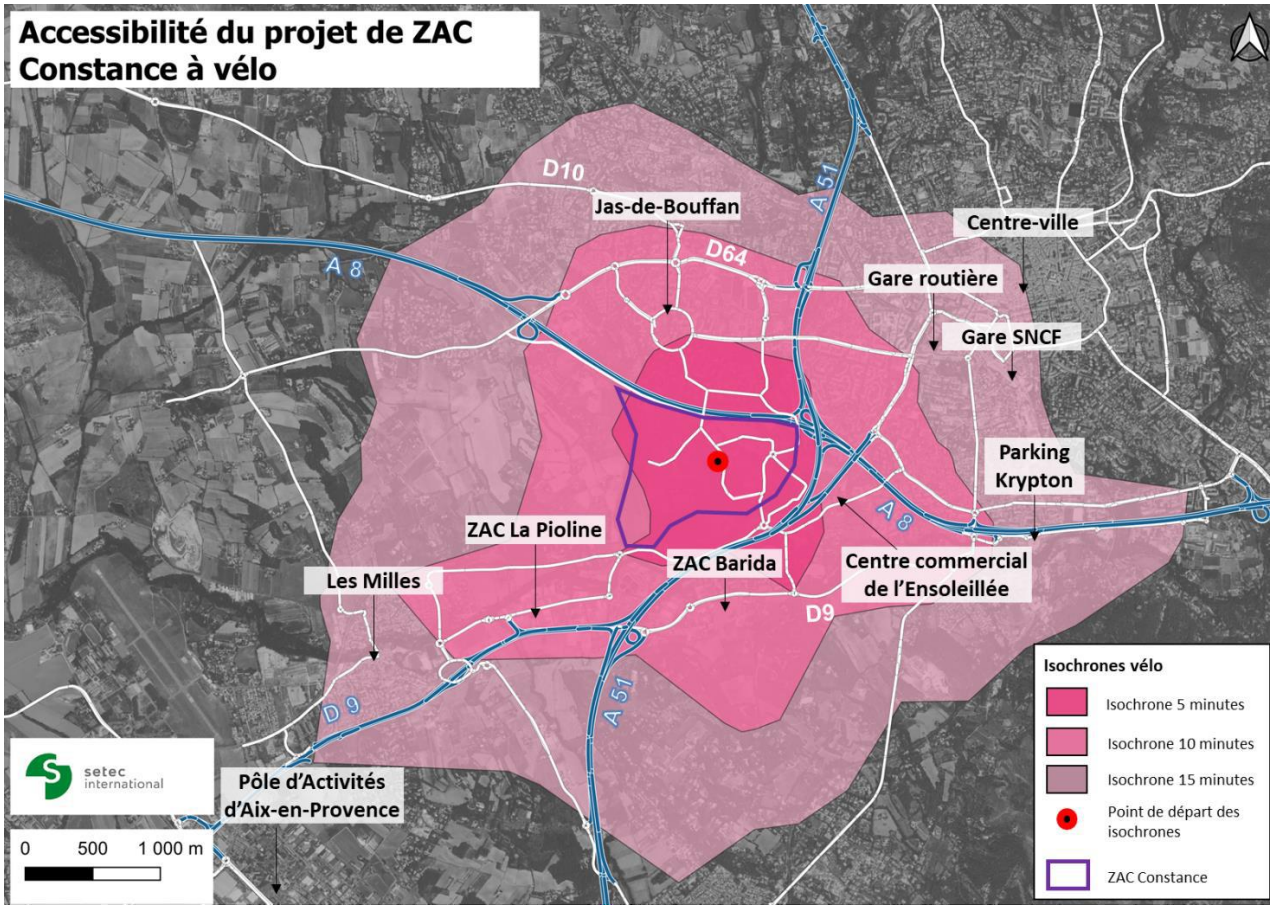
Les habitants de la Constance peuvent ainsi se rendre à vélo dans les principaux lieux d'intérêt, en bénéficiant de voies réservées sur l'ensemble de leur trajet :

- le centre-ville d'Aix-en-Provence,
- la gare routière,
- la ZAC Barida
- la ZAC de la Pioline,
- les quartiers des Milles et du Jas-de-Bouffan.

Ce réseau permet également aux actifs des autres quartiers de venir travailler à la Constance à vélo.

Un jalonnement sera effectué dans le quartier permettant d'appréhender les itinéraires et les distances de trajet.

La carte d'isochrones vélo ci-après précise les temps de trajet depuis la constance.



Extrait de l'étude trafic – SETEC 16/08/2022 jointe en annexe 3

On note que la zone commerciale de l'Ensoleillée, Jas-de-Bouffan, la ZAC Barida et la ZAC de la Pioline sont à moins de 10 minutes de vélo du centre de la ZAC Constance.

En 15 minutes de vélo, on atteint même le centre-ville d'Aix-en-Provence, la gare routière, la gare SNCF, le parking Krypton ou encore le village des Milles.

Par ailleurs, afin de faciliter l'usage du vélo au sein de la ZAC, plusieurs points de stationnements publics seront réalisés. Ils seront judicieusement localisés et particulièrement structurés à proximité des équipements publics et privés attractifs (école, parc, commerces (cours Sainte Victoire), station de co-voiturage …).



En outre, face au succès des Vélo à Assistance Electrique (VAE) des bornes de recharges seront également installées sur le domaine public.

2- RENFORCEMENT DU MAILLAGE DE TRANSPORT EN COMMUN

Le transport en commun est un maillon indispensable de la mobilité durable.

Afin de favoriser l'utilisation des transports en commun le projet de la ZAC de la Constance propose un axe majeur de déplacement :

- Un itinéraire Transport en Commun en Site Propre qui traversera le quartier et permettra de desservir les deux plateaux urbanisés. Il se raccordera au Nord à la ligne de BHNS via la route de Valcros vers l'avenue Marcel Pagnol. Il se raccordera au Sud du quartier via le chemin des Aubépines vers la RD65.

La métropole Aix Marseille Provence a été interrogée en qualité d'autorité organisatrice de transport afin de préciser la desserte qu'elle entend mettre en œuvre afin de desservir ce nouveau quartier de la Ville.

Le scénario projeté à terme est compatible avec le projet d'infrastructures de la ZAC.

Développement d'une ligne nouvelle « Aix en bus » Jas-de-Bouffan – Constance – Krypton/Plan Campus. Cette ligne emprunterait la voie réservée TCSP qui traverse la ZAC.

► 1 bus toutes les 15 minutes en heure de pointe ;
► 1 bus toutes les 20 minutes en heure creuse.
► Vers le nord, le quartier du Jas-de-Bouffan et le P+R Colonel Jean-Pierre
► Vers l'est, le quartier du Pont de l'Arc et le P+R Krypton

Création d'une ligne BHNS nouvelle circulant sur plateforme ferroviaire entre Aix-gare routière et le Pôle d'Activité d'Aix-en-Provence

► 1 bus toutes les 5 à 6 minutes en heure de pointe ;
► 1 bus toutes les 8 à 10 minutes en heure creuse.
► Vers le nord-est, la gare routière d'Aix-en-Provence
► Vers le sud-ouest, la ZAC de la Pioline, les Milles, le Plan d'Aillane et le Pôle d'Activité d'Aix-en-Provence

Chaque parcelle de la ZAC est ainsi située à moins de 400 m d'un arrêt de cette ligne de soit moins de 6 minutes de marche environ.



Source Métropole AMP

Un scénario alternatif de court terme a également été étudié par la métropole. Il consiste à la mise en œuvre d'une desserte en terminus sur la voie TCSP de la ZAC. Avec cette option, un terminus serait à aménager au sein du projet. Cette desserte serait mise en œuvre à partir d'une ligne urbaine existante pour correspondre à un premier phasage de l'opération. Dans cette option il est prévu 1 bus toutes les 8/10 mn en heure de pointe et toutes les 12/15 mn en heure creuse.

Le calendrier de développement et de mise en service de l'offre sera décidé par la Métropole en accompagnement de la réalisation de la ZAC.

3- FACILITER LES NOUVELLES PRATIQUES DE DEPLACEMENT

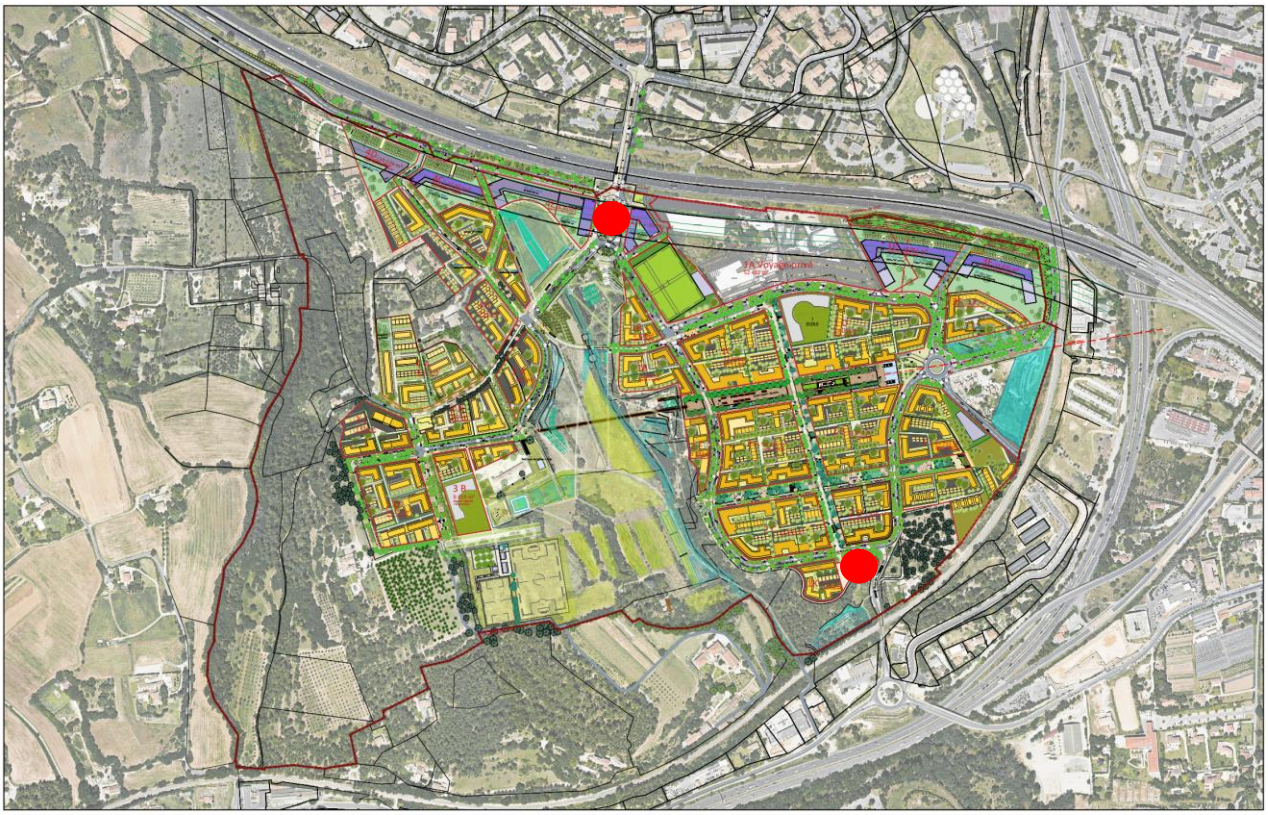
De nouveaux usages émergent, le développement du covoiturage ou de l'auto partage peut offrir des solutions alternatives à la voiture seule.

3.1 Le Covoiturage est une pratique de déplacements consistant à se regrouper à plusieurs personnes dans un même véhicule plutôt que d'en prendre un, séparément dans le cadre d'un déplacement que le conducteur effectue pour son propre compte.

Tout le monde peut pratiquer le covoiturage : les entreprises et leurs salariés, les administrations et les étudiants... ainsi que les personnes non-véhiculées qui y trouvent une solution à leur problème de transport.

Dans la ZAC de la Constance, pour faciliter les échanges et le covoiturage, des déposes-minute seront proposés dans le quartier à l'image de celui crée par la mairie d'Aix-en-Provence, au début de l'avenue de l'Arc-de-Meyran, à proximité du nouveau parking du Krypton, en face de la sortie 30b Pont-de-l'Arc, le long de l'autoroute A8.





3.2 L' Auto partage est la mise en commun d'un véhicule ou d'une flotte de véhicules de transport terrestre à moteur au profit d'utilisateurs abonnés ou habilités par l'organisme ou la personne gestionnaire des véhicules. Chaque abonné ou utilisateur habilité peut accéder à un véhicule sans conducteur pour le trajet de son choix et pour une durée limitée.

Ce système est idéal pour ceux et celles qui n'ont pas besoin d'une voiture tous les jours et contribue de fait à la réduction du nombre de voitures individuelles par foyer.

Cette pratique est aujourd'hui facilitée par les progrès technologiques (information sur la présence d'un véhicule ou d'un espace disponible et sa localisation, réservation et paiement en ligne via un smartphone, gestion du déverrouillage ou du verrouillage du véhicule…).

Toujours dans cette volonté d'améliorer la vie en ville, de réduire le nombre de véhicules en circulation et répondre aux besoins en stationnement tout en améliorant l'intermodalité, le développement de l'autopartage sera facilité dans la ZAC de Constance.

Il est d'ores et déjà prévu de réserver plusieurs places de stationnement dans le futur parking public souterrain situé sous le cours central de la Sainte Victoire pour abriter une flotte de véhicules à disposition d'utilisateurs abonnés.

Par ailleurs, les entreprises s'installant sur le site seront incitées à mettre en place ce type de flotte de véhicules pour leurs salariés ; c'est déjà le cas de la société JAGUAR qui doit s'implanter sur la ZAC et qui a d'ores et déjà prévue de mettre à disposition des salariés des véhicules en auto partage avec chauffeurs, service de visio-conférence embarqué pour leurs déplacements entre les différents sites du groupe de la Métropole.





4- VERS DES VEHICULES PLUS PROPRES

Pour accompagner et motiver les futurs habitants de la ZAC de la Constance à se tourner vers l'utilisation de véhicules plus propres, il est nécessaire de développer les infrastructures de recharge.

Pour cela, le pré-équipement des places de parking privées avec des bornes de recharges électriques sera exigé conformément à la loi Mobilités du 24/12/2019.

Il est par ailleurs prévu d'équiper de bornes de recharge des places de stationnement sur voirie situées à proximité des équipements publics (salle des musiques actuelles et stade Reynier en particulier).

Par ailleurs, le parking public situé sous le cours Sainte Victoire, sur lequel sera implantée la majorité des commerces, sera également équipé de bornes de recharge.

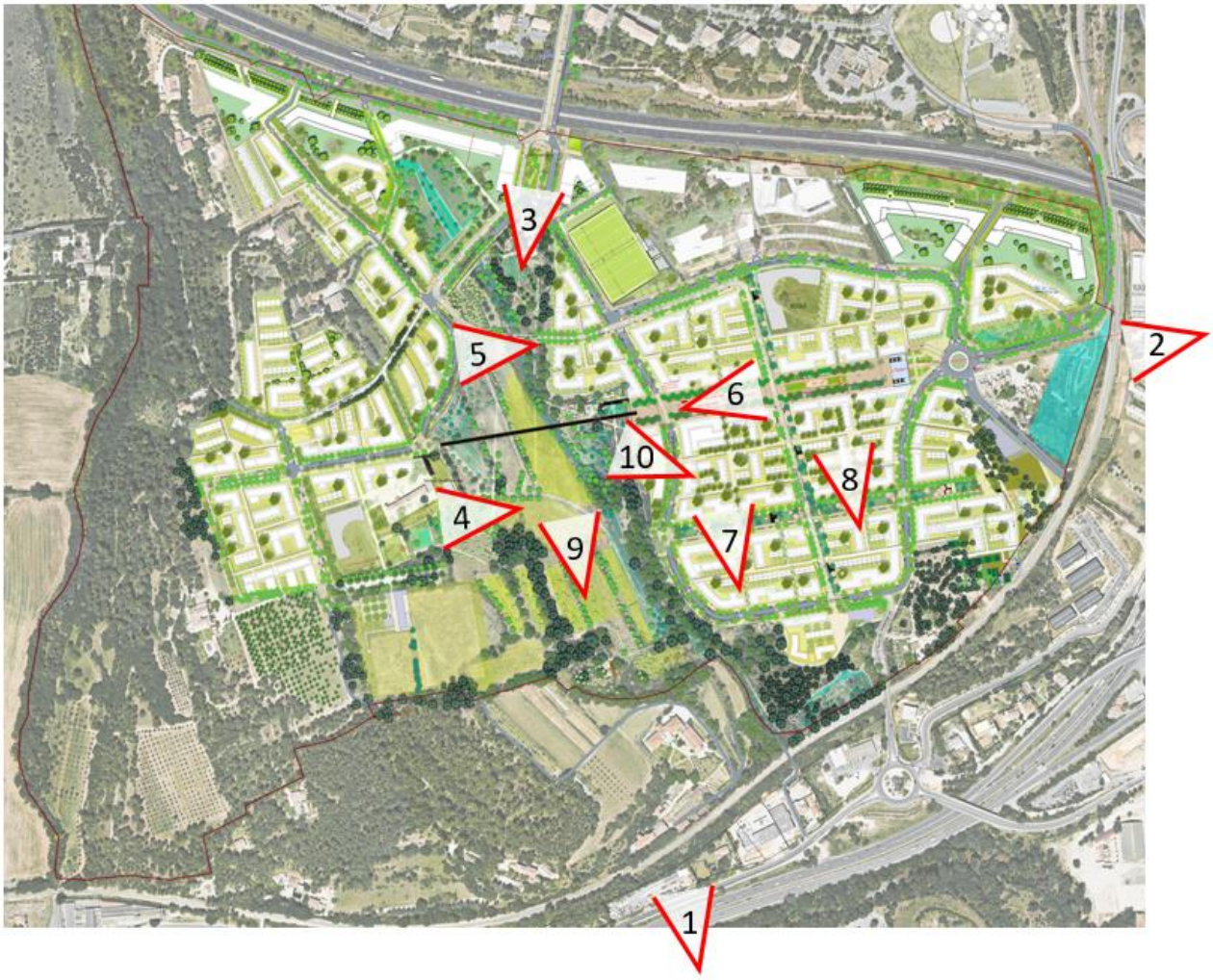
L'étude sur les aménagements cycles STOA/EGIS est portée en annexe 2 du présent mémoire en réponse.
L'étude de trafic - SETEC est portée en annexe 3 du présent mémoire en réponse.

Recommandation n°5

La MRAe recommande de compléter l'étude paysagère pour rendre compte, à l'aide de simulations appropriées à différents niveaux d'observation (montages photographiques, schémas d'ambiance…) de l'insertion du projet dans son environnement sensible proche ou lointain.

REPONSE :

ZAC DE LA CONSTANCE Plan de repérage des vues



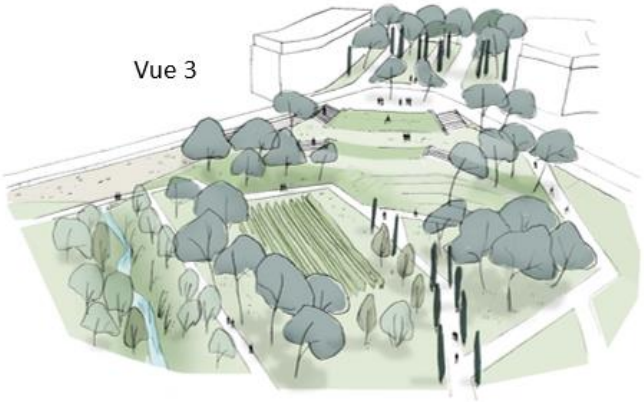


Vue 1 : axonométrie



Vue 2

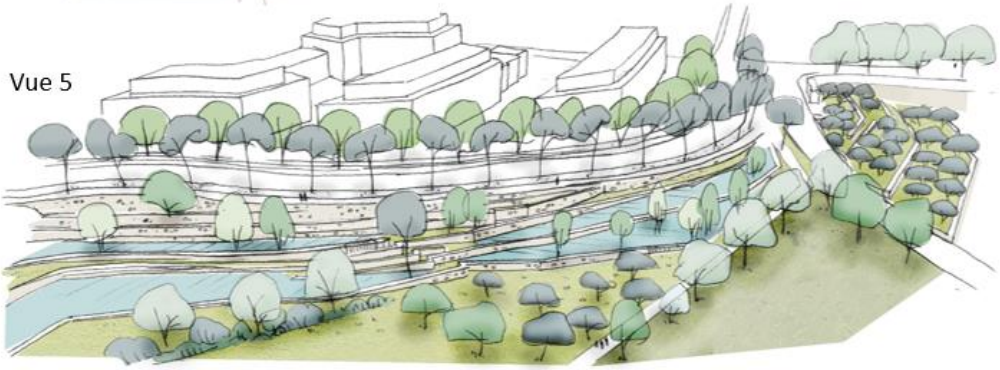
Vue 3



Vue 4



Vue 5



Images d'ambiance non contractuelles

Vue 6



Vue 8



Images d'ambiance non contractuelles



Vue 7

Vue 9



Images d'ambiance non contractuelles

Vue 10



Images d'ambiance non contractuelles

Recommandation n°6

La MRAe recommande de démontrer la réelle plus-value écologique apportée par la parcelle compensatoire en faveur de la biodiversité, et de compléter ou renforcer en conséquence les mesures compensatoires par l'augmentation de la surface de la parcelle retenue ou le choix d'une autre parcelle plus étendue et qui présente une plus-value plus évidente.

REPONSE :

Suite à l'avis de ma MRAe, une nouvelle recherche foncière a été engagée par la SPLA Pays d'Aix territoires afin de trouver un nouveau site éligible à la compensation présentant une plus-value écologique plus évidente. Cette recherche a notamment été guidée par les critères de proximité géographique, d'équivalence en termes d'habitats naturels et habitats d'espèces, de potentiel de restauration et de superficie disponible.

À l'issue de cette recherche, un nouveau site de compensation a été retenu. Il conduit en une refonte complète du programme de compensation relatif au projet d'aménagement de la ZAC de la Constance. Ce nouveau site de compensation, dit « Site de compensation de SaintPons », est présenté dans la suite de ce mémoire au regard des différents critères d'éligibilité à la compensation écologique. Il remplace le précédent site de compensation.

PRÉSENTATION GÉNÉRALE DU SITE DE COMPENSATION DE SAINT-PONS

Le site de compensation de Saint-Pons est localisé sur la commune d'Aix-en-Provence dans le département des Bouches-du-Rhône (13). Il est plus particulièrement situé **à 5 km à l'ouest du site impacté** par l'aménagement de la ZAC de la Constance et est fonctionnellement lié à ce dernier. **Il s'étend sur une surface totale de 23 ha** et recoupe 3 parcelles cadastrales : LM02, LN27 et LN29. La Ville d'Aix-enProvence en est propriétaire sur l'ensemble de sa surface.

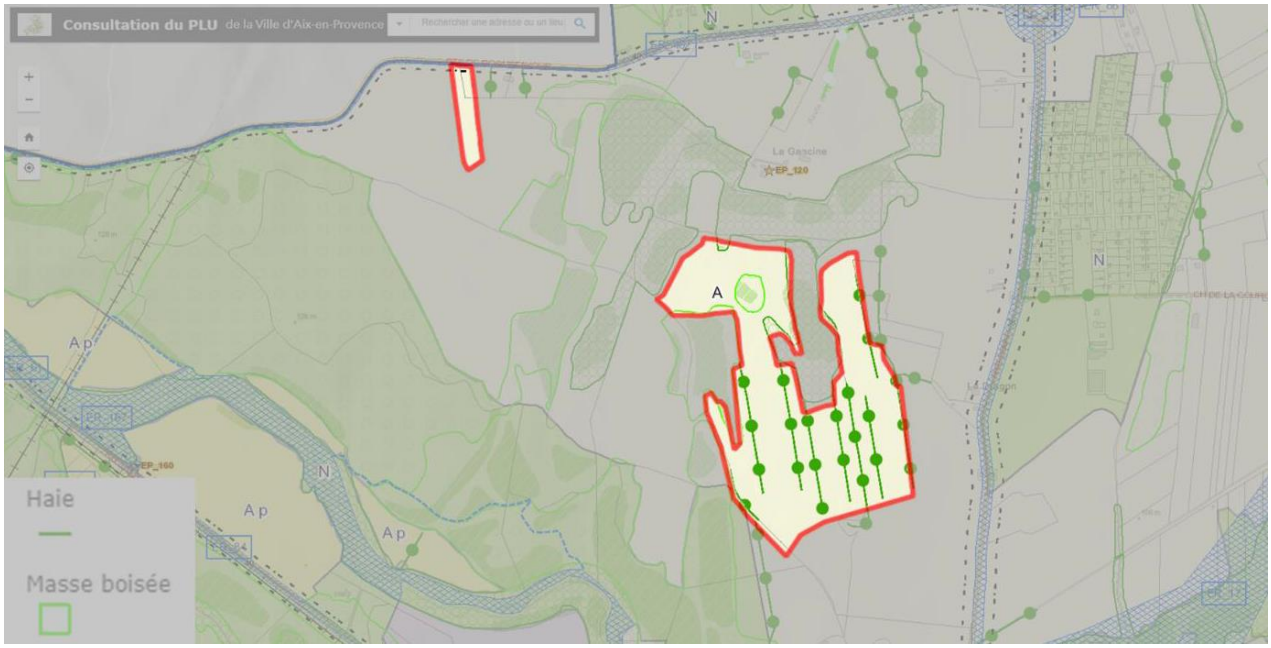


Présentation cartographique des sites compensatoires et leur distance avec le site de la ZAC de la Constance.

Il s'inscrit dans un contexte agricole semblable à celui du périmètre de la ZAC de la Constance. En effet, le site de compensation est principalement caractérisé par des friches postculturales, à l'instar des habitats impactés par l'aménagement de la ZAC.

Le site de compensation est entièrement classé A au plan de zonage du PLU de la commune d'Aix-en-Provence (« Zone agricole qui a pour vocation de protéger les terres agricoles en raison de leur potentiel agronomique, biologique ou économique »). Il est par ailleurs concerné par deux éléments éco-paysagers identifiés au plan de zonage du PLU :

• Une masse boisée est identifiée au nord du site. Elle correspondant à une poche de garrigue qui s'est développée à la faveur d'une absence d'exploitation agricole. Cette dernière n'a pas vocation à évoluer dans le cadre du programme de compensation.
• Des haies délimitent les parcelles agricoles suivant une orientation nord-sud. Ces haies ne font l'objet d'aucune prescription dans le cadre du règlement du PLU. En effet, la prescription relative aux haies dans le PLU ne concernent que celles bordant les infrastructures routières ou ferroviaires (« En cas d'aménagement d'intérêt public nécessitant la suppression d'une partie de la haie, la reconstitution de la haie doit être mise en oeuvre dans les mêmes proportions. »). Ces haies seront d'ailleurs renforcées (complétées et épaissies) dans le cadre du programme de compensation.



Localisation du site de compensation par rapport au PLU de la commune d'Aix-en-Provence

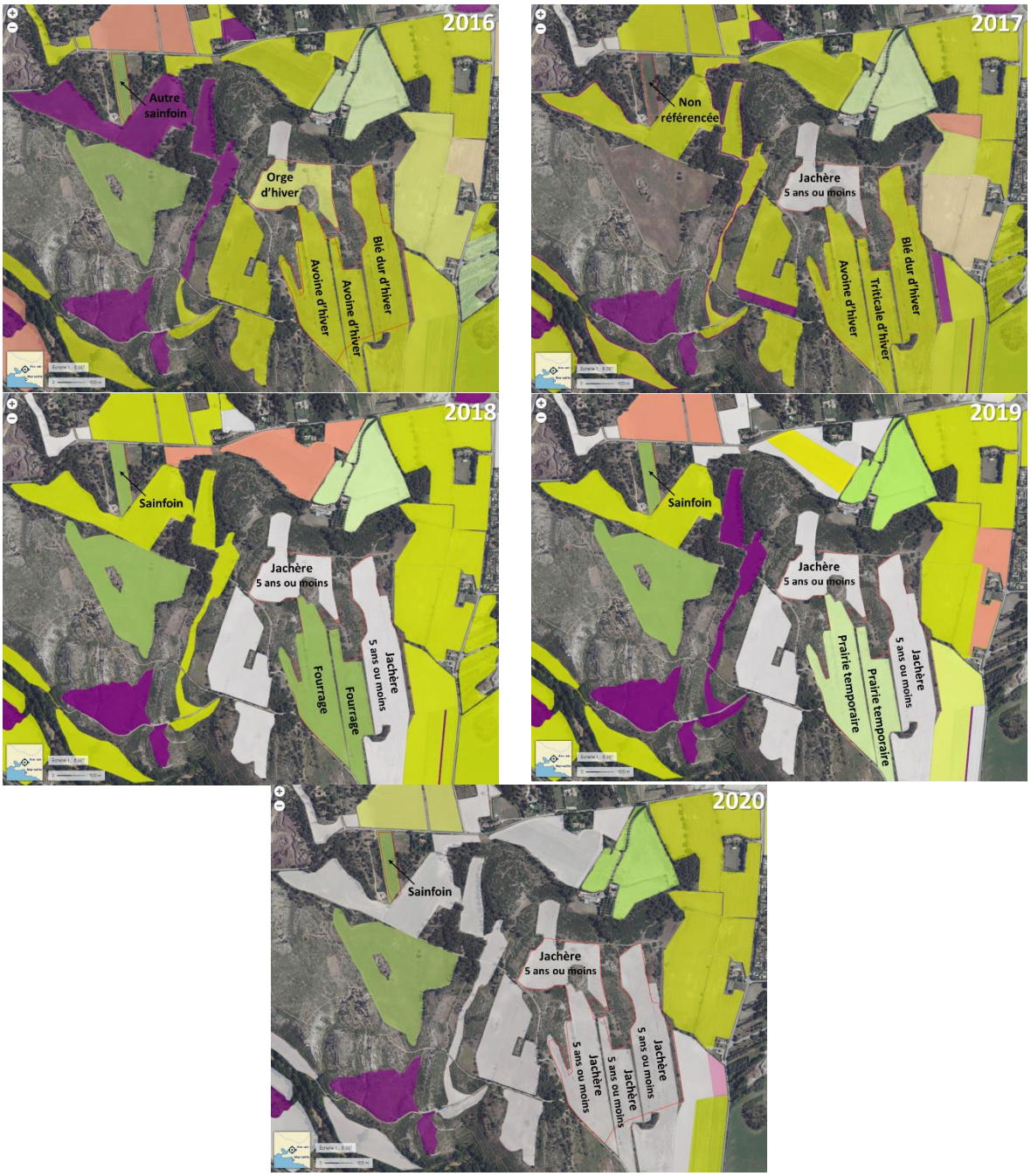
Historiquement, le site présente un passé agricole et les photographies aériennes disponibles témoignent d'une continuité de cette exploitation au moins depuis les années 1950.



Photographie aérienne historique prise en 1951 – Source : IGN, Remonter le temps

Trois exploitants agricoles exploitent à ce jour les parcelles du site de compensation dans le cadre de conventions de mise à disposition des terrains signées avec la Ville d'Aix-en-Provence. Ces conventions signées entre 1999 et 2003 ont été conclues pour une durée indéterminée mais à titre précaire et révocable par l'une ou l'autre des parties. Elles n'intègrent aucune clause environnementale.

Aujourd'hui, les parcelles correspondent à des friches post-culturales. Ces dernières ont progressivement été déclarées en jachère à partir de 2016 (voir cartographies suivantes du Registre Parcellaire Graphique).

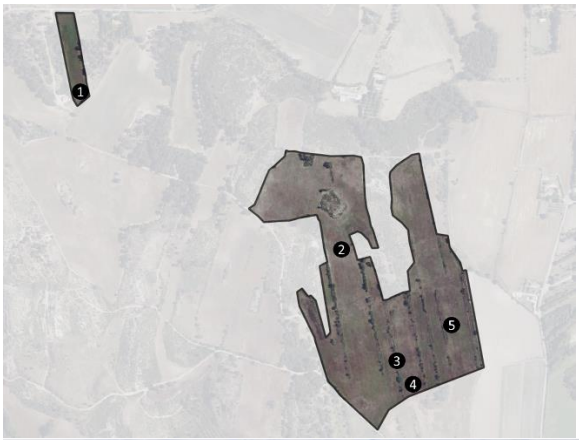


Localisation du site de compensation par rapport au Registre Parcellaire Graphique (RPG) entre 2016 et 2020

Cette mise en jachère résulte, en partie, d'un repos des terres intégré à l'itinéraire technique agricole mis en œuvre par deux des exploitants agricoles concernés par le périmètre du site. Ces jachères entrent dans une rotation de cultures qui intègrent majoritairement une production de céréales d'hiver à l'échelle locale. Ces jachères présentent donc un caractère temporaire et ces dernières ont certainement vocation à être retournées dans les prochaines saisons culturales. La seconde partie du site a été mis en jachère dans le cadre du départ à la retraite d'un troisième exploitant agricole. Dans ce contexte, la commune d'Aix-en-Provence envisage de conventionner avec un nouvel exploitant agricole sur un schéma identique à celui mis en place jusqu'à aujourd'hui, à savoir un conventionnement sans clause environnementale. Dans ce contexte, le retournement des terres en vue d'une remise en culture de céréales d'hiver est également probable.

Il en résulte que la mise en jachère de ces parcelles, et donc les enjeux écologiques associés, (voir paragraphes suivants) n'est que temporaire. Le retournement de ces parcelles en vue d'une remise en culture de céréales d'hiver est probable dans les années à venir.

Planche photographique du site de compensation de Saint-Pons –Photographies prises par CDC Biodiversité













RAPPEL DU BESOIN DE COMPENSATION

La mise à jour des inventaires de terrain au cours de l'année 2022 a conduit à une actualisation de l'évaluation des impacts bruts et résiduels du projet et, à fortiori, du besoin de compensation.

A l'issue de cette mise à jour, 11 espèces engendrent un besoin de compensation au regard des impacts résiduels induits par l'aménagement de la ZAC de la Constance. Ces espèces sont listées dans le tableau ci-dessous.

Groupe	Nom vernaculaire	Nom latin
Flore	Gagée des champs	*Gagea villosa*
	Tulipe d'Agen	*Tulipa agenensis*
	Tulipe sylvestre	*Tulipa sylvestris ssp sylvestris*
Oiseaux	Chardonneret élégant	*Carduelis carduelis*
	Cisticole des joncs	*Cisticola juncidis*
	Fauvette mélanocéphale	*Sylvia melanocephala*
	Serin cini	*Serinus serinus*
	Tarier pâtre	*Saxicola rubicola*
	Verdier d'Europe	*Chloris chloris*
Reptiles	Psammodrome d'Edwards	*Psammodromus edwarsianus*
	Couleuvre de Montpellier	*Malpolon monspessulanus*

A noter que le programme de compensation bénéficiera à un cortège d'espèces plus important au regard de la nature des actions de restauration et d'entretien planifiées. En particulier, les mesures de compensation bénéficieront aux rapaces et aux chiroptères par une amélioration de la fonctionnalité des habitats de chasse. Elles bénéficieront également plus largement aux cortèges d'oiseaux des milieux semi-ouverts par la restauration d'habitats favorables à leur nidification.

Pour chacune des onze espèces listées dans le tableau ci-dessus, le besoin de compensation est évalué sur la base d'une méthodologie d'équivalence par pondération proposée par Ecotonia et présentée en détail au chapitre « 7.3 Dimensionnement de la compensation pour les espèces concernées par la dérogation » du dossier de demande de dérogation espèces protégées (version de Juin 2021). Cette méthodologie vise à dimensionner la réponse compensatoire en tenant compte à la fois des pertes induites par le projet d'aménagement de la ZAC et des gains générés par le programme de compensation.

Pour cela, un ratio de compensation est déterminé pour chaque espèce au regard

- Des caractéristiques des impacts (enjeu écologique associé au compartiment impacté, type d'impact, durée de l'impact, proportion d'habitat impacté)
- Des caractéristiques du site de compensation et des mesures qui y sont programmées (état de conservation des milieux, type d'action de restauration/d'entretien, proximité géographique, proximité temporelle).

Le tableau suivant présente le résultat du dimensionnement du besoin de compensation.

Espèces concernées par la compensation	Fonctionnalité impactée	Impact résiduel (ha)	Coefficient des PERTES				Coefficient des GAINS					Coefficient de compensation	Besoin de compensation (ha)
			Enjeu	Type d'impact	Durée de l'impact	% habitat impacté	Etat du site	Type d'action	Equivalence	Proximité géographique	Proximité temporelle		
FLORE													
Gagea villosa	Habitat cycle de vie	0,4	3	4	2	4	3	3	1	1	2	1,3	**0,5**
Tulipa agenensis	Habitat cycle de vie	4,2	3	4	2	4	3	3	1	1	2	1,3	**5,5**
Tulipa sylvestris ssp sylvestris	Habitat cycle de vie	2,7	3	4	2	4	3	3	1	1	2	1,3	**3,5**
OISEAUX													
Tarier pâtre	Habitat nidification	2	2	3	2	4	1,5	2	1	1	2	1,5	**2,9**
Verdier d'Europe	Habitat nidification	3,6	3	4	2	2	1,5	2	1	1	2	1,5	**5,3**
Chardonneret élégant	Habitat nidification	9,5	3	4	2	2	1,5	2	1	1	2	1,5	**13,9**
Serin cini	Habitat nidification	9,5	**3**	**4**	**2**	**2**	**1,5**	**2**	**1**	**1**	**2**	1,5	**13,9**
Fauvette mélanocéphale	Habitat nidification	10,3	**2**	**3**	**2**	**2**	**1,5**	**2**	**1**	**1**	**2**	1,2	**12,4**
Cisticole des joncs	Habitat nidification	5,5	2	3	2	3	1,5	2	1	1	2	1,3	**7,3**
REPTILES													
Psammodrome d'Edwards	Habitat cycle de vie	2,2	2	3	2	4	1,5	1	1	1	2	1,7	**3,7**
Couleuvre de Montpellier	Habitat cycle de vie	6	2	3	2	1,5	1,5	1	1	1	2	1,3	**7,8**

Ce tableau met en évidence un besoin de compensation qui s'élève à :

- **0,5 ha pour la Gagée des champs** ;
- **5,5 ha pour les Tulipes d'Agen et sylvestre** : ces deux espèces ont une écologie semblable et les surfaces respectivement impactées pour ces deux espèces dans le cadre du projet d'aménagement correspondent aux mêmes habitats. Leur besoin de compensation est donc mutualisé ;
- **13,9 ha pour les oiseaux et les reptiles** : pour les mêmes raisons que celles évoquées ci-dessus, les besoins de compensation pour la faune sont mutualisés.

Nota : les ratios de compensation mis à jour dans le tableau ci-dessus pour chacune des espèces concernées par un besoin de compensation sont égaux voire inférieurs à ceux évalués dans le cadre de la première version du dossier de demande de dérogation espèces protégées. Il en résulte un besoin de compensation mutualisé inférieur à 20ha. Cela s'explique par le fait que les actions de restauration et d'entretien qui seront engagées sur le site de Saint-Pons apportent une plus-value écologique plus importante que celle générée par les actions prévues sur le site initial de compensation.

CONTEXTE ECOLOGIQUE DU SITE DE COMPENSATION DE SAINT-PONS

Le site de compensation de Saint-Pons a fait l'objet d'un diagnostic écologique réalisé par Ecotonia en mai 2022. Cinq passages de terrain ont été réalisés et ont couvert les groupes visés par la compensation, à savoir la flore, les oiseaux et les reptiles. Ce paragraphe présente une synthèse de ce diagnostic dont les résultats détaillés sont présentés en annexe au présent mémoire en réponse.

Nota : le diagnostic écologique réalisé par Ecotonia en mai 2022 a couvert une surface plus importante que celle du site de compensation de Saint-Pons. En effet, ce diagnostic avait notamment pour objectif de cibler les parcelles les plus favorables à la mise en œuvre de ce programme de compensation. C'est la raison pour laquelle les cartographies présentées au rapport de diagnostic annexé présentent un périmètre différent à celui in fine retenu.

Dates de visite	Intervenant(s)	Spécialité	Cortèges étudiés	Amplitude horaire	Conditions météorologiques
9 & 11 mai 2022	**C. RODRIGUEZ-SARDEING**	Botaniste	Habitats - Flore	10H00 – 16h30	Ensolleillé Temperature moyenne de 25°C
9 mai 2022	**C. RODRIGUEZ-SARDEING**	Botaniste	Sondage pédologique	11H00 – 12h30	Ensoleillé Temperature moyenne de 25°C
11 mai 2022	**N. BASTIDE**	Ornithologue	Avifaune	6h00 -12h30	Ensolleillé Sans vent Temperature de 11°C à 25°C
9 mai 2022	**M. MALLOCHER**	Herpétologue	Reptiles & Amphibiens	9h -16h30	Ensolleillé Temperature moyenne de 25°C
11 mai 2022	**M. MALLOCHER**	Herpétologue	Reptiles & Amphibiens	11h - 13h	Ensolleillé Sans vent Temperature moyenne de 25°C

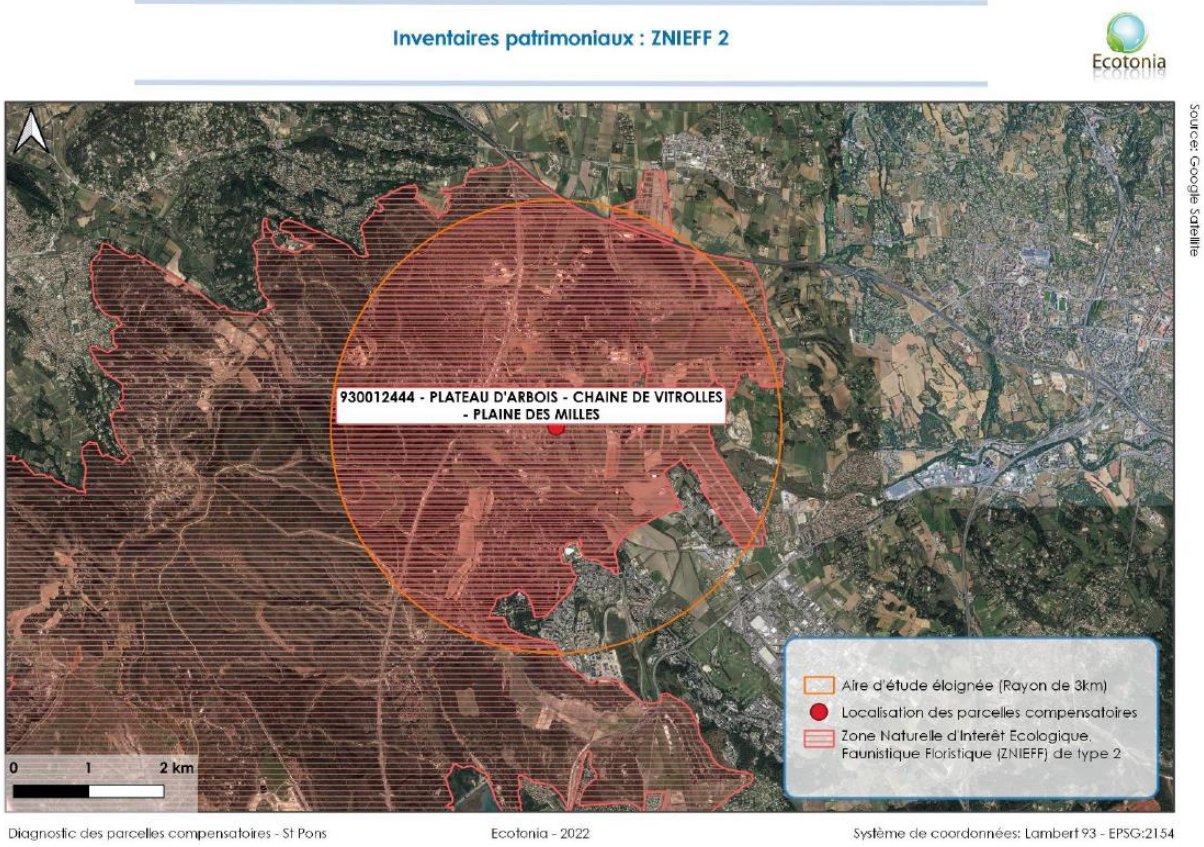
Tableau de synthèse des inventaires de terrain réalisés sur le site de compensation de Saint-Pons – Source : Ecotonia, 2022

Zonages du patrimoine naturel

Le site de compensation de Saint-Pons ne recoupe aucun zonage réglementaire du patrimoine naturel. Il est en revanche situé à 1,25 km du site Natura 2000 Zone de Protection Spéciale (ZPS) N° FR9312009 « Plateau de l'Arbois » qui présente une mosaïque d'habitats permettant la coexistence d'une avifaune aquatique et d'une avifaune méditerranéenne xérophile. A noter qu'aucune des espèces ciblées par le programme de compensation n'a conduit à la désignation de cette ZPS.

Le site de compensation de Saint-Pons recoupe par ailleurs la ZNIEFF de type II N° 930012444 « Plateau d'Arbois – Chaîne de Vitrolles – Plain des Milles ». Parmi les espèces ayant conduit à la désignation de cette ZNIEFF, notons les Tulipes d'Agen (Tulipa agenensis) et sylvestre (Tulipa sylvestris ssp sylvestris), deux espèces ciblées par le programme de compensation. Aucune station de ces espèces n'est

aujourd'hui connue dans le site de compensation proposé. L'opération de transplantation de bulbes de ces espèces permettra donc de renforcer leurs populations au sein du périmètre de la ZNIEFF.



Localisation du site de compensation de Saint-Pons par rapport à la ZNIEFF de type II N° 930012444 « Plateau d'Arbois – Chaîne de Vitrolles – Plain des Milles » - Source : Ecotonia, 2022

Enfin, le site de compensation de Saint-Pons recoupe le périmètre du Plan National d'Actions (PNA) en faveur du Lézard ocellé (Timon lepidus) et plus particulièrement des secteurs de présence « probable » à « hautement probable » de l'espèce. Dans ce contexte, et bien que le programme de compensation ne vise pas directement cette espèce, une attention particulière lui a été portée dans le cadre du diagnostic écologique mené en mai 2022.

A l'issue de ce diagnostic, l'espèce n'a pas été contactée sur le site de compensation mais elle y est considérée comme présente au regard du caractère favorable des habitats présents (milieux ouverts favorables l'activité de chasse de l'espèce et nombreux terriers favorables à son gîte).

Cette espèce est donc prise en compte dans le cadre de la définition des mesures de restauration et d'entretien afin que ces dernières lui soient favorables. Ainsi, le programme de compensation répondra à deux des trois principaux objectifs fixés par ce PNA, à savoir, « Acquérir des connaissances visant à optimiser les mesures en faveur de la conservation de l'espèce » et « Mettre en œuvre des actions de conservation sur les milieux abritant le Lézard ocellé ».

Continuités écologiques locales

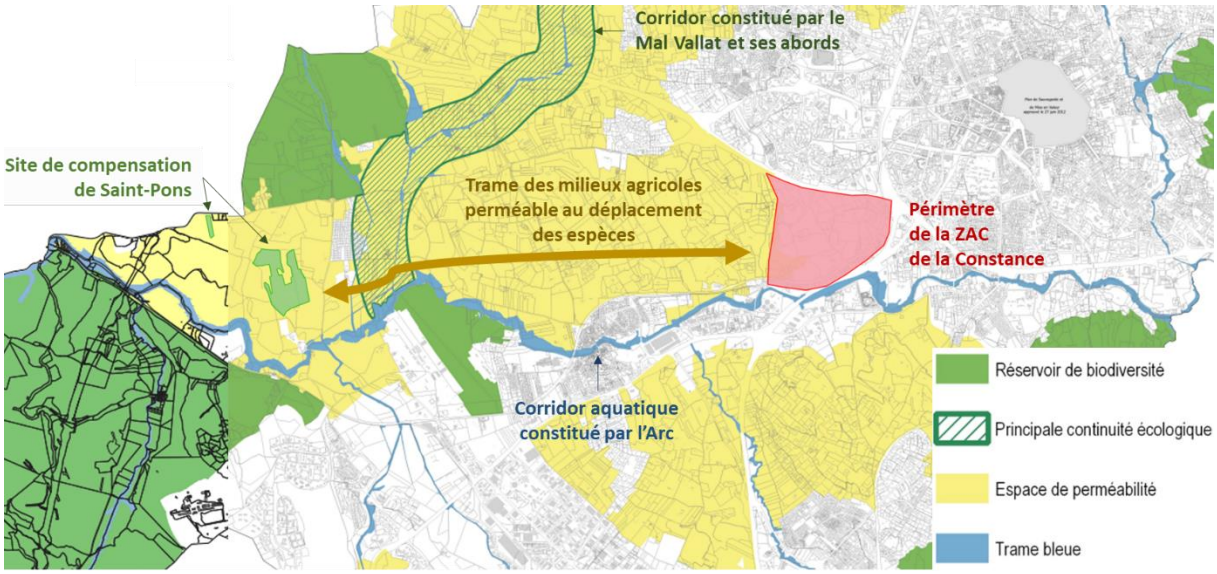
Le site de compensation de Saint-Pons recoupe à la marge un réservoir de biodiversité identifié au Schéma Régional de Cohérence Ecologique (SRCE). En effet, la parcelle ouest du site de compensation recoupe un réservoir de biodiversité de la trame des milieux ouverts.

A une échelle plus locale, l'aire d'étude participe à la trame des milieux ouverts et agricoles d'autant plus perméables qu'ils présentent des structures éco-paysagères de type haies, bosquets, etc. C'est le cas du site de compensation qui présente plusieurs haies qui délimitent les parcelles agricoles adjacentes. Ces haies sont néanmoins plus ou moins fonctionnelles car elles sont souvent discontinues, peu épaisses et constituées d'un nombre réduit de strates de végétation. Le programme de compensation cherche à renforcer cette fonctionnalité en complétant et en épaississant ce réseau de haies.



Exemple de haie discontinue et peu étroite dont la fonctionnalité sera renforcée par les mesures du programme de compensation

Enfin, notons que le site de compensation présente un lien fonctionnel direct avec le site impacté par l'aménagement de la ZAC de la Constance. Le principal élément fragmentant entre le site de compensation et le site impacté correspond à la route départementale D543 (aussi nommé Route d'Apt) qui longe le site de compensation à l'est. La fragmentation de cette entité linéaire est toutefois réduite dans la mesure où il s'agit d'une deux fois une voie d'environ 6 m de large.



Compilation des vues 3 et 4 de la planche B du PLU d'Aix-en-Provence relatives aux continuités écologiques communales

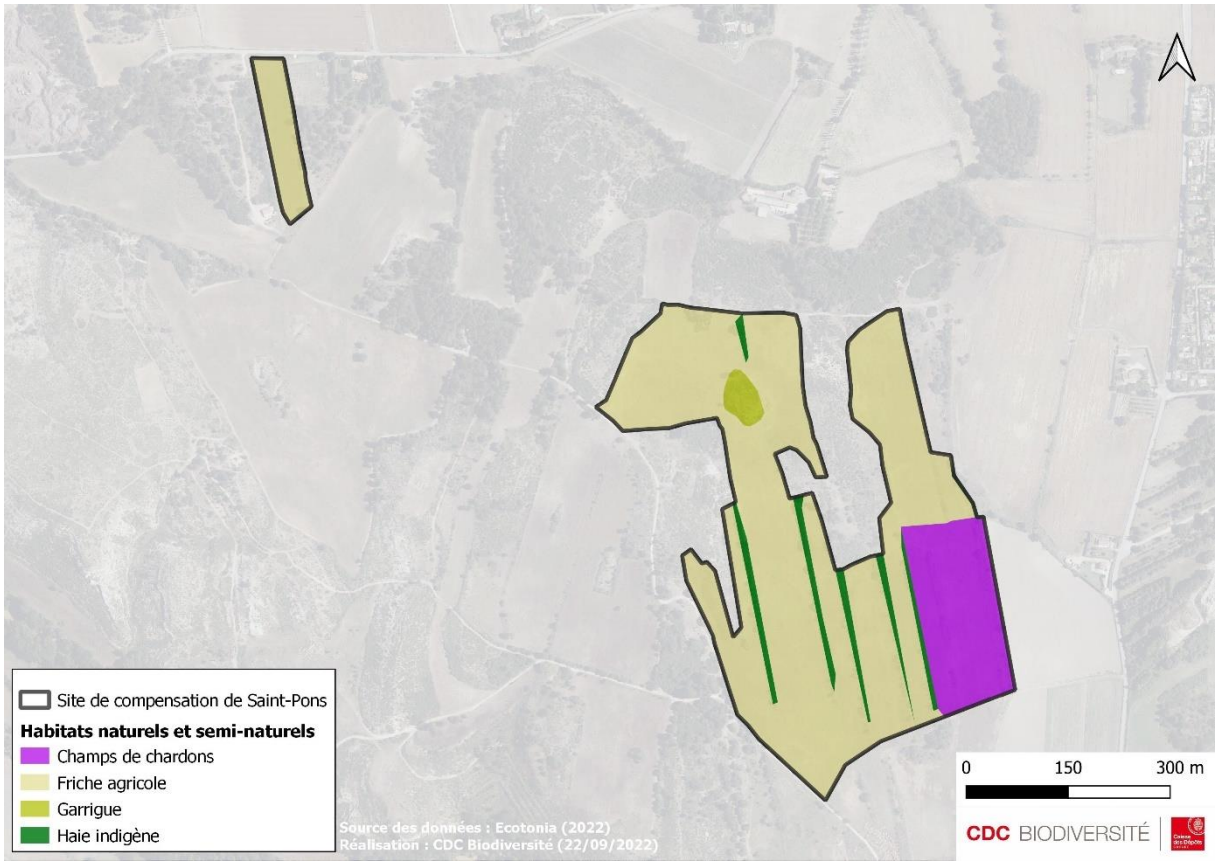
Synthèse des résultats du diagnostic écologique

Le site de compensation de Saint-Pons est principalement caractérisé par des parcelles agricoles aujourd'hui en jachère mais jusqu'alors exploitées (principalement en céréales d'hiver). Leur mise en jachère progressive a conduit au développement d'habitats de type friches post-culturales. Ces jachères présentent toutefois un caractère temporaire avant un probable retournement des terres en vue d'une nouvelle production. Localement, le Chardon à capitules denses (Carduus pycnocephalus) se développe jusqu'à devenir monospécifique témoignant d'un milieu riche et perturbé (héritage de l'exploitation de céréales).

Le site de compensation est également caractérisé par la présence d'un réseau de haies plus ou moins denses qui délimite les unités culturales. Ces haies sont caractérisées par une diversité d'espèces notable, la plupart étant des espèces indigènes et méditerranéennes tels que le Filaire à large feuille (Phillyrea latifolia), le Chêne kermès (Quercus coccifera) ou encore le Nerprun alaterne (Rhamnus alaternus).

Enfin, le site est caractérisé par une petite poche de formation arbustive de type garrigue constituée d'espèces typiques de ce type de milieu : Romarin (Salvia rosmarinus), Thym (Thymus vulgaris) ou encore Pin d'Alep (Pinus halepensis). Cette poche de garrigue n'a jamais été exploitée (visible dès les photographies aériennes historiques des années 1950) et présente une faible dynamique d'évolution.

Cette mise en jachère des terres agricoles associée à la présence d'un réseau de haies plus ou moins denses et à la proximité de garrigues et de boisements (principalement de Pins d'Alep) a conduit au développement d'un cortège d'espèces inféodées aux milieux semi-ouverts méditerranéens. Ces enjeux sont toutefois temporaires et menacés par un probable retournement des terres.



Cartographie des habitats sur le site de compensation de Saint-Pons

D'un point de vue floristique, la diversité spécifique observée au sein du site de compensation est relativement faible. Cette faible diversité s'explique principalement par l'exploitation passée de ces terres jusqu'à leur mise en jachère. Aucune espèce protégée ou patrimoniale n'y a été observée. Aucune station de Gagée des champs, de Tulipe d'Agen ou encore de Tulipe sylvestre n'est présente. Aucune espèce végétale exotique envahissante n'a été contactée.

Parmi les oiseaux ciblés par le programme de compensation, quatre sont présentes sur le site de Saint-Pons :

- Le Serin cini a été contacté à plusieurs reprises au sein du site de compensation et ce dernier est considéré comme nicheur à proximité. Sur le site de compensation, les haies ne sont, en l'état, pas favorables à la sa nidification en raison d'arbres trop bas et de l'absence de conifères qu'il privilégie.
- La Cisticole des joncs utilise potentiellement la friche de chardons pour sa nidification.
- La Fauvette mélanocéphale est considérée comme nicheuse au niveau de la poche de garrigue ainsi qu'au nord de l'aire d'étude ou une végétation plus arbustive s'est développée.
- Le Chardonneret élégant est considéré comme nicheur au niveau des haies du site de compensation mais la fonctionnalité de certaines n'est pas optimale en raison d'une faible épaisseur.

En ce qui concerne le Tarier pâtre et le Verdier d'Europe, et bien que non contactés lors des inventaires menés en mai 2022, ils sont considérés comme potentiellement présents sur le site de compensation même si les caractéristiques de ce dernier ne sont pas optimales pour ces deux espèces (haies insuffisamment denses).

Les deux reptiles ciblés par le programme de compensation sont présents sur le site de Saint-Pons :

- La Couleuvre de Montpellier a été contactée une seule fois au sein du site de compensation (identification d'un juvénile attestant de la reproduction de l'espèce sur site). Un deuxième individu adulte a été contacté à proximité immédiate.
- Le Psammodrome d'Edwards a été contacté à plusieurs reprises sur le site qui présente des habitats favorables à son développement.

Les mesures de restauration et d'entretien définies dans le cadre du programme de compensation tiennent prioritairement compte de l'écologie des onze espèces mentionnées ci-dessus.

Les deux cartographies suivantes localisent les principaux enjeux écologiques relevés sur le site de compensation (enjeux très forts et forts sur la première carte et enjeux modérés sur la seconde).

Cartographie des espèces à enjeux très forts et forts sur l'aire d'étude



Diagnostic des parcelles compensatoires - St Pons — Ecotonia - 2022 — Système de coordonnées: Lambert 93 - EPSG:2154

Cartographie des espèces à enjeux modérés sur l'aire d'étude



Diagnostic des parcelles compensatoires - St Pons — Ecotonia - 2022 — Système de coordonnées: Lambert 93 - EPSG:2154

Par ailleurs, d'autres espèces patrimoniales et/ou protégées ont été contactées sur le site. Bien que ces dernières ne soient pas directement ciblées par le programme de compensation, elles sont prises en compte dans le cadre de la définition des mesures de restauration et d'entretien pour que ces dernières leur soient neutres voire bénéfiques. Il s'agit en particulier des espèces suivantes :

Amphibiens :

- Le Crapaud calamite (Epidalea calamita) trouve sur le site l'ensemble des habitats nécessaires à la réalisation de son cycle de vie : ornières temporairement en eau pour sa reproduction, friches agricoles pour son alimentation et ilots de garrigues comme abris en phase terrestre ;
- Le complexe des Grenouilles vertes (Pelophylax sp) a été contacté aux abords d'une canalisation défaillante ;
- La Rainette méridionale (Hyla meridionalis) et le Crapaud épineux (Bufo spinosus) n'ont pas été observés mais sont considérés comme présents ;

Reptiles :

- Le Lézard ocellé, bien que non observé, est considéré comme présent au regard des habitats présents : garrigues bien ensoleillées avec présence de gîtes favorables (nombreux terriers de lapins), milieux ouverts de type friches favorables à l'alimentation de l'espèce.
- Le Lézard à deux raies (Lacerta bilineata) a été observé à plusieurs reprises au sein du site de compensation où il fréquente essentiellement les lisières des parcelles agricoles ;
- La Couleuvre à échelons (Zamenis scalaris), le Seps strié (Chalcides striatus), la Coronelle girondine (Coronella girondica) ou encore la Tarente de Maurétanie (Tarentola mauritanica) n'ont pas été observés mais les habitats leur sont favorables et ces derniers sont connus à proximité du site, ils sont donc considérés comme présents.

Oiseaux :

- La Fauvette pitchou a été contactée à proximité immédiate du site de compensation au niveau des végétations denses et basses, riches en espèces typiques des milieux méditerranéens (Chêne kermès, Romarin, Genêt scorpion, bruyères, etc.) ;
- La Tourterelle des bois (espèce non protégée) utilise potentiellement les haies comme habitat de nidification ;
- L'Alouette lulu (Lullula arborea) utilise potentiellement la poche de garrigue du site de compensation pour sa nidification bien que d'autres milieux qui lui soient plus favorables sont présents à proximité du site ;
- Le Rollier d'Europe est considéré comme nicheur au niveau des haies ;
- Le site est également favorable à la nidification d'autres espèces à faible enjeu : Pipit rousseline (Anthus campestris), Rossignol philomèle (Luscinia megarhynchos), Guêpier d'Europe (Merops apiaster). Il est également favorable à l'alimentation de l'Hirondelle rustique (Hirundo rustica) et du Martinet noir (Apus apus).
- Le site est enfin favorable à l'alimentation et/ou au transit de plusieurs espèces de rapaces : Buse variable (Buteo buteo), Milan noir (Milvus migrans), Circaète Jean-le-Blanc (Circaetus gallicus), Faucon hobereau (Falco subbuteo), Faucon crécerelle (Falco tinnunculus)

Chiroptères :

aucun inventaire ciblé de ce groupe n'a été réalisé dans la mesure où le programme de compensation ne vise pas directement ce groupe. En revanche, l'analyse des habitats du site de compensation permet d'identifier un enjeu pour ce groupe au travers des milieux ouverts favorables à la chasse de ces espèces et des haies également favorables à leur chasse et à leur transit.

PROGRAMME DE MESURES SUR LE SITE DE COMPENSATION DE SAINT-PONS

Le programme des mesures sur le site de compensation de Saint-Pons vise à répondre au besoin de compensation généré par le projet de la ZAC de la Constance sur onze espèces floristiques et faunistiques mais il vise plus largement l'ensemble des espèces patrimoniales et/ou protégées présentes ou potentiellement présentes sur le site.

L'ensemble des mesures est listé dans le tableau ci-dessous.

	Espèces cibles du programme de compensation											
	Gagée des champs	Tulipe d'Agen	Tulipe sylvestre	Chardonneret élégant	Cisticole des joncs	Fauvette mélanocéphale	Serin cini	Tarier pâtre	Verdier d'Europe	Psammodrome d'Edwards	Couleuvre de Montpellier	Autres espèces
Mesures amont												
Mise à jour du diagnostic écologique												X
Rédaction du plan de gestion	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Signature d'une ORE entre la Ville d'Aix-en-Provence (propriétaire des terrain) et un co-contractant	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Signature de BRE entre la Ville d'Aix-en-Provence et les exploitants agricoles	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Travaux de restauration												
Renforcement, épaississement des haies et diversification des essences				X	X	X	X	X	X	X	X	X
Plantation de nouvelles haies entre les deux entités du site de compensation				X	X	X	X	X	X	X	X	X
Conversion des parcelles agricoles en prairies	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Travaux d'entretien												
Rédaction et mise en œuvre d'un cahier des charges agricoles	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Gestion pastorale des prairies	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Travail superficiel du sol tous les 3 ans	X	X	X									
Maintien en libre évolution des haies				X	X	X	X	X	X	X	X	X
Suivis écologiques et reporting												
Suivi de la pression pastorale	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Suivis écologiques	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Reporting des mesures	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Mesures d'accompagnement												
Transplantation des bulbes de Gagée des champs, Tulipe d'Agen et Tulipe sylvestre	X	X	X									
Création de mares temporaires												X
Installation de nichoirs à Chevêche d'Athéna et Rollier d'Europe												X

Mesures amont

1. **Mise à jour du diagnostic et rédaction d'un plan de gestion**

Une mise à jour ciblée du diagnostic écologique sera réalisée en amont à la rédaction du plan de gestion. Cette mise à jour ciblera notamment la végétation et les espèces végétales exotiques envahissantes (EVEE). En effet, et bien qu'aucune EVEE n'ait été contactée lors du diagnostic réalisé en mai 2022, le caractère pionnier des friches post-culturales pourrait conduire au développement d'espèces non contactées jusqu'à présent. Un inventaire des insectes sera également mené afin d'identifier d'éventuels enjeux localisés à prendre en compte dans le cadre de la définition du plan de gestion.
Sur cette base, un plan de gestion sera rédigé pour les 5 premières années du programme de compensation. Une révision quinquennale de celui-ci sera ensuite engagée jusqu'au terme du programme de compensation.

2. **Signature d'une ORE entre la Ville d'Aix-en-Provence (propriétaire des terrain) et un co-contractant**

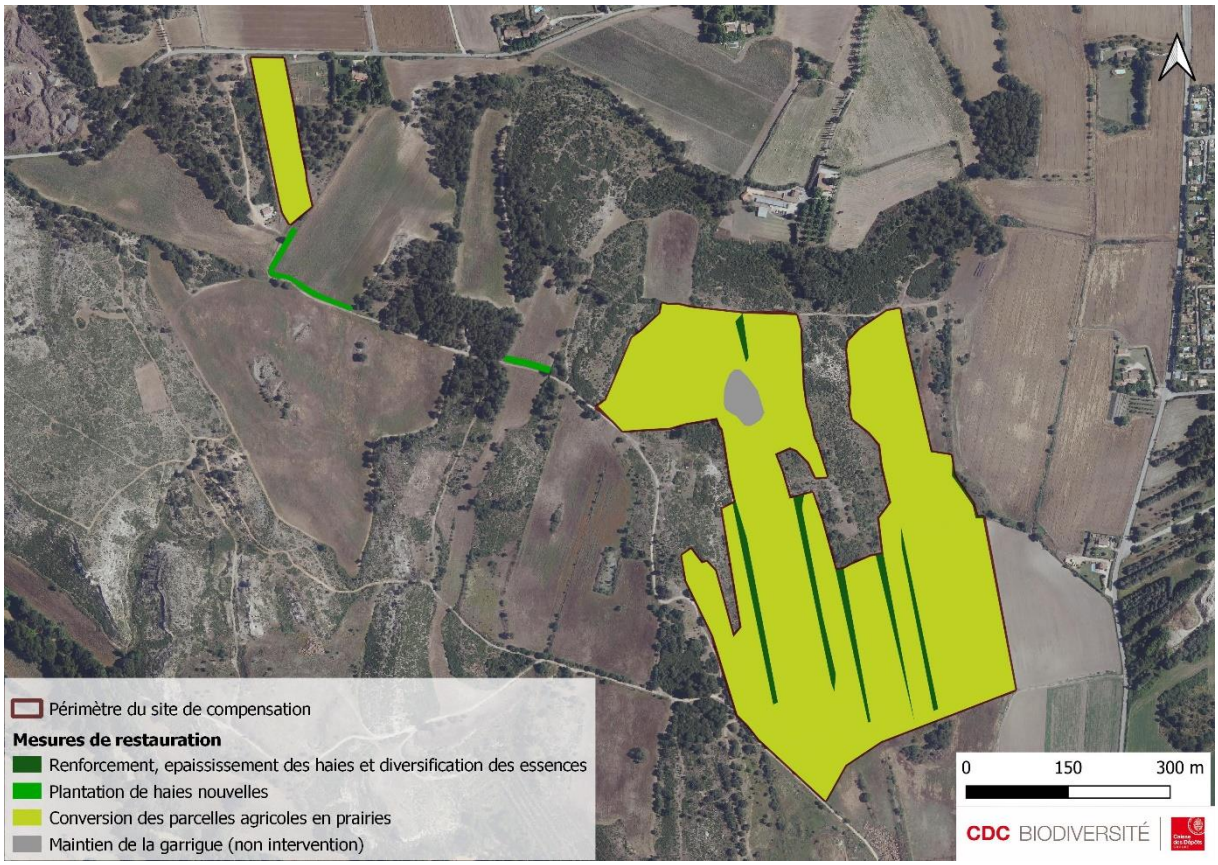
La pérennité du programme de compensation sera garantie par une Obligation Réelle Environnementale (ORE) signée entre la commune d'Aix-en-Provence (propriétaire des terrains) et son cocontractant (dans le cas présent une personne morale de droit privé agissant pour la protection de l'environnement, tel qu'un opérateur de compensation). Cette ORE définira la nature des actions qui seront entreprises sur le terrain objet de l'ORE. Ces actions seront traduites dans le plan de gestion précédemment rédigé et annexé à l'ORE. Cette ORE sera signée pour une durée de 40 ans.

3. **Signature de BRE entre la Ville d'Aix-en-Provence et les exploitants agricoles**

Un Bail Rural Environnemental (BRE) sera signé entre la commune d'Aix-en-Provence (propriétaire des terrains) et chacun des exploitants agricoles concernés par le site de compensation. Ces baux remplaceront les conventions de mise à disposition des terrains qui n'introduisent en l'état aucune clause environnementale. Il est rappelé que ces conventions ont été conclues pour une durée indéterminée, mais à titre précaire et révocable par l'une ou l'autre des parties. Leur résiliation n'est tenue qu'à un préavis de trois mois.
Les BRE seront élaborés en conformité avec les objectifs du plan de gestion.

Travaux de restauration

Les travaux de restauration seront réalisés dès la première année de mise en œuvre du programme de compensation. Ces travaux de restauration sont localisés sur la carte ci-dessous puis détaillés dans la suite de ce paragraphe.



Localisation des mesures de restauration prévues dans le cadre du programme de compensation

1. Renforcement, épaississement des haies et diversification des essences

Des plantations d'arbres et arbustes permettront d'épaissir les haies en place et de restaurer des haies pluristratifiées au sein du site de compensation.
Les haies seront constituées des trois strates de végétation : herbacée basse (y compris développement de ronciers pour la Cisticole des joncs notamment), arbustive (nidification de la Fauvette mélanocéphale notamment) et arborée plus ou moins haute (quelques conifères hauts de type Pins d'Alep seront plantés pour favoriser la nidification du Serin cini). Les haies seront ainsi largement épaissies par rapport à la situation actuelle. Une largeur minimale de 10m sera recherchée. Elle permettra de favoriser la nidification des espèces ciblées par le programme de compensation telles que le Chardonneret élégant, le Verdier d'Europe ou encore le Tarier pâtre et améliorera la fonctionnalité des écotones pour la Couleuvre de Montpellier.
Le plan de gestion précisera les essences, variées, qui devront toutes correspondre à la flore méditerranéenne locale. Une fois plantées, les essences seront laissées en évolution libre.

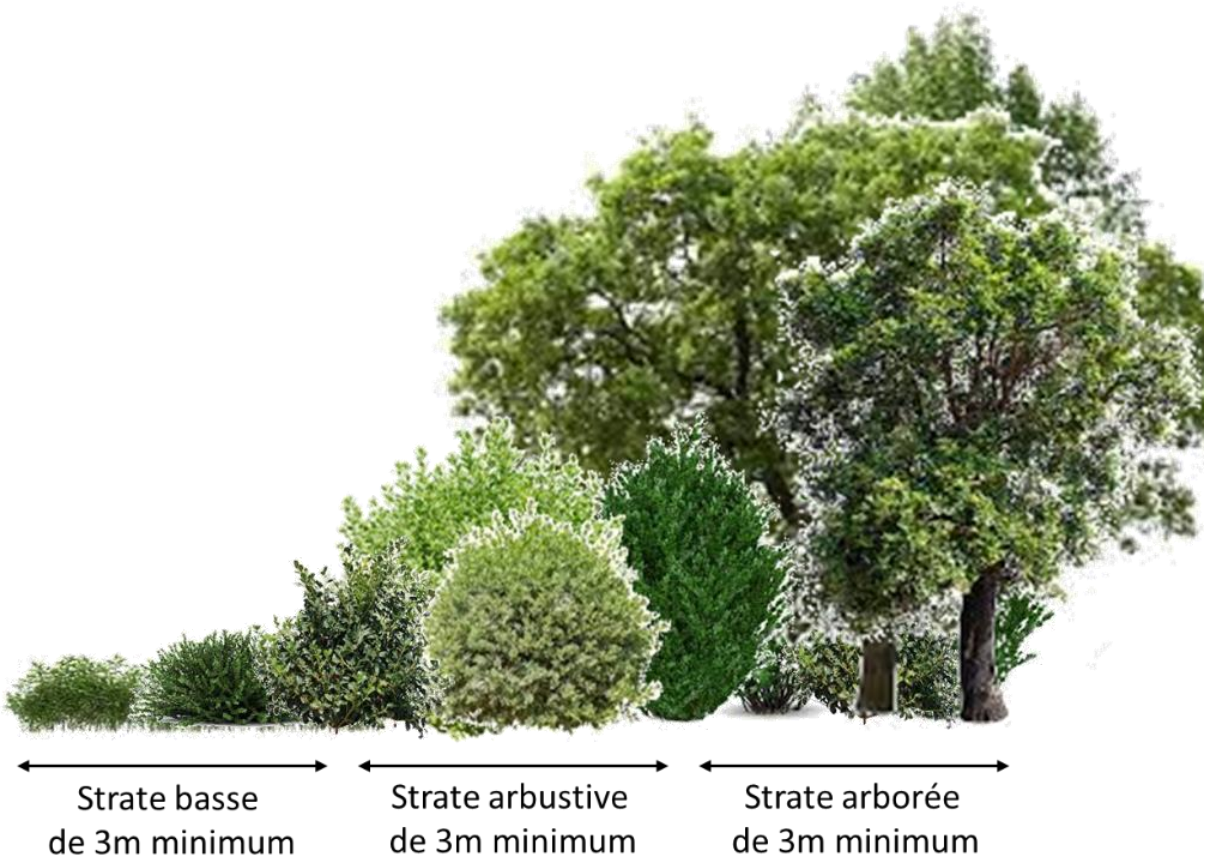


Schéma de principe des haies pluristratifiées visées dans le cadre de ce programme de compensation – Source : CDC Biodiversité

2. Plantation de nouvelles haies entre les deux entités du site de compensation

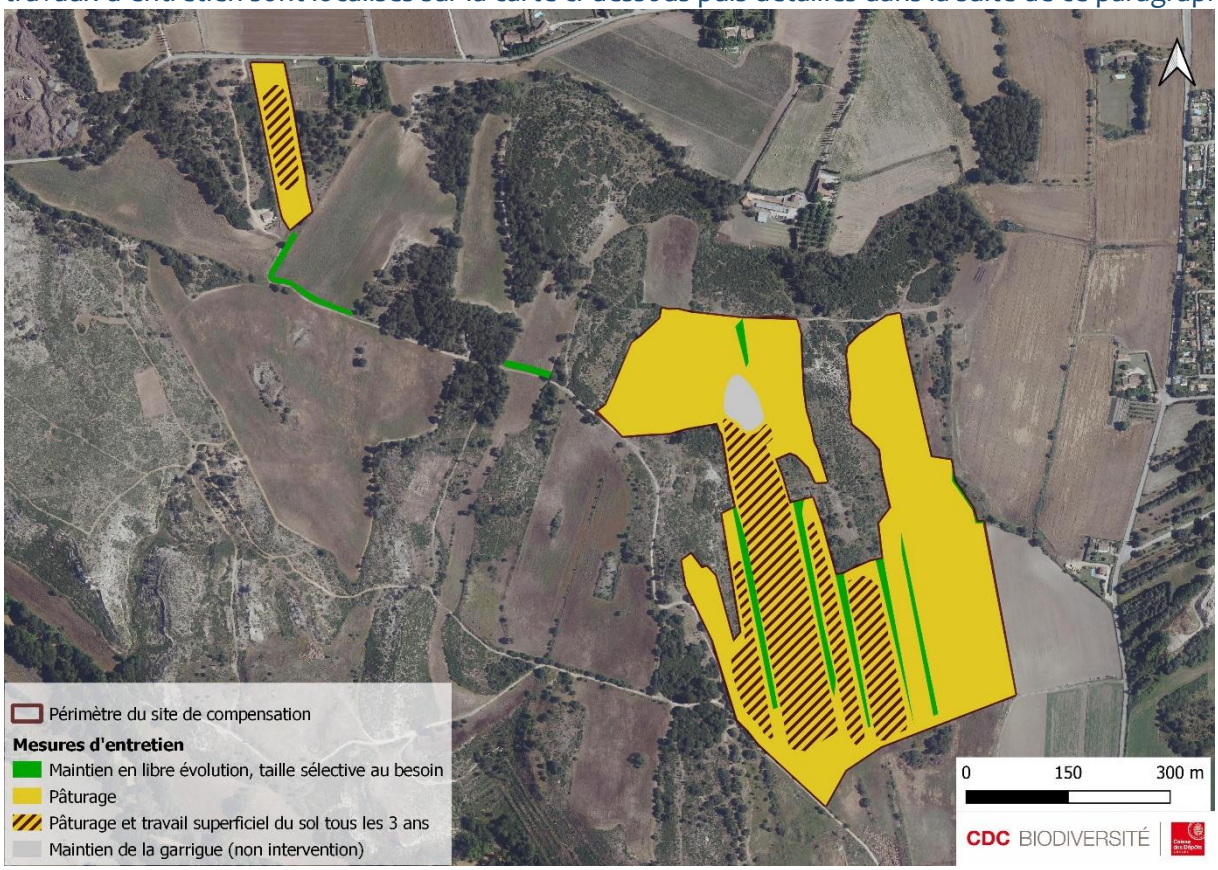
De nouvelles haies seront plantées sur le même schéma que celui présenté ci-dessus, à savoir des haies d'une largeur minimale de 10 m, constituées d'essences locales pour les trois strates de végétation herbacée, arbustive et arborée.
Ces nouvelles haies permettront de créer un corridor écologique continu entre les deux entités qui constituent le site de compensation.
A noter que ces haies sont elles-mêmes positionnées sur des parcelles agricoles propriétés de la Ville d'Aix-en-Provence et sous convention de mise à disposition.

3. Conversion des parcelles agricoles en prairies

La prairie est restaurée par régénération naturelle. Du fait d'une mise en jachère progressive, les parcelles agricoles n'ont pas été exploitées depuis plusieurs années et la strate herbacée a repoussé naturellement. La mise à jour du diagnostic écologique du site de compensation permettra d'évaluer la qualité fourragère des parcelles. A ce stade, il n'est pas prévu de semer de graines prairiales mais cette alternative pourrait être mise en œuvre en cas de besoin. Dans ce cas, un choix de semences appropriées aux exigences écologiques des espèces cibles sera défini.

Entretien des milieux naturels

L'entretien du site de compensation débutera dès la finalisation des travaux de restauration. Ces travaux d'entretien sont localisés sur la carte ci-dessous puis détaillés dans la suite de ce paragraphe.



Localisation des mesures d'entretien prévues dans le cadre du programme de compensation

1. **Rédaction et mise en œuvre d'un cahier des charges agricoles**

Un cahier des charges agricole sera rédigé de manière à définir les clauses environnementales associées à l'entretien pastoral. Ces clauses seront transcrites dans les baux ruraux qui remplaceront les actuelles conventions de mise à disposition des terres entre la Ville d'Aix-en-Provence et les exploitants agricoles. Ces clauses environnementales porteront sur la charge de pâturage, la période et la localisation du pâturage ou encore sur le choix des semences en cas de semis de graines prairiales.

2. **Gestion pastorale des prairies**

La gestion pastorale respectera les clauses environnementales prédéfinies. Le pâturage sera tournant et une surface de 5 ha sera mise en défend chaque année de manière à laisser une végétation herbacée plus haute se développer à la faveur de la nidification de la Cisticole des joncs. Au contraire, certains secteurs seront maintenus avec une végétation herbacée rase pour assurer la présence d'habitats favorables au Psammodrome d'Edwards.
En fonction des opportunités agricoles et si aucun éleveur n'est identifié pour mener à bien cette gestion pastorale, l'entretien de la prairie se fera soit par fauche tardive (entre août et octobre). Une première fauche précoce pourrait être envisagée dans la mesure où, en l'état des connaissances, aucune espèce patrimoniale ou protégée ne niche au sol, mais sa période sera encadrée dans le plan de gestion en tenant compte de l'écologie des espèces cibles du programme de compensation.
A noter que si l'un des grands avantages du pâturage est la production de déjections animales à la base d'une chaîne alimentaire productive, les traitements antiparasitaires peuvent être très toxiques pour les

insectes, notamment les coléoptères et les diptères. L'éleveur sélectionné devra donc s'engager à limiter au maximum les traitements parasitaires et à ne pas traiter les bêtes 1 mois avant la mise au pré. Il devra utiliser des molécules à toxicité notoirement limitée. Cette contrainte vise à permettre un développement optimal de la biomasse en insectes, base alimentaire de nombreuses espèces ciblées par le programme de compensation.

3. Travail superficiel du sol tous les 3 ans

Un travail superficiel du sol sera réalisé tous les trois ans au niveau des parcelles accueillant les stations de Gagée des champs et de Tulipes d'Agen et sylvestre. Cette action permettra notamment de disséminer les bulbes et d'accroître ainsi le développement des espèces.

4. Maintien en libre évolution des haies

Les haies seront au maximum laissées en libre évolution. Un débroussaillage de la strate de végétation arbustive basse pourra être entrepris lorsque la haie sera suffisamment développée (pas avant N+5) pour maintenir un étagement de la végétation. Ce débroussaillage ne concernera pas l'ensemble du linéaire de haie. Au contraire, une rotation sera mise en œuvre pour maintenir chaque année un linéaire non entretenu.

Suivis écologiques et reporting

L'objectif de la mesure compensatoire est lié aux onze espèces protégées visées par la compensation. Les habitats restaurés dans le cadre du programme de compensation doivent être favorables à la réalisation du cycle de vie de ces espèces. Les suivis écologiques porteront donc sur ces espèces afin d'évaluer l'efficacité du programme de compensation.

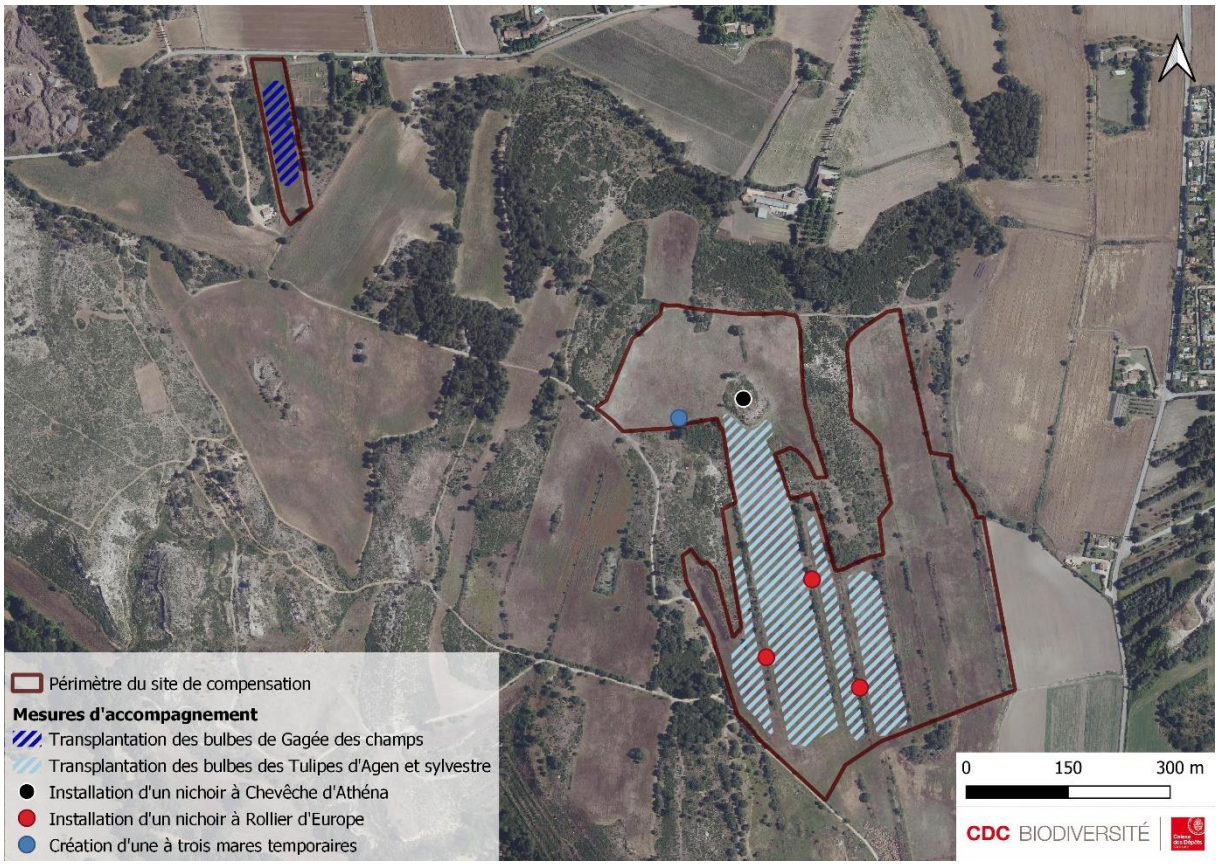
Ainsi, les inventaires écologiques à mettre en place pour le suivi de la bonne mise en œuvre de la mesure compensatoire concerneront :

- Les habitats naturels et la flore : 3 passages d'un botaniste par année de suivi dont deux passages précoces pour cibler les périodes de floraison de la Gagée des champs et des Tulipes d'Agen et sylvestre ;
- Oiseaux nicheurs : 2 passages d'un ornithologue par année de suivi seront réalisés ;
- Reptiles : 2 passages d'un herpétologue par année de suivi seront réalisés.

Les suivis écologiques seront mis en œuvre en années N+1, 2, 3, 5, 10, 15, 20, 25, 30 et 40.

Mesures d'accompagnement

Les mesures d'accompagnement sont localisées sur la carte ci-dessous puis détaillées dans la suite de ce paragraphe.



Localisation des mesures d'accompagnement au programme de compensation

1. **Transplantation des bulbes de Gagée des champs et des Tulipes** d'Agen et sylvestre

La transplantation des bulbes de ces trois espèces protégées ciblées par le programme de compensation est développée dans le dossier de demande de dérogation espèces protégées.

2. **Création de mares temporaires**

Une à trois mares temporaires seront créées au sein du site de compensation et en lisière d'une haie ou d'un espace boisé. Ces mares, de faibles profondeurs, cibleront des espèces pionnières tel que le Crapaud calamite.

3. **Installation de nichoirs favorables à la Chevêche d'Athéna et au Rollier d'Europe**

L'installation de nichoirs favorables à la Chevêche d'Athéna et au Rollier d'Europe est proposé au titre d'une mesure d'accompagnement dans la mesure où les espèces bénéficiant de cette action ne sont pas concernées par des besoins de compensation. Pour autant, ces deux espèces qui présentent un enjeu notable ont été contactées sur le site impacté de la ZAC de la Constance et sont susceptibles de fréquenter le site de compensation de Saint-Pons. Le Rollier d'Europe a d'ailleurs été contacté sur le site de compensation de Saint-Pons. Il y est considéré comme nicheur potentiel et les actions du programme de compensation lui seront favorables.

CONCLUSION SUR L'ELIGIBILITE DU SITE DE COMPENSATION

Proximité géographique

Le site de compensation de Saint-Pons est situé à 5 km du site impacté de la ZAC de la Constance. Tous deux sont situés dans le même contexte biogéographique et sont fonctionnellement liés l'un à l'autre par une trame agricole perméable au déplacement des espèces.

Faisabilité technique

Les mesures à mettre en place et les espèces visées par le programme de compensation ne présentent pas de difficulté technique particulière. Les retours d'expérience sont bons. La faisabilité technique est bonne.

Pérennité du programme de compensation

La pérennité du programme de compensation sera garantie par une Obligation Réelle Environnementale (ORE) signée pour une durée de 40 ans entre la commune d'Aix-en-Provence (propriétaire des terrains) et son cocontractant. Cette ORE définira la nature des actions qui seront entreprises sur le terrain objet de l'ORE. Ces actions seront traduites dans un plan de gestion annexé à l'ORE.
Par ailleurs, un Bail Rural Environnemental (BRE) sera par ailleurs signé entre la commune d'Aix-en-Provence (propriétaire des terrains) et chacun des exploitants agricoles concernés par le site de compensation.

Additionnalité écologique

Le site est exploité à des fins agricoles depuis plusieurs décennies. En l'absence du programme de compensation, les parcelles du site de compensation seraient vraisemblablement retournées pour être remises en culture sans clause environnementale. L'additionnalité écologique est donc réelle.

Cependant, cette additionnalité doit bien s'évaluer en comparaison d'une production agricole conventionnel typique (principalement basées sur les céréales d'hiver), et non par rapport aux inventaires du diagnostic réalisé en mai 2022 qui a été réalisé alors que les parcelles étaient à l'état de friches post-culturales. En effet, cet état caractérisé en 2022 n'est qu'un état temporaire lié à l'arrêt progressif d'activité d'un des trois exploitants agricoles concerné et à la mise en jachère des parcelles pour les deux autres. Il en résulte un risque probable de retournement des terres pour une nouvelle mise en culture dans les années à venir. Or la fonctionnalité écologique observée sur ce site est notamment liée à la présence de friches post-culturales. Le retournement des terres constitue donc, en l'absence de protection de ces parcelles, une menace de cours terme qui conduirait à une perte de fonctionnalité écologique.

Au contraire, le programme de compensation écologique permettra de générer une plus-value écologique réelle en conditionnant les pratiques agricoles à la sensibilité des espèces ciblées par le programme de compensation.

Par ailleurs, les mesures de compensation profiteront à un cortège d'espèces plus large que celui ciblé par les besoins de compensation propres au projet de la ZAC des Constance. En effet, les espèces patrimoniales non ciblées par le programme de compensation mais connues sur le site présentent des exigences écologiques semblables à celles ciblées par la compensation.

Additionnalité administrative

Le site de compensation ne recoupe aucun zonage du patrimoine naturel à l'origine de la mise en œuvre d'une gestion favorable à la biodiversité.
Par ailleurs, les conventions de mise à disposition des terrains entre la Ville et les exploitants agricoles n'intègrent aucune clause environnementale favorables aux espèces ciblées par le programme de compensation.

Equivalence fonctionnelle

Le site de compensation retenu présente une mosaïque d'habitats naturels semblable à celle impactée par le projet. D'autre part, les inventaires réalisées sur le site de compensation en mai 2022 ont mis en évidence une fonctionnalité écologique proche de celle impactée par le projet. En particulier : les cortèges d'oiseaux présents sur le site de compensation sont semblables à ceux contactés sur le site impacté, les deux espèces de reptiles visées par la compensation sont présentes sur le site de compensation et des habitats favorables aux trois espèces végétales protégées concernées par le programme de compensation sont également présents sur le site de Saint-Pons.

Plus-value écologique

Le programme de compensation vise la restauration d'un système agro-pastorale associé à des structures éco-paysagères favorables au développement d'un cortège d'espèces inféodées aux milieux agricoles et semi-ouverts de la région méditerranéenne.

Le tableau suivant détaille pour chaque espèce (et en particulier pour les espèces ciblées par le programme de compensation) la plus-value apportée par celui-ci.

Espèce	Espèce cible de la compensation (Oui/Non)	Plus-value du programme de compensation
Flore		
Gagée des champs	Oui	Mise en place d'une gestion conservatoire des stations de Gagée des champs transplantées notamment par la réalisation d'un travail superficiel du sol tous les 3 ans et l'adaptation des modes de pâturage (charge, période) à l'écologie des espèces.
Tulipe d'Agen	Oui	
Tulipe sylvestre	Oui	
Amphibiens		
Toutes espèces	Non	Amélioration de la fonctionnalité des haies susceptibles d'être utilisées par les amphibiens en phase terrestre (transit et repos). Mise en place de pratiques agricoles favorables au développement d'une biomasse importante en insectes. Création d'une à trois mares temporaires.
Reptiles		
Couleuvre de Montpellier	Oui	Développement des écotones au niveau des haies. Mise en place de pratiques agricoles favorables au développement des proies de l'espèce (lézards, petits rongeurs, etc.).
Psammodrome d'Edwards	Oui	Adaptation des modes de pâturage (charge, période) à l'écologie des espèces pour maintenir des milieux ras. Mise en place de pratiques agricoles favorables au développement d'une biomasse importante en insectes.

Espèce	Espèce cible de la compensation (Oui/Non)	Plus-value du programme de compensation
Lézard ocellé	Non	Maintien des gîtes favorables à l'espèce. Développement des écotones au niveau des haies. Mise en place de pratiques agricoles favorables au développement d'une biomasse importante en insectes.
Autres espèces de reptiles	Non	Développement des écotones au niveau des haies. Mise en place de pratiques agricoles favorables au développement des proies des reptiles.
Oiseaux		
Tarier pâtre	Oui	Epaississement des haies favorables à leur nidification et diversification des essences qui les constituent en tenant compte de l'écologie des espèces. Développement d'habitats agro-pastoraux favorables à leur alimentation.
Verdier d'Europe	Oui	
Chardonneret élégant	Oui	
Serin cini	Oui	Diversification des essences constitutives de la haie notamment par l'intégration de conifères favorables à sa nidification.
Fauvette mélanocéphale	Oui	Densification de la strate de végétation arbustive au niveau des haies favorables à sa nidification. Développement d'habitats agro-pastoraux favorables à leur alimentation.
Cisticole des joncs	Oui	Maintien en rotation d'un espace de 5 ha en jachère chaque année pour permettre le développement d'une strate herbacée haute. Epaississement des haies et développement d'une strate herbacée d'au moins 3m de large constituée d'espèces favorables à la nidification de l'espèce (ronciers par exemple).
Autres espèces du cortège des milieux semi-ouverts	Non	Epaississement des haies favorables à leur nidification et diversification des essences qui les constituent en tenant compte de l'écologie des espèces. Développement d'habitats agro-pastoraux favorables à leur alimentation.
Rapaces	Non	Développement d'habitats agro-pastoraux favorables à leur activité de chasse.
Mammifères terrestres		
Toutes espèces	Non	Développement des continuités écologiques locales grâce à l'épaississement du réseau de haies.
Chiroptères		
Toutes espèces	Non	Développement des continuités écologiques locales et amélioration des habitats de chasse grâce à l'épaississement du réseau de haies et la mise en place de pratiques agro-pastorales favorables au développement d'une biomasse importante en insectes.

Equivalence écologique

Au-delà de la plus-value écologique explicitée ci-avant, l'équivalence entre les pertes induites par le projet d'aménagement de la ZAC de la Constance et les gains générés par le programme de compensation se justifie par la méthode même de dimensionnement de la compensation appliquée dans le cadre de ce dossier.

En effet, il est rappelé que le besoin de compensation a été évalué sur la base d'une méthodologie d'équivalence par pondération proposée par Ecotonia qui vise à dimensionner la réponse compensatoire en tenant compte à la fois des pertes générées par le projet et des gains générés par le programme de compensation. Pour cela, la méthodologie mise en application définit un ratio de compensation qui tient compte des pertes induites par le projet et des gains générés par le programme de compensation. Autrement dit, la méthode de dimensionnement choisie tient compte des caractéristiques du site de compensation et en particulier de l'état de conservation des milieux : plus l'état de conservation des milieux est bon, plus le coefficient de compensation et donc la surface de compensation est importante. C'est le cas ici : le relatif bon état des milieux vis-à-vis des exigences écologiques des espèces conduit à augmenter le ratio final de compensation.

Par cette prise en compte des pertes et des gains, cette méthodologie permet de justifier l'équivalence écologique du programme de compensation.

Il est par ailleurs rappelé que le programme de compensation développé propose en réalité d'aller au-delà du besoin de compensation calculé puisque le site de compensation s'étend sur une surface totale de 23 ha pour un besoin de compensation mutualisé de 13,9 ha.

Le Volet Naturel de l'Etude d'Impact (VNEI) pièce F-4 du dossier de demande d'autorisation environnementale a été mis en concordance avec ces éléments. Le VNEI est joint en annexe 4 du présent mémoire en réponse.

Recommandation n°7

La MRAe recommande de mener une réflexion sur l'implantation des îlots d'habitations entravant le chemin de l'eau et d'étudier une mise en œuvre de dispositions constructives assurant une transparence hydraulique.

REPONSE :

Comme le montre l'étude hydraulique jointe au dossier, aucun cours d'eau n'est présent au droit de la ZAC de la Constance. Le vallon de la Thumine à l'ouest du projet N'EST PAS impacté par les aménagements projetés.

Le vallon central constitue l'axe naturel d'écoulement préférentiel des eaux superficielles.

Le plan directeur d'aménagement retenu pour le développement de la ZAC de la Constance permet justement d'éviter le remblaiement ce vallon central. Les ilots NE SONT PAS implantés au droit des talwegs ou axes principaux de ruissellement.

Les ilots urbains sont développés de part et d'autre du vallon central et la connexion entre l'Est et Ouest de la ZAC est limitée à une infrastructure routière, la Route du Parc, et une passerelle piétonne ne nécessitant aucun remblai dans le vallon central.

Les remblaiements des zones de dépressions topographiques nécessaires au droit de certains ilots se limitent à des secteurs amont et n'ont aucune incidence significative sur le fonctionnement hydraulique de la ZAC de la Constance. Ces volumes soustraits à l'étalement des eaux sont par ailleurs compensés dans le cadre du projet.

RETABLISSEMENT DU VALLON CENTRAL

Malgré les choix qui permettent de limiter l'impact sur le vallon central, la création de la Route du Parc franchit ce vallon. Afin de réduire l'impact de cet aménagement sur le fonctionnement hydraulique du vallon, **une mesure de rétablissement de l'axe d'écoulement est prévue dans le cadre du projet.**

Le vallon central, rétabli à l'état actuel sous l'autoroute (Ø1200 selon plans ASF, Ø1000 selon plans ville d'Aix) en amont de la ZAC, traverse la ZAC de part en part selon un axe Nord-Sud.

A l'état actuel, ce vallon est rétabli sous la route de Valcros par une buse de diamètre Ø1200. Ce rétablissement ne sera pas modifié dans le cadre des aménagements de la ZAC.

En revanche, le tronçon entre la route de Valcros et l'autoroute, actuellement également busé, sera remis à ciel ouvert.

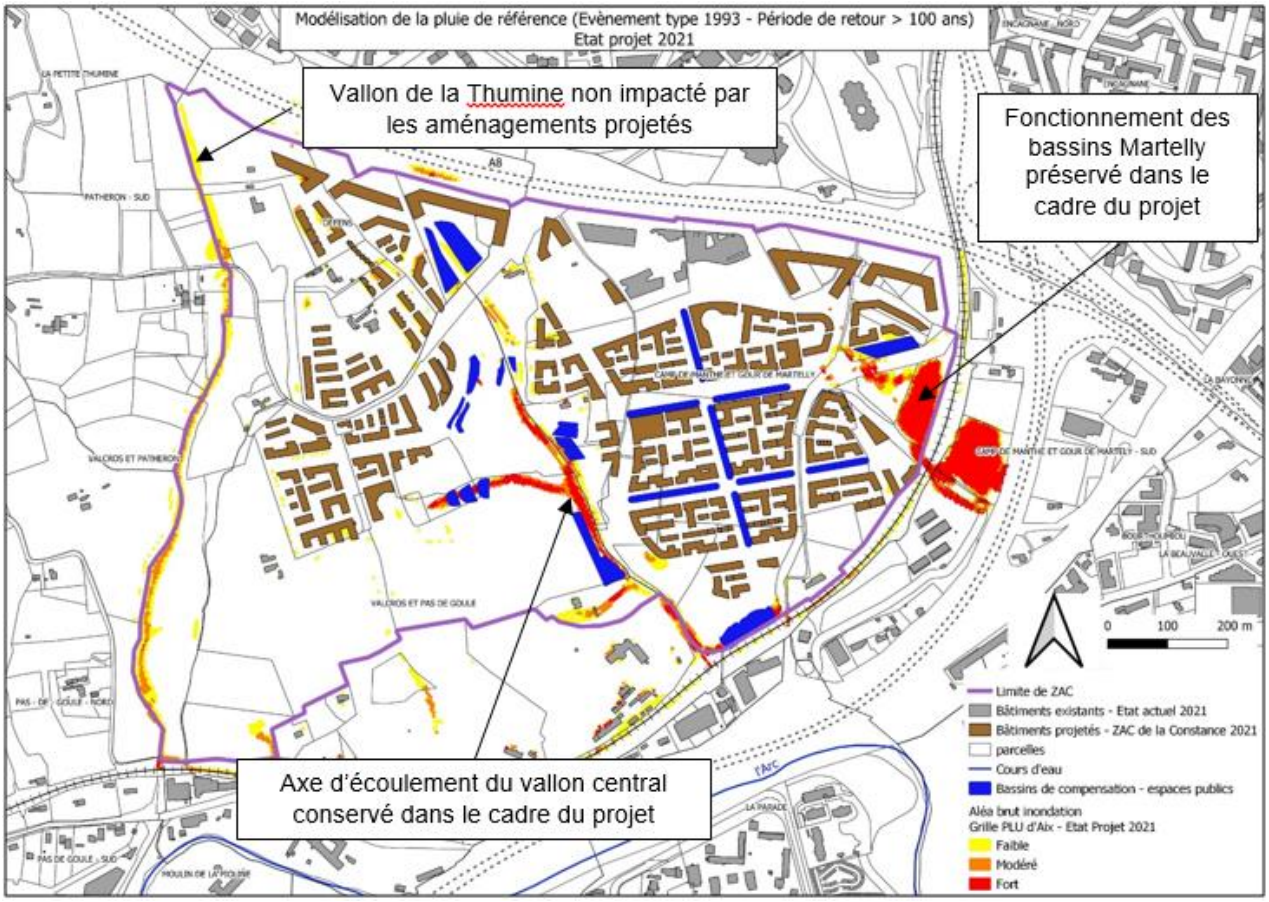
Le débit centennal du vallon est de 4 m³/s au niveau de la route de Valcros. Une section trapézoïdale 3m de large en fond, avec une pente des berges à 5/1 et une profondeur de 1 m permettra d'assurer le rétablissement de ce débit.

Le fond du lit restera à l'état naturel, à priori avec la section élargie proposée, les vitesses seront relativement modérées (< 2 m/s pour le débit centennal). Les protections à mettre en place seront nécessaires à la sortie de la buse (en amont de la zone aménagée donc) avec la mise en place de protections en gabions ou enrochements sur une dizaine de mètres maximum.

Ce même vallon sera rétabli sous la Route du Parc créée dans le cadre de la ZAC. La voie sera réalisée en remblai avec un dalot de 2,00 x 2,00 m minimum pour le rétablissement du débit centennal du vallon (p.m. 4 m³/s). La pente minimale du dalot sera de 2%.

MODELISATION DE L'EVENEMENT DE REFERENCE A L'ETAT PROJET

La modélisation de l'évènement de référence à l'état projet montre bien que les axes découlements préférentiels sont conservés et que les ilots construits sont situés à l'extérieur des zones inondables.



VERIFICATION DE L'ABSENCE D'IMPACT DU PROJET A L'AVAL DES AMENAGEMENTS PROJETES

Une étude a été menée dans un objectif de caractérisation de l'incidence hydraulique du projet de la ZAC de la Constance à Aix-en-Provence (13), sur les zones inondables situées en aval du projet, pour l'événement de référence.

Les hydrogrammes de crue générés en sortie du modèle hydraulique de l'étude initiale sont utilisés pour effectuer la comparaison entre le ruissellement de l'état actuel et celui de l'état projeté en aval de la ZAC. La modélisation prend en compte le réseau pluvial existant sur la zone, composé d'un fossé drainant les écoulements sous la voie ferrée, de deux buses Ø1000 passant sous la route D65, d'un canal bétonné à ciel ouvert, et d'à nouveau deux buses Ø1000 passant sous l'autoroute A51.

Les résultats obtenus mettent en évidence une faible évolution du risque inondation entre les deux états. Les cartographies différentielles illustrent une réduction des hauteurs d'eau de 2 cm au droit du passage sous la voie ferrée. Sur la route D65, les hauteurs d'eau sont identiques et les vitesses plus faibles à l'état projeté. Les vitesses d'écoulements sont réduites sur la majeure partie de la zone d'étude. Il n'y a pas d'augmentation des hauteurs à l'exutoire de la zone d'étude, au niveau du parking situé dans un creux topographique. Pour chaque situation, ce creux topographique stocke de l'eau jusqu'à plus 3 m de hauteur pour qu'elles se déversent ensuite dans l'Arc.

Une cartographie de l'aléa inondation par ruissellement a été créée pour l'état actuel et l'état projeté. Les résultats obtenus montrent **une absence d'évolution** et donc d'aggravation du zonage de l'aléa, sur l'ensemble de la zone d'étude.
L'aménagement de la ZAC de la Constance a donc une incidence réduite sur les tiers à l'aval, avec une amélioration des hauteurs d'eau au droit du passage sous la voie ferrée, une stabilisation sur la route D65.

Références de l'étude d'impact
Pièce F-3, chapitres :

- 3.2.1.2 : Evitement du vallon central
- 3.2.2.1 : Rétablissement du vallon central
- 4.1.3 RESULTATS EN SITUATION PROJETEE
- 4.2 ANALYSE COMPLEMENTAIRE DE L'INCIDENCE DU PROJET SUR LES TIERS EN AVAL DE LA ZAC

Pièce F-5 :

- « Annexes de l'étude d'impact », Etude hydraulique « Analyse complémentaire de l'incidence du projet sur les tiers en aval de la ZAC » INGEROP – mars 2021.

ANNEXES :

Annexe 1 : Etude sur la qualité de l'air et la santé - EGIS – actualisation
Annexe 2 : Etude sur les aménagements cycles - STOA/EGIS
Annexe 3 : Etude de trafic - SETEC
Annexe 4 : Volet Naturel de l'Etude d'Impact (VNEI) – ECOTONIA – actualisation

ETUDE SUR LA QUALITÉ DE L'AIR ET LA SANTÉ

ZAC DE LA CONSTANCE

Réactualisation du 19 février 2021



Étude Air et Santé

Informations relatives au document

INFORMATIONS GÉNÉRALES

Auteur(s)	Martin JOFFRE, Baptiste ABBOUD
Volume du document	Actualisation de l'Étude Air et Santé ZAC Constance –
Version	V5
Référence	RT27ZAC-Constance-2021-BABB-5

HISTORIQUE DES MODIFICATIONS

Version	Date	Rédigé par	Visé par	Modifications
V1	09/12/2019	Martin JOFFRE	Géraldine DEIBER	
V2	19/02/2021	Martin JOFFRE / Baptiste ABBOUD	Hélène PIET	Réactualisation complète de l'étude suite aux nouveaux éléments suivants : - avis de l'ARS du 17 juillet 2020 - avis de l'ARS du 17 novembre 2020 - complément à l'étude – Note EGIS du 28/10/2020 - modification du plan de masse - nouvelle vitesse de circulation réglementaire sur A8 - mise à jour de la composition du parc automobile - campagne de mesures au Chrome VI
V3	21/04/2021	Baptiste ABBOUD	Hélène PIET	- Ajout des cartes sur la somme des ERI à l'État Projeté - Ajout de la note technique sur la ventilation
V4	27/05/2021	Baptiste ABBOUD	Hélène Piet	- Modification de la note technique « Contrôle et Surveillance » (annexe)
V5	22/07/2022	Hélène Piet		L'annexe *« Note technique sur le traitement en air Intérieur des bâtiments Nord de la ZAC de la Constance »* est basculée dans le corps du texte au sein du chapitre 7.3 La réponse à la MRAe de septembre 2021 (monitoring du Chrome VI et du 1,3-butadiène est intégrée dans le chapitre 7.3.

SOMMAIRE

1 - PRÉAMBULE 12

1.1 - Objet de l'étude et rappel de l'historique 12

1.2 - Rappel réglementaire 13

1.3 - Cadre réglementaire de l'étude 14

1.3.1 - Niveau de l'étude 14

1.3.2 - Contenu de l'étude 15

1.3.3 - Horizons d'étude 16

1.3.4 - Zone d'étude 16

1.3.5 - Polluants étudiés 17

1.4 - Notions générales sur les polluants atmosphériques 18

1.4.1 - Origine et toxicité des principaux polluants atmosphériques 18

1.4.1.1 - Les oxydes d'azote (NO_x) 18

1.4.1.2 - Le monoxyde de carbone (CO) 18

1.4.1.3 - Le dioxyde de soufre (SO_2) 19

1.4.1.4 - Les Composés Organiques Volatils Non Méthaniques (COVNM) 19

1.4.1.5 - Les Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP) 19

1.4.1.6 - Les particules en suspension 22

1.4.1.7 - Les métaux lourds 22

1.4.2 - Réglementation dans l'air ambiant 23

2 - CARACTÉRISATION DE L'ÉTAT DE RÉFÉRENCE 25

2.1 - Populations et lieux vulnérables 25

2.1.1 - Densité et population générale 25

2.1.2 - Établissements vulnérables 27

2.2 - Émissions polluantes 29

2.2.1 - Émissions polluantes de la métropole d'Aix-Marseille-Provence 29

2.2.1.1 - Les oxydes d'azote (NO et NO_2) 29

2.2.1.2 - Le dioxyde de soufre (SO_2) 30

2.2.1.3 - Les Composés Organiques Volatils Non Méthaniques (COVNM) 31

2.2.1.4 - Le monoxyde de carbone (CO) 32

2.2.1.5 - Les Particules PM10 et PM2.5 33

2.2.1.6 - Le benzène (C_6H_6) 36

2.2.1.7 - Les métaux 36

2.2.1.8 - L'ozone (O_3) 36

2.2.2 - Sources d'émissions industrielles dans la zone d'étude 36

2.3 - Qualité de l'air 37

2.3.1 - Surveillance permanente 37

2.3.1.1 - Réseau de surveillance en PACA 37

2.3.1.2 - Indice ATMO 39

2.3.1.3 - Surveillance permanente dans la zone d'étude ou à proximité 41

2.3.2 - Documents de planification pour l'air et la santé 43

2.3.2.1 - Le Schéma Régional Climat, Air, Énergie de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur (SRCAE) 43
2.3.2.2 - Le Plan de Protection de l'Atmosphère (PPA) 44
2.3.2.3 - Le Plan national de Réduction des Émissions de Polluants Atmosphériques (PREPA) 45
2.3.2.4 - Le Plan Climat Énergie Territorial de la ville d'Aix-en-Provence (PCET) 48
2.3.2.5 - Le Plan National et le Plan Régional Santé Environnement (PNSE3 et PRSE3) 49
2.3.3 - Mesures in situ de la qualité de l'air - préambule 49
2.3.4 - Campagne de mesures de 2019 50
2.3.4.1 - Périodes et moyens de mesures 50
2.3.4.2 - Choix et répartition des sites 54
2.3.4.3 - Conditions météorologiques 56
2.3.4.4 - Validité des points de mesure 58
2.3.4.5 - Résultats des campagnes de mesure et interprétation 59
2.3.5 - Campagne de mesures complémentaire de 2021 spécifique au chrome VI 64
2.3.5.1 - Période et moyen de mesures 64
2.3.5.2 - Site de mesure 64
2.3.5.3 - Conditions météorologiques 65
2.3.5.4 - Résultats des mesures 65
2.4 - Conclusion 66

3 - ÉVALUATION DE L'IMPACT DU PROJET SUR LA QUALITÉ DE L'AIR 67
3.1 - Méthodologie 67
3.1.1 - Réseau routier et trafics 67
3.1.2 - Évaluation des émissions routières 71
3.1.3 - Émissions du secteur tertiaire 72
3.1.4 - Évaluation des teneurs en polluants 73
3.2 - Évaluation de l'impact du projet sur la qualité de l'air 76
3.2.1 - Bilan des émissions routières dans la zone d'étude 76
3.2.1.1 - Analyse comparative des bilans des émissions entre l'État de référence et l'horizon de mise en service sans projet 76
3.2.1.2 - Analyse comparative des bilans des émissions à l'horizon de mise en service 80
3.2.2 - Évaluation des teneurs dans l'air ambiant 86
3.2.2.1 - Cartographies des teneurs en polluant 86
3.2.2.2 - Teneurs en polluants dans l'emprise du projet 91
3.2.2.3 - Comparaison aux normes de qualité de l'air 95
3.3 - Conclusion 96

4 - ÉVALUATION DE L'IMPACT DU PROJET SUR L'EXPOSITION DES POPULATIONS 97
4.1 - Méthodologie 97
4.2 - Estimation de la population dans la bande d'étude 97
4.3 - Résultats de l'IPP 98
4.4 - Conclusion de l'IPP 98

5 - ÉVALUATION QUANTITATIVE DES RISQUES SANITAIRES 99
5.1 - Rappel méthodologique 99

5.2 - Identification des dangers et des scénarios d'exposition 100
5.2.1 - Considérations générales sur les substances et les valeurs toxicologiques de références 100
5.2.2 - Scénario d'exposition 101
5.2.3 - Choix des traceurs de risque 101
5.2.4 - Choix des relations dose réponse 102
5.3 - Évaluation de l'exposition des populations 107
5.3.1 - Paramètres d'exposition 107
5.3.2 - Évaluation de l'exposition par inhalation 110
5.3.3 - Évaluation de l'exposition par ingestion 114
5.3.3.1 - Estimation des concentrations en polluants dans les sols 114
5.3.3.2 - Estimation des doses ingérées 116
5.4 - Caractérisation de risques sanitaires en exposition chronique 118
5.4.1 - Caractérisation du risque par inhalation 118
5.4.1.1 - Polluants à effets à seuil 119
5.4.1.2 - Polluants à effets sans seuil (risques cancérigènes) 122
5.4.2 - Caractérisation du risque par ingestion 124
5.4.2.1 - Polluants à effets à seuil 125
5.4.2.2 - Polluants à effets sans seuil 126
5.4.3 - Effets additifs 127
5.4.3.1 - Effets additifs à seuil 127
5.4.3.2 - Effets additifs cancérigènes 128
5.5 - Caractérisation de risques sanitaires en exposition aiguë 130
5.5.1 - Méthodologie 130
5.5.2 - Caractérisation du risque sanitaire aigu 130
5.6 - Revue des incertitudes 131
5.6.1 - Facteurs de sous-estimation des risques 131
5.6.2 - Facteurs de sur-estimation des risques 131
5.6.3 - Facteurs d'incertitude dont l'influence sur le résultat n'est pas connue 132
5.6.4 - Synthèse des facteurs d'incertitude 132
5.7 - Conclusion de l'Évaluation des Risques Sanitaires 133

6 - ÉVALUATION DE L'IMPACT DE LA POLLUTION ATMOSPHÉRIQUE SUR L'ENVIRONNEMENT 134
6.1 - Pollution sensible 134
6.1.1 - Odeurs 134
6.1.2 - Transparence de l'air 135
6.1.3 - Nuages de poussière 135
6.2 - Pollution atmosphérique et environnement 136
6.2.1 - Effets sur les sols 136
6.2.2 - Effets sur la flore 136
6.2.2.1 - L'ozone 136
6.2.2.2 - Les pluies acides 137

6.2.2.3 - Les bio-indicateurs 137
6.2.3 - Effets sur la faune 137
6.2.4 - Effets sur les bâtiments 138
6.2.5 - Effets sur l'économie 139
6.3 - Gaz à effet de serre 139
6.3.1 - Dérèglement climatique 139
6.3.2 - Actions des GES 139
6.3.3 - Calcul des émissions de GES liées au projet 141
6.4 - Consommation énergétique 142

7 - LES MESURES ET LA DÉMARCHE ERC « EVITER, RÉDUIRE, COMPENSER » 144
7.1 - Doctrine ERC - Généralités 144
7.2 - Effets en phase chantier et mesures associées 144
7.2.1 - Effets 144
7.2.2 - Mesures 144
7.3 - Effets du projet et mesures associées 145
7.3.1 - Effets 145
7.3.2 - Mesures architecturales (Évitement et Réduction) 145
7.3.2.1 - Modélisation 3D fine de la zone nord de la ZAC – efficacité de l'effet barrage de l'implantation des bâtiments de bureaux 147
7.3.2.2 - Note technique sur le traitement en air Intérieur des bâtiments Nord de la ZAC de la Constance 151
7.3.3 - Mesures paysagères – haies végétalisées 161
7.3.4 - Mesures liées au transport (Evitement et Réduction) 163
7.3.5 - Mesures technologiques 164

8 - MONÉTARISATION ET ANALYSE DES COÛTS COLLECTIFS LIÉS À LA POLLUTION ATMOSPHÉRIQUE ET À L'EFFET DE SERRE 165
8.1 - Méthodologie 165
8.1.1 - Monétarisation des coûts collectifs liés à la pollution atmosphérique 165
8.1.1.1 - Valeurs de référence 165
8.1.1.2 - Répartition des véhicules et carburants aux horizons de l'étude 165
8.1.1.3 - Répartition de l'urbanisation aux horizons de l'étude 166
8.1.1.4 - Croissance du PIB 167
8.1.2 - Monétarisation des coûts collectifs liés à l'effet de serre 167
8.1.2.1 - Valeurs de référence 167
8.1.2.2 - Coûts de la tonne de CO_2 aux horizons d'étude 167
8.1.3 - Monétarisation des effets amont – aval 168
8.1.4 - Prise en compte des risques 168
8.2 - Résultats de la monétarisation 169
8.2.1 - Monétarisation des coûts collectifs liés à la pollution atmosphérique 169
8.2.2 - Monétarisation des coûts collectifs liés à l'effet de serre 170
8.2.3 - Monétarisation des coûts collectifs liés aux effets amont – aval 170
8.2.4 - Synthèse 170

9 - CONCLUSION 172

10 - ANNEXES 175

10.1 - Fiches de mesure 175

10.2 - Résultats des mesures 187

10.3 - Fiches toxicologiques 188

10.3.1 - Arsenic 188

10.3.2 - Benzène 191

10.3.3 - Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques - HAP 193

10.3.4 - 1,3-butadiène 194

10.3.5 - Chrome 196

10.3.6 - Dioxyde d'azote 197

10.3.7 - Nickel 199

10.3.8 - Poussières PM2.5 et PM10 201

10.4 - Paramètres de calcul des doses ingérées 202

TABLEAUX

Tableau 1 – Niveau d'étude en fonction du trafic, de la densité de population et de la longueur du projet 15
Tableau 2 – Critères nationaux de la qualité de l'air 24
Tableau 3 – Densité de population et population des IRIS à proximité du projet 26
Tableau 4 – Etablissements vulnérables à proximité de l'emprise du projet 27
Tableau 5 – Sites sensibles à proximité de l'emprise du projet 27
Tableau 6 – Émissions atmosphériques industrielles à Aix-en-Provence 36
Tableau 7 - Teneurs moyennes annuelles pour les stations AtmoSud retenues en 2019 41
Tableau 8 – Teneurs moyennes annuelles en HAP (hors benzo(a)pyrène) pour la station Aix Ecole d'Art - 2011 42
Tableau 9 – Objectifs sectoriels du SRCAE Provence-Alpes-Côte d'Azur 44
Tableau 10 – Objectifs de réduction des émissions de gaz à effet de serre du SRCAE Provence-Alpes-Côte d'Azur 44
Tableau 11 – Objectifs de réduction des émissions du PPA des Bouches du-Rhône aux horizons 2015 et 2020 45
Tableau 12 – Critères de localisation des sites de mesures Egis 55
Tableau 13 – Températures et précipitations relevées à la station de Marseille Marignane - Aéroport 56
Tableau 14 – Résultats des mesures – Polluants gazeux 59
Tableau 15 – Résultats des mesures – Particules PM10 et PM2.5 61
Tableau 16 – Résultats des mesures – Métaux 62
Tableau 17 – Résultats des mesures – HAP 62
Tableau 18 – Comparaison des résultats des mesures Egis aux données AtmoSud 63
Tableau 19 – meteorologie pendant la campagne de mesures au chrome VI de Marseille Marignane - Aéroport 65
Tableau 20 – Résultats des mesures – chrome vi campagne de 2021 65
Tableau 21 – Trafics du réseau routier 69
Tableau 22 – Kilométrage parcouru 70
Tableau 23 – Principaux paramètres pour la dispersion atmosphérique dans ADMS Roads 75
Tableau 24 – Bilan des émissions routières à l'État de référence – 2013 77
Tableau 25 – Bilan des émissions routières au Fil de l'eau – partie 1 – 2033 78
Tableau 26 – Bilan des émissions routières au Fil de l'eau – partie 2 – 2033 79
Tableau 27 – Bilan des émissions routières à l'État projeté – 2033 80
Tableau 28 – Bilan des émissions routières à l'État projeté –partie 1 – 2033 81
Tableau 29 – Bilan des émissions routières à l'État projeté –partie 2 – 2033 82
Tableau 30 – Bilan des émissions routières à l'État projeté –partie 3 – 2033 83
Tableau 31 – Concentrations moyennes – Teneurs en air ambiant 93
Tableau 32 – Comparaison des teneurs maximales aux normes en vigueur 95
Tableau 33 – IPP du dioxyde d'azote dans l'emprise du projet 98
Tableau 34 – Polluants retenus pour l'évaluation des risques sanitaires 102
Tableau 35 – Facteurs d'équivalence toxique 103
Tableau 36 – Valeurs Guide pour une exposition chronique par inhalation 104
Tableau 37 – VTR pour une exposition chronique par inhalation pour des effets à seuil 104
Tableau 38 – ERU pour une exposition chronique par inhalation pour des effets sans seuil 105
Tableau 39 – VTR pour une expositin aiguë par inhalation 105
Tableau 40 – VTR pour une exposition chronique par ingestion pour des effets à seuil 105
Tableau 41 – ERU pour une exposition chronique par ingestion pour des effets sans seuil 106
Tableau 42 – Paramètres d'exposition dans le cadre de l'EQRS pour une exposition par inhalation et par ingestion 108

Tableau 43 - Concentrations moyennes annuelles d'exposition pour les substances traceurs du risque par inhalation en exposition chronique 111
Tableau 44 - Concentrations maximales d'exposition pour les substances traceurs du risque par inhalation en exposition aiguë 113
Tableau 45 – Flux de dépôts au sol pour les traceurs HAP 115
Tableau 46 - Dose journalière d'exposition des enfants pour les traceurs de risque considérés par ingestion en exposition chronique 117
Tableau 47 - Concentrations inhalées pour le dioxyde d'azote et les particules vs Valeurs Guides OMS 119
Tableau 48 - Quotient de danger – Exposition chronique pour les effets à seuil 121
Tableau 49 - Excès de risque individuel – Exposition chronique pour les effets sans seuil 123
Tableau 50 – Quotient de danger – Exposition chronique pour les effets à seuil par ingestion 125
Tableau 51 – Excès de Risque Individuel – Exposition chronique pour les effets sans seuil par ingestion 126
Tableau 52 - Caractérisation globale du risque pour les effets à seuil à R1 dans l'état Actuel 127
Tableau 53 - Caractérisation Globale du Risque pour les effets sans seuil 128
Tableau 54 - Caractérisation Globale du Risque pour les effets sans seuil 129
Tableau 55 - Quotient de danger – Exposition aiguë par inhalation 130
Tableau 56 – Tableau des principaux PRG à 100 ans 140
Tableau 57 – Bilan des émissions de dioxyde de carbone du réseau routier étudié (en kg/jour) 142
Tableau 58 – Consommation énergétique (en kg/jour) 143
Tableau 59 – Valeurs de référence de la pollution atmosphérique pour le mode routier 165
Tableau 60 – Répartition des véhicules en 2013 et en 2033 166
Tableau 61 – Répartition de l'urbanisation dans l'emprise du projet 166
Tableau 62 – Valeurs de référence de la tonne de dioxyde de carbone 167
Tableau 63 – Taux d'évolution du prix en €$_{2010}$ de la tonne de dioxyde de carbone 168
Tableau 64 – Coût de la tonne de CO_2 en €$_{2010}$ 168
Tableau 65 – Valeurs tutélaires des émissions atmosphériques en €$_{2010}$ pour 100 véh.km 168
Tableau 66 – Taux d'actualisation des risques liés à la construction 169
Tableau 67 – Monétarisation des coûts annuels liés à la pollution atmosphérique 170
Tableau 68 – Monétarisation des coûts annuels liés à l'effet de serre 170
Tableau 69 – Monétarisation des coûts collectifs liés aux effets amont – aval 170
Tableau 70 – Synthèse des coûts annuels liés à la pollution atmosphérique, à l'effet de serre et aux effets amont – aval 171
Tableau 71 – Présentation des ERU pour les effets sans seuil par inhalation de l'arsenic 189
Tableau 72 – Présentation des VTR pour les effets à seuil par inhalation de l'arsenic 189
Tableau 73 – Présentation des ERU pour les effets sans seuil par ingestion de l'arsenic 190
Tableau 74 – Présentation des VTR pour les effets sans seuil par ingestion de l'arsenic 190
Tableau 75 – Présentation des VTR pour les effets à seuil par inhalation du benzène 191
Tableau 76 – Présentation des VTR pour les effets sans seuil par inhalation du benzène 192
Tableau 77 – Présentation des VTR pour des effets en exposition aiguë pour le benzène 192
Tableau 78 – Présentation des ERU pour les effets sans seuilpar inhalation de benzo(a)pyrène 193
Tableau 79 – Présentation des VTR pour les effets à seuilpar inhalation de benzo(a)pyrène 194
Tableau 80 – Présentation des VTR pour les effets sans seuil par ingestion des HAP 194
Tableau 81 – Présentation des VTR pour les effets à seuil par ingestion du benzo(a)pyrène 194
Tableau 82 – Présentation des VTR par inhalation du 1,3-butadiène 195
Tableau 83 – Présentation des ERU par inhalation du 1,3-butadiène 195
Tableau 84 – Présentation des ERU pour les effets sans seuil par inhalation du chrome VI 196
Tableau 85 – Présentation des VTR pour les effets à seuil par inhalation du chrome VI particulaire 197
Tableau 86 – Présentation des VTR pour les effets à seuil par ingestion de chrome III 197
Tableau 87 – Présentation de la valeur guide pour les effets à seuil par inhalation des NOx 198
Tableau 88 – Présentation des VTR pour les effets en exposition aigue pour le NO_2 198
Tableau 89 – Présentation des ERU pour les effets sans seuil par inhalation du nickel 199

Tableau 90 – Présentation des VTR pour les effets à seuil par inhalation du nickel 200
Tableau 91 – Présentation des VTR pour les effets à seuil par ingestion du nickel 200
Tableau 92 – Présentation des valeurs guide pour les effets à seuil par inhalation en exposition chronique des PM2.5 et PM10 201
Tableau 93 – Présentation des valeurs guide des particules pour une exposition aiguë des PM2.5 et PM10 201
Tableau 94 – Concentration de polluants dans les végétaux par type de végétaux 202
Tableau 95 – Concentrations de polluants dans les végétaux par type de polluants 202
Tableau 96 – Paramètres physiologiques d'exposition 202
Tableau 97 – Quantités d'aliments autoconsommés 203

FIGURES

Figure 1 –Emprise du projet – Plan directeur 17
Figure 2 – Densité des IRIS à l'horizon 2016 26
Figure 3 – Établissements vulnérables (avant travaux de la ZAC de la Constance) 28
Figure 4 – Émissions d'oxydes d'azote en 2017 de la métropole d'Aix-Marseille-Provence 30
Figure 5 – Émissions de dioxyde de soufre en 2017 de la métropole d'Aix-Marseille-Provence 31
Figure 6 – Émissions de COVNM en 2017 de la métropole d'Aix-Marseille-Provence 32
Figure 7 – Émissions de monoxyde de carbone en 2017 de la métropole d'Aix-Marseille-Provence 33
Figure 8 – Émissions de PM10 en 2017 de la métropole d'Aix-Marseille-Provence 34
Figure 9 – Émissions de PM2.5 en 2017 de la métropole d'Aix-Marseille-Provence 35
Figure 10 – Réseau de surveillance de la qualité de l'air 37
Figure 11 – Indice ATMO de l'est des Bouches-du-Rhône en 2016 40
Figure 12 – Nouveau code couleur de l'indice ATMO 40
Figure 13 – Localisation des stations ATMOSud et des stations Météo France 42
Figure 14 – Réduction des émissions par rapport à 2005 47
Figure 15 – Amélioration de la qualité de l'air 47
Figure 16 – Disposition des capteurs de dioxyde d'azote et de benzène dans le boîtier 51
Figure 17 – Capteurs de dioxyde de soufre et de monoxyde de carbone et disposition dans le boîtier 51
Figure 18 – PARTISOL PLUS 2025i BaP 53
Figure 19 – Photographies des sites de mesures 09 et 06 54
Figure 20 – Plan d'échantillonnage 55
Figure 21 – Roses des vents sur la station Marseille Marignane - Aéroport 57
Figure 22 – Photographie du site de mesure Egis et de la station AtmoSud d'Aix Ecole d'Art 58
Figure 23 – Teneurs en polluants gazeux 60
Figure 24 – Teneurs en particules PM10 et PM2.5 61
Figure 25 – Point de mesure Chrome VI 64
Figure 26 – Réseau routier retenu 68
Figure 27 – Évolution des émissions totales par polluant et par horizon 84
Figure 28 – Teneurs en dioxyde d'azote – État de référence 2013 87
Figure 29 – Teneurs en dioxyde d'azote – Fil de l'eau 2033 88
Figure 30 – Teneurs en dioxyde d'azote – État projeté 2033 89
Figure 31 – Teneurs en dioxyde d'azote – État projeté 2033 – Zoom Nord de la ZAC 90
Figure 32 – Points récepteurs 91
Figure 33 – Points récepteurs 107
Figure 34 – Localisation des points récepteurs 109
Figure 35 – Somme des ERI à l'Etat Projeté pour l'hypothèse haute de Chrome VI 128
Figure 36 – Somme des ERI à l'Etat Projeté pour l'hypothèse basse de Chrome VI 129
Figure 37 – Comparaison de situation sans et avec une pollution provoquant un smog à Paris 135

Figure 38 – Ré-envol des résidus de stockage d'une usine de production d'alumines 136
Figure 39 – Impact foliaire de l'ozone 137
Figure 40 – Impact des pluies acides sur une forêt de conifères 137
Figure 41 – Impact de la pollution atmosphérique sur les matériaux 138
Figure 42 : Schéma de circulation et des mobilités 163
Figure 43 - Schéma de fonctionnement d'une ventilation double-flux 153
Figure 44 - Principe de la ventilation double flux avec filtre 153

1 - PRÉAMBULE

1.1 - Objet de l'étude et rappel de l'historique

Dans le cadre du projet d'aménagement de la ZAC de la Constance à Aix-en-Provence, EGIS Environnement a été mandaté à partir de 2013 par le Pays d'Aix Territoires pour la réalisation de l'étude Air et Santé.

La ZAC a été créée en juillet 2015 puis un projet d'urbanisme a été retenu fin 2016. Les études d'Avant-Projet ont été finalisées en 2018 et une procédure de révision allégée du PLU d'Aix-en-Provence a été lancée en fin d'année 2018 en vue d'ouvrir à l'urbanisme le secteur AU2 de la ZAC. Dans le cadre de cette procédure de révision allégée du PLU et de l'évaluation environnementale de son impact, une réactualisation de l'étude Air et Santé a été réalisé en 2018 afin d'affiner l'impact des émissions atmosphériques, liées au trafic routier existant (notamment les autoroutes A8 et A51), ainsi qu'au trafic lié au projet.

Dans son avis daté du 25 avril 2019[1] sur l'évaluation environnementale de la révision allégée du PLU, la Mission régionale d'autorité environnementale (Mrae) a porté plusieurs avis et recommandations sur le projet, et a notamment préconisé d'actualiser l'étude d'impact en référence à la nouvelle note technique de 22 février 2019.

Suite à cette demande, un nouveau dossier réglementaire a été produit[2] en référence à la **note technique du 22 février 2019**[3] relative aux volets air et santé des études d'impact des infrastructures routières. Cette récente note technique est en effet venue actualiser la précédente note de 2005, annexée à la circulaire DGS/SD7B/2005/273 du 25 février 2005.

Le 4 aout 2020, la DDTM a transmis son avis ainsi que celui de l'ARS sur les différents volets de l'étude d'impact transmise par SPLA. Avis dans lesquels figurent plusieurs demandes de compléments nécessaires à la poursuite de l'instruction. Les compléments fournis[4] ont principalement portés sur l'argumentation du volet Eviter-Réduire-Compenser ainsi que sur une modélisation 3D dans la zone nord du projet qui inclut l'autoroute A8, les bâtiments tertiaires (bureaux) ainsi que le groupe scolaire, et ce afin de visualiser l'effet barrière des immeubles de bureaux.

Suite à cette note complémentaire et à l'avis de nouveau défavorable de l'ARS (mail du 17/11/2020), une réunion en Préfecture s'est tenue en janvier 2021. Celle-ci a permis d'acter le besoin de sécuriser ce dossier en travaillant sur les points clés suivants :

- Demande est faite à la SEMAPA de travailler sur un **nouveau plan d'aménagement** afin de reculer les immeubles de bureaux au droit de l'A8 et de travailler sur les mesures protectrices (localisation des prises d'air, façades étanches…)
- Demande est faite à EGIS de **réduire les hypothèses majorantes de l'évaluation des risques sanitaires, en ce qui concerne le chrome**. En effet dans les précédentes évaluations et faute d'informations spécifiques, le chrome total a été assimilé en totalité au chrome VI, forme la plus toxique de chrome. Une campagne de mesures complémentaire est alors proposée.
- Demande est faite à EGIS de réactualiser l'évaluation en tenant compte de la modification de vitesse de circulation sur l'A8 (limitation de vitesse à 90 km/h depuis octobre 2019). Par ailleurs, cette mise à jour permettra également de tenir compte des projections les plus récentes en terme de composition du parc automobile.

---

[1] Avis délibéré de la mission régionale d'autorité environnementale de région Provence-Alpes-Côte d'Azur sur la révision allégée n°2 du plan local d'urbanisme (PLU) d'Aix-en-Provence (13)

[2] Rapport EGIS RT196_SLPA_ZACLaConstance-2019-MJOF-v1

[3] Guide méthodologique sur le volet « air et santé » des études d'impact routières - Document visé par la note technique (NOR TRET1833075N) relative à la prise en compte des effets sur la santé de la pollution de l'air dans les études d'impact. Version du document du 22 02 2019 - CEREMA

[4] Note EGIS du 28 octobre 2020 – Compléments à l'étude d'Impact – réponse à l'avis de la DDTM/ARS

Le présent rapport tient compte de l'ensemble de ces éléments.

1.2 - Rappel réglementaire

En matière de pollution atmosphérique, la réglementation française est transcrite au travers de la loi sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie (Loi L.A.U.R.E.) du 30 décembre 1996, codifiée aux articles L.220-1 et L.220-2 du code de l'environnement, qui définit « le droit reconnu à chacun à respirer un air qui ne nuise pas à sa santé ».

La méthodologie des études air et santé des études d'impact s'inscrit dans le référentiel réglementaire et s'appuie sur les documents suivants :

- Code de l'Environnement, avec en particulier :
  - L'article L 122-1 (partie législative) imposant que les projets de travaux, d'ouvrages ou d'aménagements publics et privés qui, par leur nature, leurs dimensions ou leur localisation sont susceptibles d'avoir des incidences notables sur l'environnement ou la santé humaine sont précédés d'une étude d'impact ;
  - L'article R 122-5 (partie réglementaire) décrivant le contenu attendu d'une étude d'impact et prévoyant qu'une analyse des effets directs et indirects, temporaires et permanents du projet sur l'environnement soit réalisée, en particulier sur l'air et la santé. Ainsi, conformément à cet article, le volet « air et santé » des études environnement doit fournir dans le cadre des études préalables les éléments techniques nécessaires à la réalisation de l'étude d'impact présentée à l'enquête publique ;
- Circulaire Direction Générale de la Santé (DGS) n°2000-61 du 3 février 2000 relative au guide de lecture et d'analyse du volet sanitaire des études d'impacts ;
- Directive européenne n°2008/50/CE du 21 mai 2008 relative à la qualité de l'air ambiant et à un air pur pour l'Europe et qui fusionne les Directives 1999/30/CE, 2000/69/CE et 2002/3/CE ;
- Circulaire Direction Générale de la Santé – Direction des Routes – Ministère de l'Écologie et du Développement Durable (DGS-DR-MEDD) n°2005-273 du 25 février 2005 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 ;
- Sélection des agents dangereux à prendre en compte dans l'évaluation des risques sanitaires des études d'impacts routières et ferroviaires – DGS, Institut de Veille Sanitaire (InVS), Centre d'Études sur les Réseaux, les Transports, l'Urbanisme et les constructions publiques (CERTU), Service d'études sur les transports, les routes et leurs aménagements (SETRA), Agence de De l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie (ADEME) - novembre 2004 ;
- Études d'impact des infrastructures routières, volet air et santé, état initial et recueil de données - SETRA, CERTU – février 2009 ;
- Avis de l'Agence Nationale de Sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (ANSES) 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 - juillet 2012 ;
- Guide pour l'analyse du volet sanitaire des études d'impact – InVS - février 2000 ;
- Guide méthodologique pour l'évaluation de l'état des milieux et des risques sanitaires – Démarche intégrée pour la gestion des émissions de substances chimiques par les installations classées – Institut National de l'Environnement industriel et des Risques (INERIS) – 2013 ;
- Guide de recommandations sur l'échantillonnage spatial intitulé « Adaptation des plans d'échantillonnage aux objectifs des campagnes », Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air (LCSQA) – 2007 ;
- Note de la DGS n°2014-307 du 31 octobre 2014 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 ;

- Note technique relative à l'évaluation des projets de transport, Direction Générale des Infrastructures, des Transports et de la Mer (DGITM) – 27 juin 2014 ;
- Étude d'impact - Projets d'infrastructures linéaires de transport – Centre d'Études et d'expertise sur les Risques, l'Environnement, la Mobilité et l'Aménagement (CEREMA) – avril 2016 ;
- Courrier de la Direction des Infrastructures de Transport (DGITM/DIT) précisant les éléments à prendre en considération en attendant la révision de la circulaire du 25 février 2005 ;
- Instruction technique relative aux modalités d'élaboration des opérations d'investissement et de gestion sur le réseau routier national – DGITM – 8 novembre 2018 ;
- Note technique relative à la prise en compte des effets sur la pollution de l'air dans les études d'impact des infrastructures routières – Ministère de la Transition écologique et solidaire et Ministère des Solidarités et de la Santé – 22 février 2019 et le guide méthodologique sur le volet « air et santé » des études d'impact routières – CEREMA – 22 février 2019.

1.3 - Cadre réglementaire de l'étude

1.3.1 - Niveau de l'étude

La note technique du 22 février 2019 et le guide méthodologique sur le volet « air et santé » des études d'impact routières du CEREMA fixent le cadre et le contenu des études air et santé en fonction des enjeux du projet, selon quatre niveaux d'études (I à IV). L'étude de niveau I a le contenu le plus détaillé. Ces niveaux sont définis en fonction des trafics attendus à terme sur l'infrastructure et de la densité de population à proximité de celle-ci (tableau ci-après).

Le projet de ZAC implique la création de voies routières à l'intérieur du périmètre de la ZAC. Sur la base des études précédentes de trafic, les voies routières nouvellement créées supporteraient jusqu'à environ 9 000 véhicules/jour (au maximum).

Par ailleurs, les trafics actuels des autoroutes A8 et A51 bordant le projet de la ZAC avoisinent ou dépassent ponctuellement les 50 000 véhicules par jour.

Le milieu d'implantation du projet comprend des zones essentiellement en friches agricoles qui seront requalifiées en zones urbaines. L'aménagement va consister à fortement augmenter la densité sur ce secteur et comprendra des populations vulnérables au sens de la pollution de l'air (écoles).

Enfin, il est à noter que la commune d'Aix-en-Provence fait partie du Plan de Protection de l'Atmosphère (PPA) des Bouches-du-Rhône.

À partir de ces éléments et conformément à la note technique du 22 février 2019, l'étude serait du type Niveau III (en excluant le trafic de l'autoroute qui ne fait pas partie du projet), à rehausser en niveau II du fait de l'existence du PPA. Néanmoins, compte tenu de la proximité de l'autoroute et suite aux remarques de la MRae, l'étude serait à réactualiser sur la base d'un **niveau I**.

TABLEAU 1 – NIVEAU D'ÉTUDE EN FONCTION DU TRAFIC, DE LA DENSITÉ DE POPULATION ET DE LA LONGUEUR DU PROJET

Trafic à l'horizon d'étude / Densité dans la bande d'étude	>50 000 véh/j	25 000 à 50 000 véh/j	10 000 à 25 000 véh/j	≤ 10 000 véh/j
Bâti avec densité ≥ 10 000 hab/km²	I	I	II	II si L projet > 5 km ou III si L projet ≤ 5 km
Bâti avec densité > 2 000 et < 10 000 hab/km²	I	II	II	II si L projet > 25 km ou III si L projet ≤ 25 km
Bâti avec densité ≤ 2 000 hab/km²	I	II	II	II si L projet > 50 km ou III si L projet ≤ 50 km
Pas de bâti	III	III	IV	IV

Source : Note technique relative à la prise en compte des effets sur la pollution de l'air dans les études d'impact des infrastructures routières – Ministère de la Transition écologique et solidaire et Ministère des Solidarités et de la Santé – 22 février 2019 et le guide méthodologique sur le volet « air et santé » des études d'impact routières – CEREMA – 22 février 2019

1.3.2 - Contenu de l'étude

L'étude air et santé se compose :

- D'une **caractérisation de l'état de référence** du domaine d'étude avec notamment **des mesures in situ de la qualité de l'air qui viendront réactualiser les précédentes campagnes de mesure ;**
- D'une **évaluation de l'impact du projet** sur la qualité de l'air avec :
  - Une estimation des émissions polluantes induites par le trafic routier (conformément à la méthodologie COPERT) ;
  - Une estimation des teneurs en polluants dans la bande d'étude (modélisation gaussienne de la dispersion atmosphérique des émissions des polluants avec le modèle ADMS Road) ;
- D'une **évaluation quantitative des risques sanitaires** sur les populations ;
- D'une **analyse portant sur les effets directs et indirects d'autres critères** tels que :
  - La pollution sensible : odeurs, transparence de l'air, nuages de poussières, etc. ;
  - Les impacts de la pollution atmosphérique sur la faune, la flore, le sol et les bâtiments… ;
  - Les émissions de GES ;
  - La consommation énergétique ;
- Des propositions, le cas échéant, de **mesures compensatoires et réductrices** en phase d'exploitation et en phase chantier ;
- D'une analyse des effets induits du projet sur l'ensemble de l'aire d'étude (amélioration-dégradation) sous la forme **d'une analyse des coûts collectifs** de l'impact sur la qualité de l'air et l'effet de serre et des avantages / inconvénients induits pour la collectivité (destinée à alimenter le volet socio-économique de l'étude.

1.3.3 - Horizons d'étude

D'après la note technique du 22 février 2019 et le guide méthodologique sur le volet « air et santé » des études d'impact routières du CEREMA, l'étude air et santé est menée pour cinq scénarios situés à trois horizons d'étude différents. Ce document étant une reprise d'une étude basée sur la note méthodologique de 2005, trois scénarios sont pris en compte. Ces scénarios sont usuellement nommés :

- La situation actuelle nommé **État de référence – année 2013** (*ce scénario est basé sur les données de trafic fourni en 2013 lors de la première étude, les données concernant la qualité de l'air ont été mises à jour lors des précédentes études en 2019 puis 2020*) ;
- La situation sans projet à l'horizon futur nommé **Fil de l'eau de l'année 2033** ;
- La situation avec projet à l'horizon futur nommé **État projeté de l'année 2033** ;

L'état au fil de l'eau correspond à un horizon lointain dans l'hypothèse où le projet envisagé ne serait pas réalisé et considérant les autres évolutions prévisibles des infrastructures. L'état projeté correspond au même horizon lointain avec la réalisation du projet.

La comparaison des résultats obtenus pour ces trois scénarios permet d'apprécier l'impact du projet sur la qualité de l'air et sur la santé à échéance de sa mise en service et son exploitation.

1.3.4 - Zone d'étude

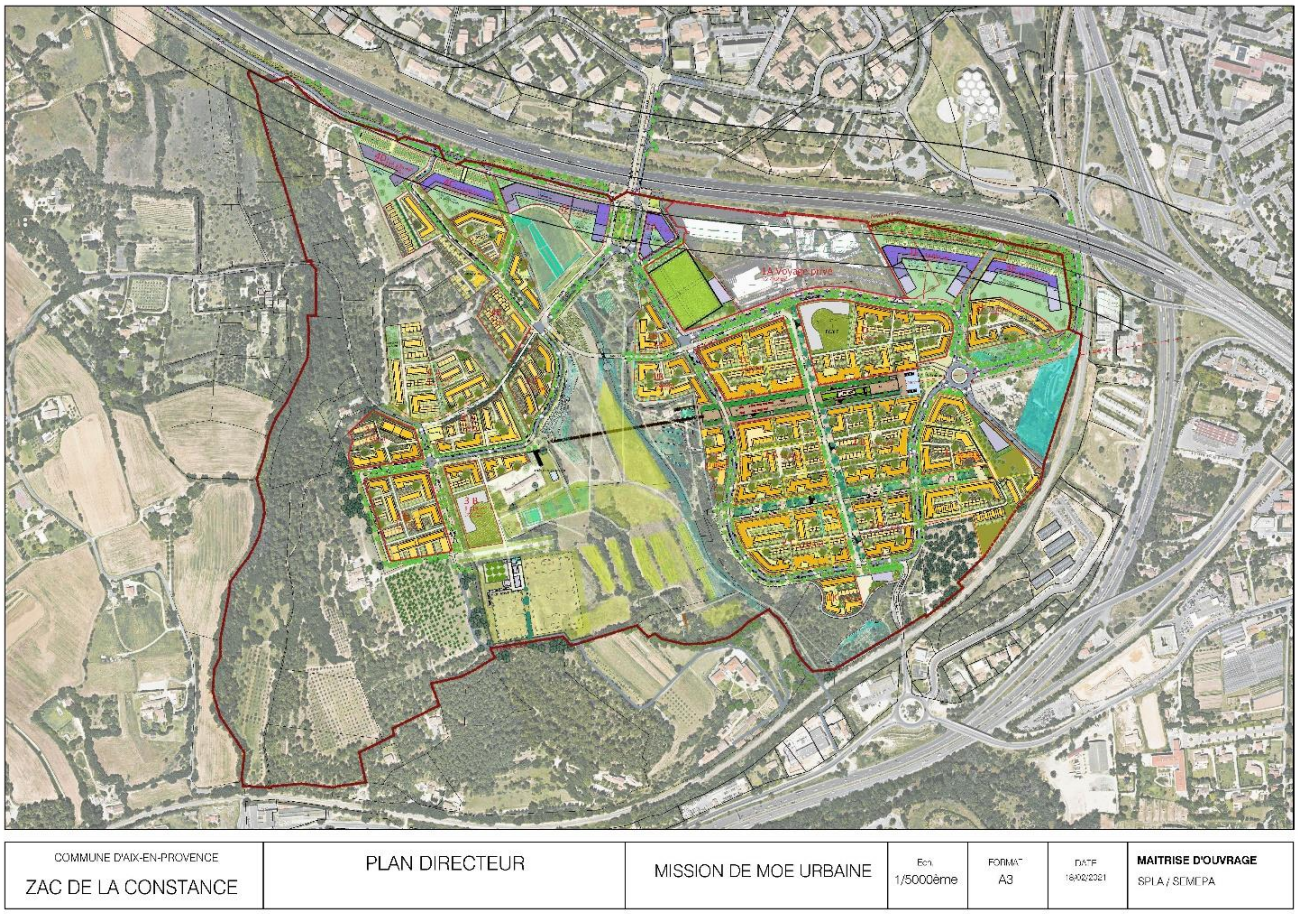
Conformément à la note technique et au guide méthodologique précités, la zone d'étude et le réseau routier étudié seront déterminés par le projet et par le réseau routier subissant, du fait de la réalisation du projet, une variation (augmentation ou diminution) de trafic supérieure à 10% pour les tronçons dont le trafic est supérieur à 5 000 véh/jour à l'horizon de mise en service. Pour les tronçons dont le trafic est inférieur à 5 000 véh/jour, la variation retenue est de 500 véhicules minimum (en valeur absolue). En milieu urbain, la règle des ±10 % peut être appliquée sur l'heure de pointe la plus chargée (HPM ou HPS).

D'après la note technique et le guide méthodologique, une bande d'étude doit être définie. Cette étude se concentre uniquement sur la ZAC de la Constance car ce projet n'impacte pas le trafic extérieur à la ZAC. De plus, les études précédentes n'ont pas défini de bande d'étude.

Au regard des données de trafic, la zone d'étude est un rectangle de 3 km sur 1,5 km de côté, centré sur le projet. L'étude se focalise sur le périmètre de la ZAC de la Constance.

FIGURE 1 –EMPRISE DU PROJET – PLAN DIRECTEUR

Source : Egis



1.3.5 - Polluants étudiés

Conformément à la note technique et au guide méthodologique précités dix polluants sont retenus pour les études, à savoir :

- Les oxydes d'azote – NOx (plus particulièrement le dioxyde d'azote – NO_2) ;
- Les particules PM2.5 et PM10 ;
- Le monoxyde de carbone – CO ;
- Les Composés Organiques Volatils Non Méthaniques – COVNM ;
- Le benzène – C_6H_6 ;
- Le 1,3-butadiène, pris en compte dans l'Évaluation Quantitative des Risques Sanitaires (EQRS) ;
- Le dioxyde de soufre – SO_2 ;
- Trois métaux : l'arsenic – As, le nickel – Ni et le chrome – Cr, pris en compte dans l'Évaluation Quantitative des Risques Sanitaires (EQRS) ;
- Le benzo[a]pyrène, représentant de la famille des Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP).

Il convient d'ajouter 15 HAP (en plus du benzo(a)pyrène) pris en compte dans l'Évaluation Quantitative des Risques Sanitaires (EQRS) :

- Acénaphtène ;
- Acénaphtylène ;
- Anthracène ;

- Benzo(a)anthracène ;
- Benzo(b)fluoranthène ;
- Benzo(k)fluoranthène ;
- Benzo(ghi)pérylène ;
- Chrysène ;
- Dibenzo(a,h)anthracène ;
- Fluorène ;
- Fluoranthène ;
- Indéno(1,2,3-cd)pyrène ;
- Phénanthrène ;
- Pyrène ;
- Benzo(j)fluoranthène.

1.4 - Notions générales sur les polluants atmosphériques

Les polluants atmosphériques sont trop nombreux pour être surveillés en totalité. Certains d'entre eux sont donc choisis parce qu'ils sont caractéristiques d'un type de pollution (industrielle, routière, etc.) et parce que leurs effets nuisibles sur l'environnement et/ou la santé sont avérés.

Ce paragraphe rappelle successivement les sources et les effets sanitaires des principaux polluants atmosphériques puis la réglementation relative à la qualité de l'air ambiant.

1.4.1 - Origine et toxicité des principaux polluants atmosphériques

1.4.1.1 - Les oxydes d'azote (NO_x)

Les oxydes d'azote (NO et NO_2) sont formés lors des processus de combustion, par oxydation de l'azote contenu dans le combustible et par quelques processus industriels. Lors de la combustion, la proportion entre le NO (monoxyde d'azote) et le NO_2 (dioxyde d'azote) varie en fonction du procédé et, notamment, de la température. Le NO, qui est émis majoritairement, s'oxyde en NO_2 et ce, d'autant plus rapidement que la température est élevée. Dans l'air ambiant, le NO_2 est également formé à partir des émissions de NO. Cette transformation chimique est étroitement dépendante de la présence d'ozone.

Les principales sources d'oxydes d'azote sont le transport routier et les installations de combustion. Le pot catalytique a permis depuis 1993, une diminution des émissions des véhicules à essence, mais l'effet reste encore peu perceptible compte tenu de la forte augmentation du trafic et de la durée de renouvellement du parc automobile. De plus, les véhicules diesel, en forte progression ces dernières années, rejettent davantage de NOx que les véhicules essences. Le dioxyde d'azote est un polluant indicateur du transport routier.

Les études épidémiologiques ont montré que les symptômes bronchitiques chez l'enfant asthmatique augmentent avec une exposition de longue durée au NO_2. A des fortes teneurs (supérieures à 200 g/m^3), sur des courtes durées, le dioxyde d'azote est gaz toxique entrainant une inflammation importante des voies respiratoires. Le NO n'est pas considéré comme un polluant nuisible pour la santé.

1.4.1.2 - Le monoxyde de carbone (CO)

Le monoxyde de carbone se forme lors des combustions incomplètes (gaz, charbon, fioul, bois). Ces principales sources sont le trafic routier et le chauffage résidentiel.

Le monoxyde de carbone agit comme un gaz asphyxiant. À des fortes teneurs et en milieu confiné, il se combine avec l'hémoglobine du sang empêchant l'oxygénation de l'organisme. Il peut alors causer des intoxications (maux de tête, vertiges, voire coma) et peut être mortel en cas d'exposition prolongée à des concentrations élevées.

1.4.1.3 - Le dioxyde de soufre (SO_2)

Le dioxyde de soufre est un sous-produit de la combustion du soufre contenu dans les matières organiques. Les émissions de SO_2 sont ainsi directement liées aux teneurs en soufre des combustibles (gazole, fuel, charbon...).

Le dioxyde de soufre est généralement associé à une pollution d'origine industrielle, en raison principalement des consommations en fioul lourd et en charbon de ce secteur.

Le dioxyde de soufre est un irritant des muqueuses, de la peau et des voies respiratoires L'inflammation de l'appareil respiratoire entraine de la toux, une exacerbation de l'asthme, des bronchites chroniques et une sensibilisation aux infections respiratoires.

1.4.1.4 - Les Composés Organiques Volatils Non Méthaniques (COVNM)

Les COVNM regroupent un ensemble de composés formées d'atomes d'hydrogène et de carbone (hydrocarbures), associés parfois à d'autres atomes comme l'azote, le chlore, le soufre, les halogènes (brome, chlore, fluor, etc.), le phosphore ou l'oxygène. Ces composés se caractérisent par une grande volatilité dans les conditions normales de température et de pression.

Ils proviennent des transports et de nombreux procédés industriels (industries chimiques, raffinage de pétrole, stockage et distribution de carburants et combustibles liquides, stockages de solvants, imprimerie, etc.) mais également d'usages domestiques (utilisation de solvants, application de peinture).

Leurs effets sont très divers selon la nature des composés : ils vont de la simple gêne olfactive à une irritation des voies respiratoires, une diminution de la capacité respiratoire, ou des risques d'effets mutagènes et cancérigènes (formaldéhyde, benzène, etc.).

Le **benzène (C_6H_6)** est un Hydrocarbure Aromatique Monocyclique (HAM). Il peut être d'origine naturelle (volcans, feux de forêts, pétrole ou gaz naturel), mais il a surtout une origine anthropique (gaz d'échappement, manufactures, industrie, fumée de tabac). Il est émis majoritairement par le trafic routier, notamment les véhicules à motorisation essence dont les deux roues motorisées.

Le benzène est classé parmi les « cancérogènes certains pour l'homme » (leucémie myéloïde aiguë groupe I, Classification du CIRC). Sa toxicité hématologique par atteinte de la moelle osseuse est connue depuis longtemps. Elle touche toutes les lignées sanguines et peut se manifester par une anémie ou, plus rarement, une polyglobulie (lignée des globules rouges), une leucopénie ou parfois une hyperleucocytose (globules blancs) ou une thrombopénie (plaquettes).

Outre les expositions chroniques par inhalation, il a été retenu pour d'autres types d'effets et d'exposition (exposition aigüe et effets non cancérigènes dans l'exposition chronique).

Le **1,3-butadiène (C_4H_6)** est un gaz incolore, d'odeur légèrement aromatique (semblable à celle de l'essence automobile). Il est présent en faible quantité lors des opérations de raffinage du pétrole, lors des pleins d'essence et de GPL, les gaz d'échappement des véhicules et la fumée des cigarettes. Il se retrouve en quantité plus importante dans l'industrie des matières plastiques (caoutchoucs synthétiques, résines, peintures et revêtements, etc.).

L'exposition aiguë par inhalation massive de ce gaz peut provoquer des irritations respiratoires, oculaires et des signes neurologiques divers pouvant aller jusqu'au coma. Le contact cutané avec ce gaz peut entrainer des brulures par le froid. Une association entre le niveau d'exposition et le risque de mortalité par leucémie est décrite dans l'industrie du styrène-butadiène. Dans l'industrie du 1,3-butadiène monomère, une augmentation significative de la mortalité due aux cancers lymphatiques et hématopoïétiques (relatifs aux organes de formation des cellules du sang) a été rapportée.

1.4.1.5 - Les Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)

Les HAP se forment lors des combustions incomplètes et sont ainsi majoritairement émis par le chauffage (bois, charbon, fioul), par les combustions non maitrisées (déchet vert, barbecue), ainsi que par le trafic routier,

notamment les véhicules diesel et les véhicules à essence non catalysés. Ils peuvent se trouver sous forme gazeuse ou particulaire dans l'air ambiant.

Le **benzo(a)pyrène ($C_{20}H_{12}$)** est formé lors de combustion incomplète ou de la pyrolyse de matériaux organiques. Ainsi, il est présent dans les suies et fumées de toutes origines, dans les gaz d'échappement des moteurs à explosion, dans la fumée de cigarette, etc.

Le benzo(a)pyrène, considéré comme traceur de la pollution urbaine aux HAP, est reconnu comme cancérogène catégorie 1 pour l'homme. Par ailleurs, l'Union européenne l'a classé comme toxique pour la reproduction, catégorie 2 (fertilité et développement).

L'**acénaphtène ($C_{12}H_{10}$)** est un constituant du goudron (environ 0,3 %). Il est utilisé notamment dans la distillation du goudron, la fabrication des plastiques, comme intermédiaire dans la fabrication des teintures et se retrouve dans des insecticides ou des fongicides.

L'acénaphtène peut causer l'irritation de la peau et des yeux. L'ingestion répétée du produit par le rat a des effets hépatotoxiques.

L'**acénaphtylène ($C_{12}H_8$)** est un dérivé de l'acénaphtène. Il entre dans la composition du goudron et de certains plastiques. Il sert également à la fabrication de pigments et de colorants.

L'acénaphtylène est absorbé par les voies respiratoires. Il est irritant.

L'**anthracène ($C_{14}H_{10}$)** est utilisé comme intermédiaire dans la fabrication de matières colorantes et lors de l'élaboration de résines. Il intervient aussi comme diluant dans les insecticides et les fongicides, destinés à la protection du bois. On l'utilise également dans l'électrophotographie et la physique nucléaire. Présents naturellement dans les combustibles fossiles, il se retrouve dans les échappements des moteurs, la combustion du charbon, le raffinage du pétrole, l'asphalte des routes, la fumée du charbon de bois, etc.

L'anthracène est absorbé par inhalation, par ingestion et voie dermique. L'anthracène est un irritant de la peau, des yeux, des muqueuses et du tractus respiratoire.

Le **benzo(a)anthracène (C_8H_{12})** apparaît dans les échappements des moteurs diésel et essence, dans la combustion incomplète du charbon, du pétrole et du bois. Il est aussi présent dans l'asphalte des chaussées.

Le benzo(a)anthracène est suspecté être un cancérogène pour l'homme (groupe 2B – évaluation du Centre Internationale de Recherche sur le Cancer – CIRC).

Le **benzo(b)fluoranthène ($C_{20}H_{12}$)** est lors de la combustion incomplète d'hydrocarbures ou de charbon. Des concentrations élevées atteignant 10 g/kg peuvent être trouvées dans l'asphalte.

Le benzo(b)fluoranthène pourrait être cancérigène pour l'homme suivant le CIRC (classement dans le groupe 2B).

Le **benzo(k)fluoranthène ($C_{20}H_{12}$)** est produit, essentiellement sous forme particulaire, lors de la combustion incomplète d'hydrocarbures, d'huiles moteur ou de charbon. Il se retrouve dans la fumée de cigarettes.

Le benzo(k)fluoranthène pourrait être cancérigène pour l'homme suivant le CIRC (classement dans le groupe 2B).

Le **benzo(ghi)pérylène ($C_{22}H_{12}$)** est produit, principalement lors de la combustion de combustibles fossiles. Il peut être dispersé dans l'environnement lors de feux de forêts ou d'éruptions volcaniques.

En dépit d'accumulations de cette substance pouvant être constatées dans les organismes vivants, le benzo(ghi)pérylène ne semble pas avoir d'effets sur la santé humaine et animale.

Le **benzo(j)fluoranthène ($C_{20}H_{12}$)** est produit lors des combustions incomplètes des combustibles fossiles, du tabac et de la marijuana. On le retrouve dans les huiles usagées, la viande ou le poisson fumé et grillé au gaz.

Le benzo(j)fluoranthène est responsable de tumeurs cutanées, pulmonaires et hépatiques chez l'animal en fonction de la voie d'absorption utilisée. Il peut être cancérogène pour l'homme d'après le CIRC.

Le **chrysène ($C_{18}H_{12}$)** se forme lors de la distillation du charbon, de graisses ou d'huiles. Il est un des principaux HAP émis sous forme de particules par les incinérateurs d'ordures ménagères, des appareils ménagers à gaz naturel et des dispositifs de chauffage domestique au bois. C'est aussi un des produits de la combustion de la cigarette.

Le chrysène est reconnu pour ses effets mutagènes lors d'expositions principalement chroniques.

Le **dibenzo(a,h)anthracène ($C_{22}H_{14}$)** est présent dans les combustibles fossiles. Et se retrouve en particulier dans les échappements des moteurs diésel. Les émissions sont 25 fois plus importantes pour des véhicules munis de pots catalytiques (Hazardous Substances Data Bank – HSDB, 2001).

Le dibenzo(a,h)anthracène est absorbé par inhalation, par ingestion et voie cutanée et atteint principalement le foie, la peau et le système immunologique. Il pourrait être cancérigène pour l'homme et il est ainsi classé dans le groupe 2B par le CIRC.

Le **fluorène ($C_{13}H_{10}$)** est un intermédiaire chimique utilisé dans la fabrication de résines, de teintures et de certains médicaments antidiabétiques et antiarythmiques. Il est présent dans le goudron des revêtements routiers, les effluents de combustions incomplètes : fumée de cigarette, échappement automobile en particulier des moteurs diésel, incinérateurs d'ordures ménagères et raffineries de pétrole.

Le fluorène est absorbé par inhalation, par ingestion et voie cutanée et atteint principalement le foie et le sang.

Le **fluoranthène ($C_{16}H_{10}$)** est un des constituants des goudrons lourds issus du charbon. Il est obtenu, à des fins industrielles, par distillation à haute température d'huile d'anthracène. Il est également formé lors de la combustion incomplète du bois et du fioul. Il est utilisé en revêtement de protection pour l'intérieur des cuves et des tuyaux en acier servant au stockage et à la distribution d'eau potable. Il intervient aussi comme intermédiaire dans la fabrication de teintures notamment fluorescentes et comme stabilisant dans la fabrication de colles époxy. En pharmacie, il sert à synthétiser des agents antiviraux.

Le fluoranthène est absorbé par inhalation, par ingestion et voie cutanée et atteint principalement le foie et les reins.

L'**indéno(1,2,3-cd)pyrène ($C_{22}H_{12}$)** est présent naturellement dans les charbons bitumineux. On le retrouve aussi dans les feuilles de diverses espèces d'arbres, les feuilles de tabac, le terreau et le fumier de cheval ainsi que dans les algues. Il peut être dispersé dans l'environnement lors de feux de forêts ou d'éruptions volcaniques. Les principales sources sont cependant d'origine anthropique : combustion incomplète de bois, de charbon, de carburants utilisés dans les moteurs thermiques, les fours à bois, les incinérateurs d'ordures ménagères. Ce polluant est également présent dans les fumées industrielles, la fumée de cigarette et les aliments grillés au charbon de bois.

L'indéno(1,2,3-cd)pyrène est absorbé par inhalation, par ingestion et voie cutanée et pourrait être cancérigène pour l'homme (Groupe 2B – CIRC).

Le **phénanthrène ($C_{14}H_{10}$)** est essentiellement produit lors d'une mauvaise combustion des hydrocarbures, du bois ou du charbon (inserts, foyers fermés faiblement alimentés en air). Il est utilisé dans la production de colorants, d'explosifs et de produits pharmaceutiques. On en trouve aussi dans la fumée du tabac, les échappements des moteurs thermiques, les viandes grillées au charbon de bois et dans les huiles moteurs usagées.

Le phénanthrène est absorbé par inhalation, par ingestion et voie cutanée et touchent faiblement le foie et les intestins.

Le **pyrène ($C_{16}H_{10}$)** existe dans le goudron de charbon dans une proportion d'environ 2 %. Il est libéré dans l'atmosphère lors de la combustion incomplète de charbon et de produits pétroliers : huile, essence, fioul. Il

est également présent dans le goudron des revêtements routiers, dans la fumée de tabac et les effluents de combustion de déchets.

Le pyrène présente une atteinte rénale chez l'animal pour de l'exposition chronique.

1.4.1.6 - Les particules en suspension

Les particules constituent un mélange complexe de par la variété de leurs compositions chimiques et de leurs tailles. La surveillance réglementaire porte sur les particules PM10 (de diamètre inférieur à 10 µm) et PM2.5 (de diamètre inférieur à 2,5 µm).

Les sources de particules sont multiples. Elles sont émises par la combustion à des fins énergétiques de différents matériaux (bois, charbon, pétrole), le secteur résidentiel et tertiaire, le trafic routier, l'industrie (incinération, sidérurgie), l'agriculture, les chantiers et les carrières. Les particules PM2.5 sont majoritairement formées par les phénomènes de combustion (secteur résidentiel et tertiaire, trafic routier), tandis que les activités mécaniques (secteur agricole, chantier) favorisent la formation des particules de taille plus importante (PM10). Les sources indirectes de particules résultent essentiellement de la transformation chimique des polluants gazeux et des processus de remise en suspension des poussières déposées au sol.

Selon leur granulométrie (taille), les particules pénètrent plus ou moins profondément dans l'arbre pulmonaire. Les particules les plus fines peuvent, à des concentrations relativement basses, irriter les voies respiratoires inférieures et altérer la fonction respiratoire dans son ensemble. De plus, les particules fines peuvent véhiculer des substances toxiques. L'ensemble des particules fines, ainsi que la pollution de l'air extérieur, est classé comme cancérigènes certains (groupe 1) pour l'homme par l'OMS depuis 2016.

1.4.1.7 - Les métaux lourds

Les métaux lourds proviennent majoritairement de la combustion des combustibles fossiles (charbon, pétrole), de la combustion des ordures ménagères, ainsi que de certains procédés industriels (métallurgie des métaux non ferreux notamment).

Dans le cadre des études air et santé des infrastructures de transport routier de niveau I, trois métaux sont retenus : le nickel, l'arsenic et le chrome.

Le **nickel (Ni)** est présent naturellement dans l'environnement. Dans l'industrie, il est principalement émis par la combustion du fioul lourd, qui contient des traces de ce métal, mais aussi par les aciéries électriques dans le but d'améliorer leurs propriétés mécaniques et leur résistance à la corrosion et à la chaleur. Il est également utilisé pour la préparation d'alliages non ferreux (pour la fabrication d'outils, d'ustensiles de cuisine et de ménage), dans les revêtements électrolytiques des métaux et comme catalyseur en chimie organique.

Le nickel, absorbé par voie respiratoire en exposition chronique, provoque un effet inflammatoire sur les muqueuses nasales et les bronches. Le nickel est considéré comme agent potentiellement cancérogène par le CIRC, en revanche les oxydes de nickel sont classés dans le groupe 1, c'est-à-dire reconnus cancérogènes pour l'homme par le CIRC et l'Union européenne. L'exposition aiguë est responsable de troubles digestifs et généraux assez limités, une détresse respiratoire est possible après inhalation. Il n'est pas irritant pour la peau. Le nickel est un sensibilisant cutané (eczéma) et respiratoire (rhinite, asthme), l'inhalation répétée provoque des bronchites chroniques. Le nickel provoque un risque accru de tumeurs de la cavité nasale et des poumons.

L'**arsenic (As**) provient de la combustion de combustibles minéraux solides et du fioul lourd contenants des traces de ce métal, ainsi que de l'utilisation de certaines matières premières utilisées dans la production de verre, de métaux non ferreux ou de la métallurgie des ferreux.

L'arsenic est essentiellement absorbé par voie digestive, mais aussi par voie respiratoire et à un moindre degré par voie cutanée. L'exposition aiguë par ingestion peut provoquer des atteintes digestives parfois graves, des atteintes neurologiques centrale et périphérique, cardiovasculaire, hépatique ou rénale pouvant aller jusqu'à la mort. Par inhalation, on observe une irritation respiratoire et conjonctivale. L'exposition cutanée peut être responsable d'atteintes neurologiques. Des irritations cutanées et de graves brûlures oculaires sont possibles lors de contacts cutanés ou muqueux. Une exposition répétée ou prolongée pourrait entrainer des signes

cutanés, muqueux, phanériens (cheveux, poils et ongles) et des atteintes neurologiques ou hématologiques L'augmentation du nombre de cancers du poumon et de la peau est décrite dans plusieurs études.

Le **chrome (Cr)** provient essentiellement des aciéries électriques et des fonderies de fonte ainsi que de certaines installations de production de verre. Près de la moitié des émissions de chrome en France provient des combustions réalisées dans l'industrie manufacturière, un quart des autres combustions (hors secteur de l'énergie).

Le chrome est principalement absorbé par les voies respiratoires. Il peut également être absorbé de façon négligeable par la peau et les voies digestives. Il existe trois formes de chrome : métal, trivalent et hexavalent. Seul le chrome hexavalent – chrome VI – est toxique, il entraine des inflammations des muqueuses et des ulcères et est cancérigène.

1.4.2 - Réglementation dans l'air ambiant

Les critères nationaux de la qualité de l'air sont définis dans les articles R221-1 à R221-3 du Code de l'Environnement. Les principales valeurs mentionnées dans la réglementation française sont synthétisées dans le Tableau 2.

Les définitions de ces valeurs seuils sont rappelées ci-après.

- **Valeur limite** : niveau 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,
- **Objectif de qualité** : niveau de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère, fixé sur la base des connaissances scientifiques, à atteindre sur une période donnée dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs de ces substances pour la santé humaine ou pour l'environnement,
- **Valeur cible** : niveau à atteindre, dans la mesure du possible, dans un délai donné, et fixé afin d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine ou l'environnement dans son ensemble,
- **Seuil d'information et de recommandation** : niveau de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère, au-delà duquel des effets limités et transitoires sont constatés sur la santé de catégories de la population particulièrement sensibles en cas d'exposition de courte durée,
- **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 et à partir duquel des mesures d'urgence doivent être prises.

TABLEAU 2 – CRITÈRES NATIONAUX DE LA QUALITÉ DE L'AIR

Polluants	Valeurs limites	Objectif de qualité ou valeur cible	Seuils d'information et d'alerte
Dioxyde d'azote NO_2	En moyenne annuelle 40 µg/m³ En moyenne horaire *depuis le 1er janvier 2010* 200 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 18 h par an (P99,8)	En moyenne annuelle 40 µg/m³	En moyenne horaire information et recommendation : 200 µg/m³ alerte : 400 µg/m³ sur 3 h consécutives et 200 µg/m³ si dépassement J-1 et risque pour J+1
Dioxyde de soufre SO_2	En moyenne journalière 125 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 3 j par an (P99,2) En moyenne horaire *depuis le 1er janvier 2005* 350 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 24 h par an (P99,7)	En moyenne annuelle 50 µg/m³	En moyenne horaire information et recommendation : 300 µg/m³ alerte : 500 µg/m³ sur 3 h consécutives
Benzène C_6H_6	En moyenne annuelle 5 µg/m³	En moyenne annuelle 2 µg/m³	
Monoxyde de carbone CO	En moyenne sur 8 heures 10 000 µg/m³		
Particules fines de diamètre inférieur ou égal à 10 µm PM_{10}	En moyenne annuelle *depuis le 1er janvier 2005* 40 µg/m³ En moyenne journalière *depuis le 1er janvier 2010* 50 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 35 j par an (P90,4)	En moyenne annuelle 30 µg/m³	
Particules fines de diamètre inférieur ou égal à 2,5 µm $PM_{2,5}$	En moyenne annuelle 25 µg/m³ depuis 2015	En moyenne annuelle Objectif de qualité : 10 µg/m³ Valeur cible : 20 µg/m³	
Arsenic As		En moyenne annuelle Valeur cible : 6 ng/m³	
Nickel Ni		En moyenne annuelle Valeur cible : 20 ng/m³	
Benzo(a)pyrène		En moyenne annuelle Valeur cible : 1 ng/m³	
Ozone O_3		Objectif de qualité (santé) Max jour de la moyenne sur 8 h 120 µg/m³ Valeur cible (santé) Max jour de la moyenne sur 8 h à na pas dépasser plus de 25 j/an en moyenne sur 3 ans 120 µg/m³	En moyenne horaire information et recommendation : 180 µg/m³ alerte : seuil 1 - 240 µg/m³ sur 3 h consécutives seuil 2 - 300 µg/m³ sur 3 h consécutives seuil 3 - 360 µg/m³

Source : Articles R221-1à R221-3 du Code de l'Envoronnement

2 - CARACTÉRISATION DE L'ÉTAT DE RÉFÉRENCE

La caractérisation de l'état de référence (ou état initial) a pour objectif de fournir une description détaillée de la qualité de l'air et de ses effets dans le domaine d'étude en l'absence de tout projet. Il se composera notamment :

- D'un **inventaire des sources de pollution** sur la base des recensements des principaux émetteurs industriels effectués par la DREAL ;
- D'un **bilan de la qualité de l'air** dans le domaine d'étude sur la base des études et mesures de l'AASQA locale, AtmoSud ;
- D'un **inventaire des établissements vulnérables** (établissements scolaires et de soins notamment) et des lieux vulnérables, ainsi que des populations ;
- De 1 **campagne de mesures in situ** de la qualité de l'air.

2.1 - Populations et lieux vulnérables

Le guide méthodologique sur le volet « air et santé » des études d'impact routières du CEREMA précise qui sont les populations vulnérables :

- Jeunes enfants ;
- Personnes âgées ;
- Enfants ou adultes atteints de problèmes pulmonaires et/ou cardiaques chroniques.

Les établissements vulnérables sont alors mécaniquement réduits :

- Maternités ;
- Crèches, multi-accueil, micro-crèches…
- Écoles maternelles et élémentaires ;
- Accueil d'enfants handicapés ou en réinsertion ;
- Maisons de retraite (EHPA, EHPAD, Résidence autonomie…) ;
- Établissements de soins (hôpitaux, cliniques…).

Ce paragraphe a pour objet d'évaluer les cibles potentielles des émissions polluantes situées dans le domaine d'étude.

Les densités et les populations communales ont été estimées en 2016 sur la base des données de population INSEE les plus récentes disponibles

Les populations situées dans la bande d'étude ont ensuite été déterminées, sous SIG, en interceptant la bande d'étude et les communes avec une clef de répartition spatiale (données d'occupation des sols Open Street Map et orthophotos) afin de localiser les populations sur les zones bâties.

2.1.1 - Densité et population générale

Le projet est localisé sur la commune d'Aix-en-Provence, alternant les zones péri-urbaines et urbanisées.

Les densités de population des IRIS à proximité de l'emprise du projet sont données dans le Tableau 3 et sont représentées sur la Figure 2 pour l'horizon 2016.

Les populations des IRIS retenus sont données dans le Tableau 3.

Sur la base de ces estimations, la population en 2016 située dans l'emprise de la ZAC s'établit à 75 habitants. Le projet est localisé dans une zone peu densifiée avec moins de 1 000 hab/km² en 2016.

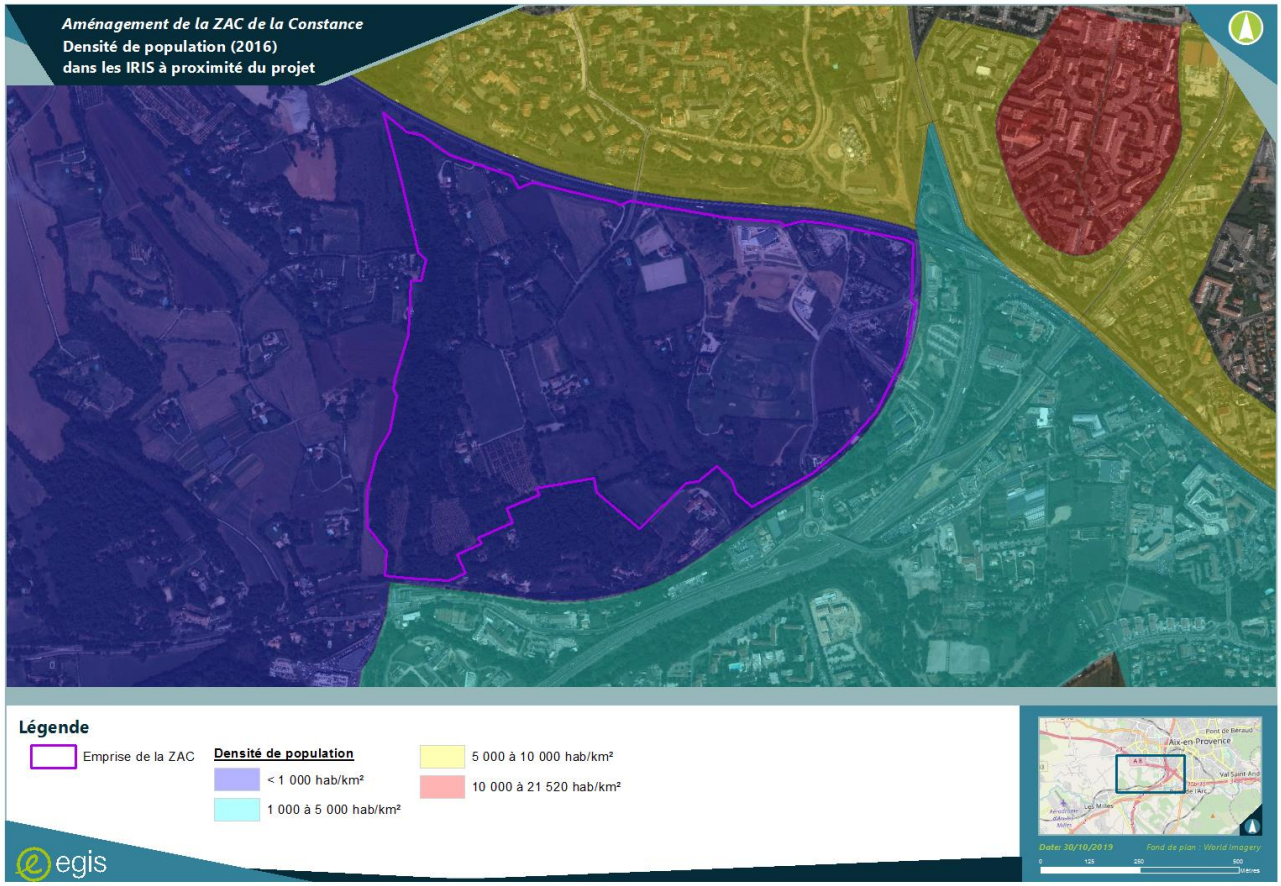
TABLEAU 3 – DENSITÉ DE POPULATION ET POPULATION DES IRIS À PROXIMITÉ DU PROJET

Commune	IRIS	Population de l'IRIS	Population dans le périmètre de la ZAC	Densité de l'IRIS (en hab/km²)
Aix-en-Provence	Arbois partie Est	3 556	75	356
	Beauvalle	2 098	0	7 792
	Encagnane 2	2 161	0	21 520
	Encagnane 3	2 170	0	18 344
	Encagnane 4	1 828	0	9 779
	Jas 1	2 765	0	6 261
	Jas 2	2 091	0	7 147
	Pont de l'Arc La Parade	4 339	0	1 675
SOMME Population et MOYENNE Densité COMMUNE		**21 008**	**75**	**9 109**

Source : INSEE

FIGURE 2 – DENSITÉ DES IRIS À L'HORIZON 2016

Source : Egis



2.1.2 - Établissements vulnérables

Un inventaire des établissements recevant des populations vulnérables (écoles, crèches, hôpitaux, maisons de retraite, *etc.*) a été effectué dans la zone d'étude et ces établissements vulnérables ont été représentés sur la Figure 3. Les populations fréquentant ces établissements sont soumises potentiellement à un risque par **inhalation**.

Sur la base de cet inventaire, 10 établissements vulnérables ont été identifiés à proximité de l'emprise du projet (cf. Tableau 4) :

- 1 crèche ;
- 7 écoles ;
- 2 maisons de retraite.

L'ancienne étude Air et Santé était basée sur la note méthodologique de 2005. Les sites sportifs étaient à prendre en compte et pour rester cohérent avec l'ancienne étude, les sites sportifs repérés restent répertoriés (cf. Tableau 5) :

- 2 terrains de sport ;
- 2 centres équestres ;
- 1 golf.

Remarque : le stade Reynier présenté dans l'étude Air et Santé de 2019 n'est actuellement plus en service et a été délocalisé sur une autre zone de la future ZAC. La carte suivante a donc été réactualisée, avec la nouvelle localisation du stade.

TABLEAU 4 – ETABLISSEMENTS VULNÉRABLES À PROXIMITÉ DE L'EMPRISE DU PROJET

Commune	Type d'établissement	Nom de l'établissement
Aix en Provence	Accueil des jeunes enfants	Crèche Pom d'Happy
	École	École maternelle des Floralies
		École maternelle Giono
		École élémentaire des Floralies
		École élémentaire Arène
		École élémentaire Giono
		École primaire Jules Payot
		École primaire privée La Nativité
	Maison de retraite	Résidence Léopold Cartoux
		Résidence de la Pinede
TOTAL DES ÉTABLISSEMENTS DANS LA ZONE D'ÉTUDE		**10**

Source : FINESS - Sites internet des communes - IGN

TABLEAU 5 – SITES SENSIBLES À PROXIMITÉ DE L'EMPRISE DU PROJET

Commune	Type de sites	Nom du site
Aix en Provence	Centre équestre	Centre équestre la Constance
		Club Hippique Aix Marseille & Ecuries Hubert Noël
	Golf	Aix Golf
	Stade	Nouveau Stade Laurent Reynier
	Tennis	Terrains de tennis (5) Set Club
TOTAL DANS LA ZONE D'ETUDE		**5**

Source : FINESS - Sites internet des communes - IGN

FIGURE 3 – ÉTABLISSEMENTS VULNÉRABLES (AVANT TRAVAUX DE LA ZAC DE LA CONSTANCE)

Source : Egis



2.2 - Émissions polluantes

2.2.1 - Émissions polluantes de la métropole d'Aix-Marseille-Provence

Les données relatives aux émissions polluantes de la région PACA sont issues du site internet d'AtmoSud[5] et des inventaires Géolocalisés Air-cLimat-Energie (CIGALE)[6]. Les émissions de polluants, de GES et la consommation/production d'énergie sont données pour chaque secteur d'activité (agriculture, industrie, résidentiel/ tertiaire, transport et production d'énergie). Ainsi, sur chaque territoire (communal ou à l'échelle de l'EPCI), les sources responsables de la pollution sont identifiées. De plus, la tendance d'évolution de l'ensemble des paramètres peut être visualisée :

- Énergie ;
- Industrie / déchets ;
- Résidentiel ;
- Tertiaire ;
- Agriculture ;
- Transports routiers ;
- Autres transports ;
- Autres (ou « Non inclus »).

L'inventaire d'émission présente l'évolution des émissions sectorielles de 2007 à 2017 pour la métropole d'Aix-Marseille-Provence.

2.2.1.1 - Les oxydes d'azote (NO et NO_2)

Les oxydes d'azote (NOx) regroupent le monoxyde d'azote (NO) et le dioxyde d'azote (NO_2). Ils proviennent essentiellement de la combustion de produits énergétiques et de quelques procédés industriels. Les principaux émetteurs sont les installations de combustion et surtout les véhicules motorisés. D'autres sources, comme les feux de forêts, peuvent aussi contribuer aux émissions. Les NOx interviennent dans la formation des oxydants photochimiques et, par effet indirect, dans l'accroissement de l'effet de serre.

D'après l'application CIGALE, les émissions totales de la métropole d'Aix-Marseille-Provence en NOx s'élèvent en 2017 à 43 648 tonnes, soit 52,7 % des émissions régionales. Le principal secteur émetteur est :

- Le transport routier avec 70 % des émissions. Celles-ci proviennent principalement de la combustion dans les moteurs diesels (poids lourds diesel, utilitaires et véhicules particuliers).

Quatre secteurs se partagent la presque la totalité des émissions (94 %) :

- Le transport routier avec 29 % des émissions. Celles-ci proviennent principalement de la combustion dans les moteurs diesels (poids lourds diesel, utilitaires et véhicules particuliers).
- Autres transports pour 29 % des émissions ;
- L'industrie/déchets pour 22% des émissions ;
- L'énergie avec 14 %.

La Figure 4 illustre la répartition par secteurs d'activités des émissions d'oxydes d'azote en 2017.

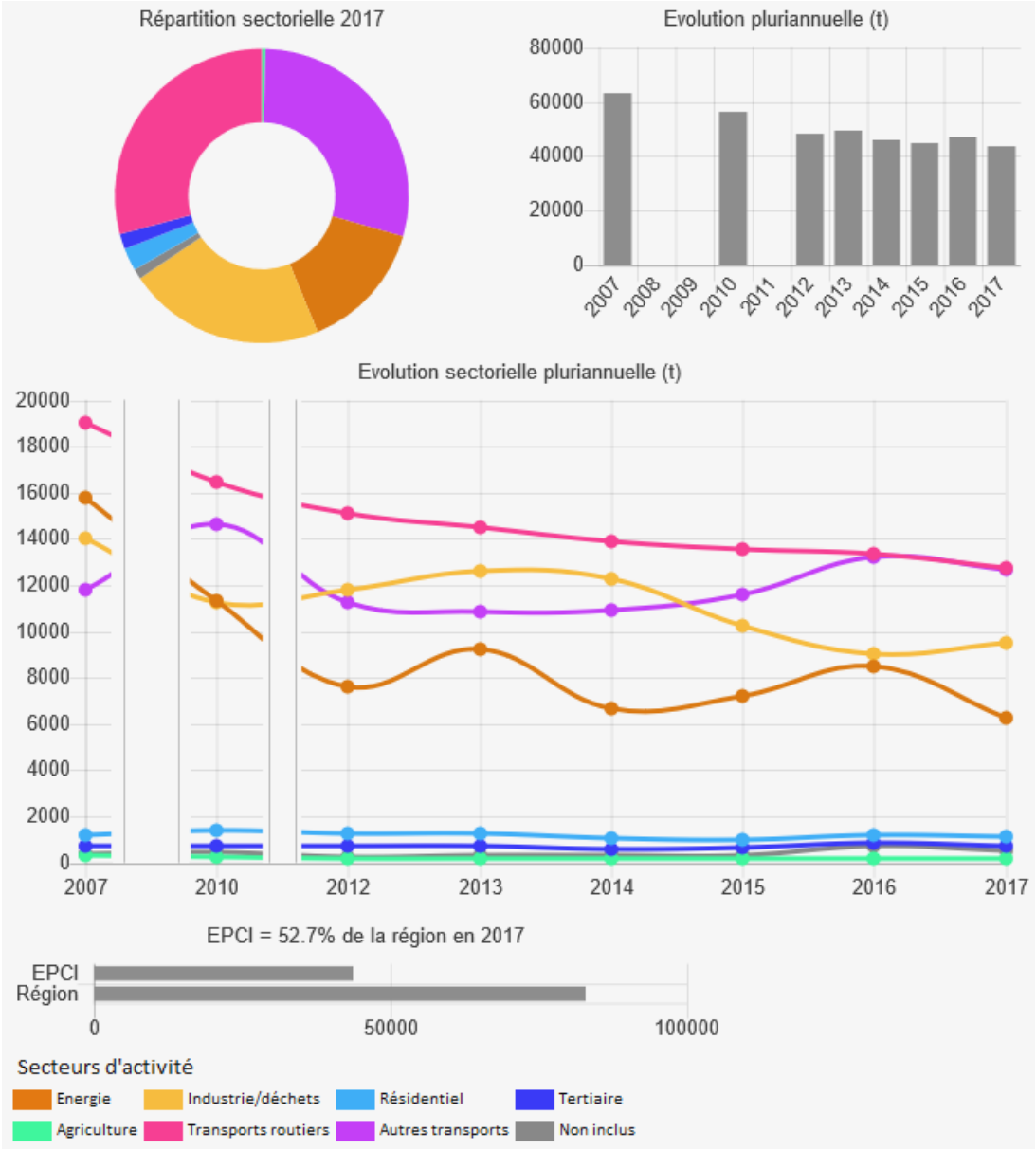
---

[5] *AtmoSud – CIGALE : https://cigale.atmosud.org/*

[6] *L'application CIGALE est réalisée par AtmoSud, dans le cadre de ses missions au sein de l'Observatoire Régional de l'Energie, du Climat et de l'Air. Elle fournit, de la région à la commune, des données annuelles de consommations et de productions d'énergie, d'émissions de polluants atmosphériques et de gaz à effet de serre.*

FIGURE 4 – ÉMISSIONS D'OXYDES D'AZOTE EN 2017 DE LA MÉTROPOLE D'AIX-MARSEILLE-PROVENCE

Source : AtmoSud-CIGALE



Les émissions totales d'oxydes d'azote sont en baisse depuis 2007.

En 2017, la commune d'Aix-en-Provence a émis 7 334,3 kg/m² d'oxydes d'azote.

2.2.1.2 - Le dioxyde de soufre (SO_2)

Les émissions de dioxyde de soufre proviennent principalement de l'utilisation de combustibles fossiles soufrés :

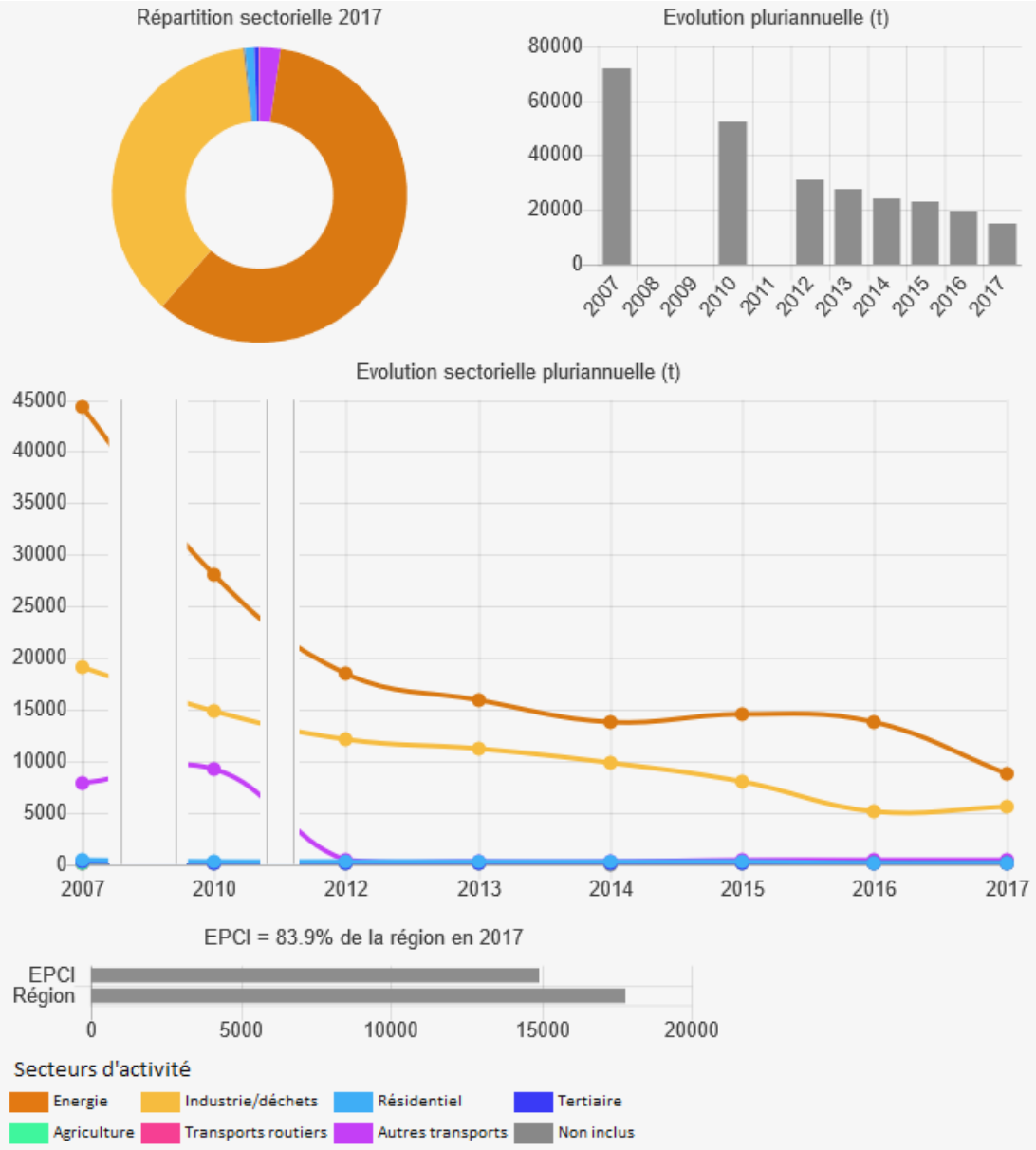
- Charbon ;
- Fuel lourd ;
- Fuel domestique ;
- Coke de pétrole ;
- Gazole.

D'après l'application CIGALE, les émissions totales de la métropole d'Aix-Marseille-Provence en SO_2 s'élèvent en 2017 à 14 928 tonnes, soit 83,9 % des émissions régionales. Les secteurs émetteurs presque exclusifs sont ceux de l'Industrie/déchets et de l'énergie avec 96 % des émissions.

La Figure 5 illustre la répartition par secteurs d'activités des émissions de dioxyde de soufre en 2017.

FIGURE 5 – ÉMISSIONS DE DIOXYDE DE SOUFRE EN 2017 DE LA MÉTROPOLE D'AIX-MARSEILLE-PROVENCE

Source : AtmoSud-CIGALE



Les émissions totales de dioxyde de soufre sont en baisse depuis 2007.

En 2017, la commune d'Aix-en-Provence a émis 168,7 kg/m² de dioxyde de soufre.

2.2.1.3 - Les Composés Organiques Volatils Non Méthaniques (COVNM)

Les COVNM regroupent de très nombreuses substances d'origine anthropique (évaporations des solvants, raffinage, imbrûlés…) ou d'origine naturelle. Les COVNM interviennent dans la formation des oxydants photochimiques (e.g. l'ozone) et indirectement dans l'accroissement de l'effet de serre.

D'après l'application CIGALE, les émissions totales de la métropole d'Aix-Marseille-Provence en COVNM s'élèvent en 2017 à 30 488 tonnes, soit 18,8 % des émissions régionales. Le secteur Non inclus est l'émetteur majoritaire avec 40 % des émissions.

Trois autres secteurs se partagent la presque la totalité des émissions restantes (54 %) :

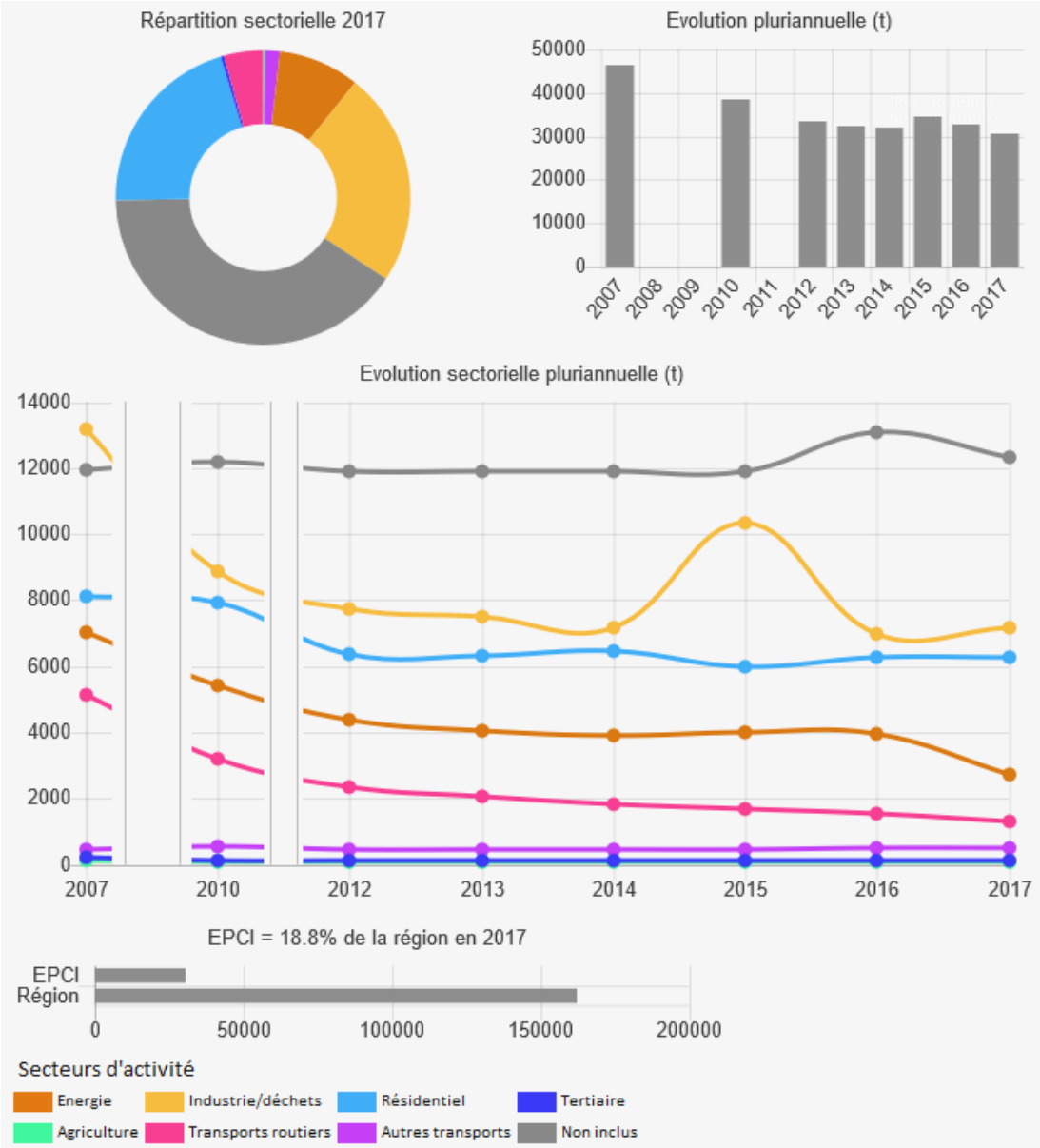
- Le résidentiel pour 21 % des émissions ;

- L'industrie/déchets pour 24 % des émissions ;
- L'énergie pour 9 % des émissions.

La Figure 6 illustre la répartition par secteurs d'activités des émissions de COVNM en 2017.

FIGURE 6 – ÉMISSIONS DE COVNM EN 2017 DE LA MÉTROPOLE D'AIX-MARSEILLE-PROVENCE

Source : ATMO Réunion - CITEPA



Les émissions totales de COVNM sont en baisse de 2007 à 2012 puis ont tendance à stagner jusqu'à 2017.

En 2017, la commune d'Aix-en-Provence a émis 6 874,6 kg/m² de COVNM.

2.2.1.4 - Le monoxyde de carbone (CO)

Ce polluant est issu de la mauvaise combustion des appareils de chauffage et du trafic automobile. On peut ainsi retrouver des quantités importantes d'émissions de monoxyde de carbone lorsqu'un moteur tourne au ralenti dans un endroit clos comme un garage ou lors d'un embouteillage dans un parking souterrain ou un tunnel, ainsi que lors du fonctionnement altéré d'un appareil de chauffage domestique.

D'après l'application CIGALE, les émissions totales de la métropole d'Aix-Marseille-Provence en CO s'élèvent en 2017 à 120 297 tonnes, soit 55,5 % des émissions régionales. Le secteur émetteur majoritaire est celui de l'industrie/déchets avec 62 % des émissions.

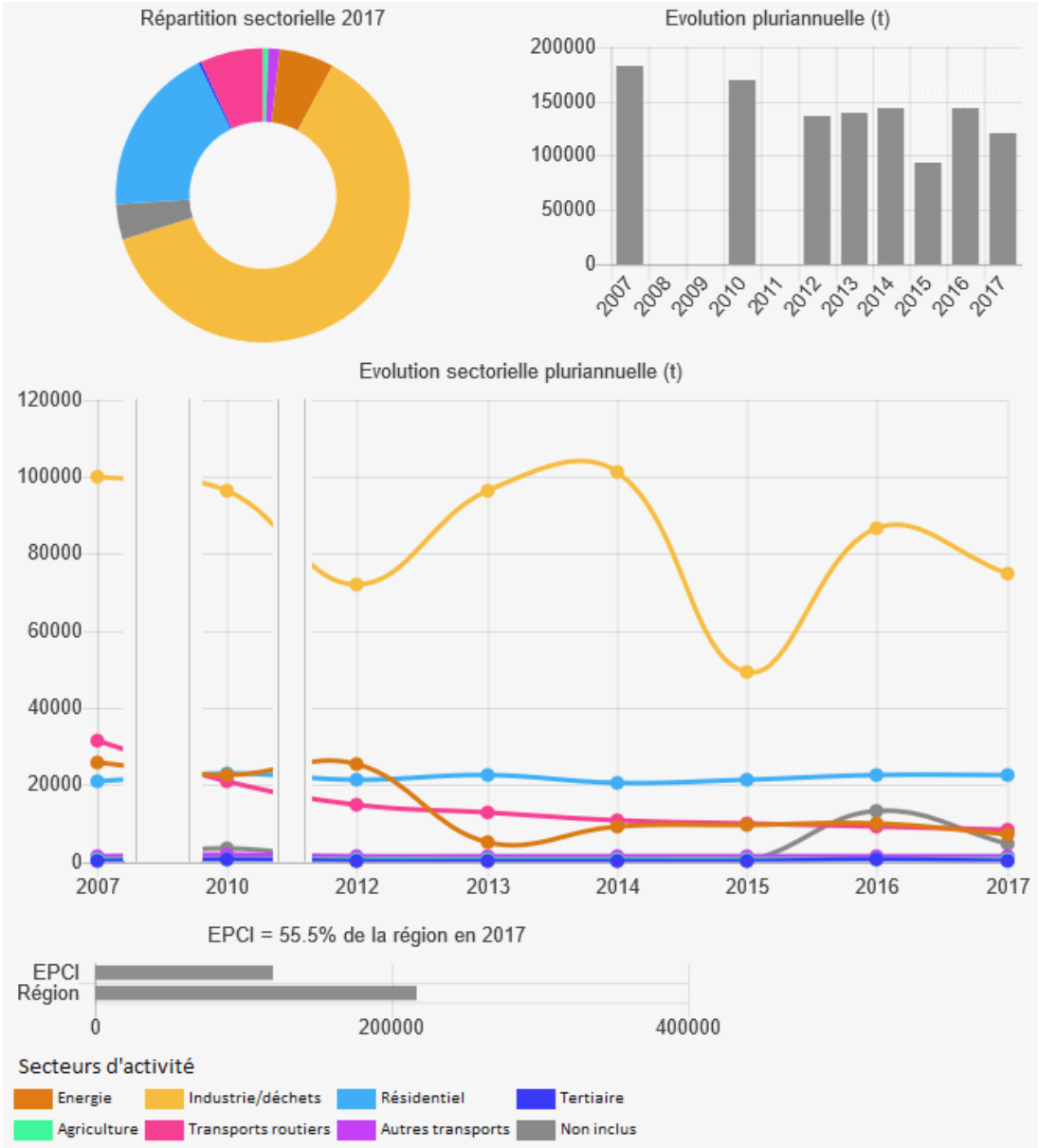
Trois autres secteurs se partagent la presque la totalité des émissions restantes (32 %) :

- Le transport routier pour 7 % des émissions ;
- Le résidentiel pour 19 % des émissions ;
- L'énergie pour 6 % des émissions.

La Figure 7 illustre la répartition par secteurs d'activités des émissions de CO en 2017.

FIGURE 7 – ÉMISSIONS DE MONOXYDE DE CARBONE EN 2017 DE LA MÉTROPOLE D'AIX-MARSEILLE-PROVENCE

Source : ATMO Réunion - CITEPA



Les émissions totales de CO sont en baisse de 2007 à 2012 puis ont des évolutions variables jusqu'à 2017.

En 2017, la commune d'Aix-en-Provence a émis 9 604,3 kg/m² de CO.

2.2.1.5 - Les Particules PM10 et PM2.5

Les particules en suspension sont soit d'origine naturelle (pollens, érosion…), soit d'origine anthropique (activités humaines). Dans ce dernier cas, elles proviennent de l'usure des matériaux ou de la combustion incomplète des combustibles fossiles. En air intérieur, ces particules proviennent essentiellement des activités humaines et notamment de la fumée du tabac.

D'après l'application CIGALE, les émissions totales de la métropole d'Aix-Marseille-Provence en PM10 s'élèvent en 2017 à 7 242 tonnes, soit 36,5 % des émissions régionales. Le secteur industrie/déchets est l'émetteur majoritaire avec 39 % des émissions.

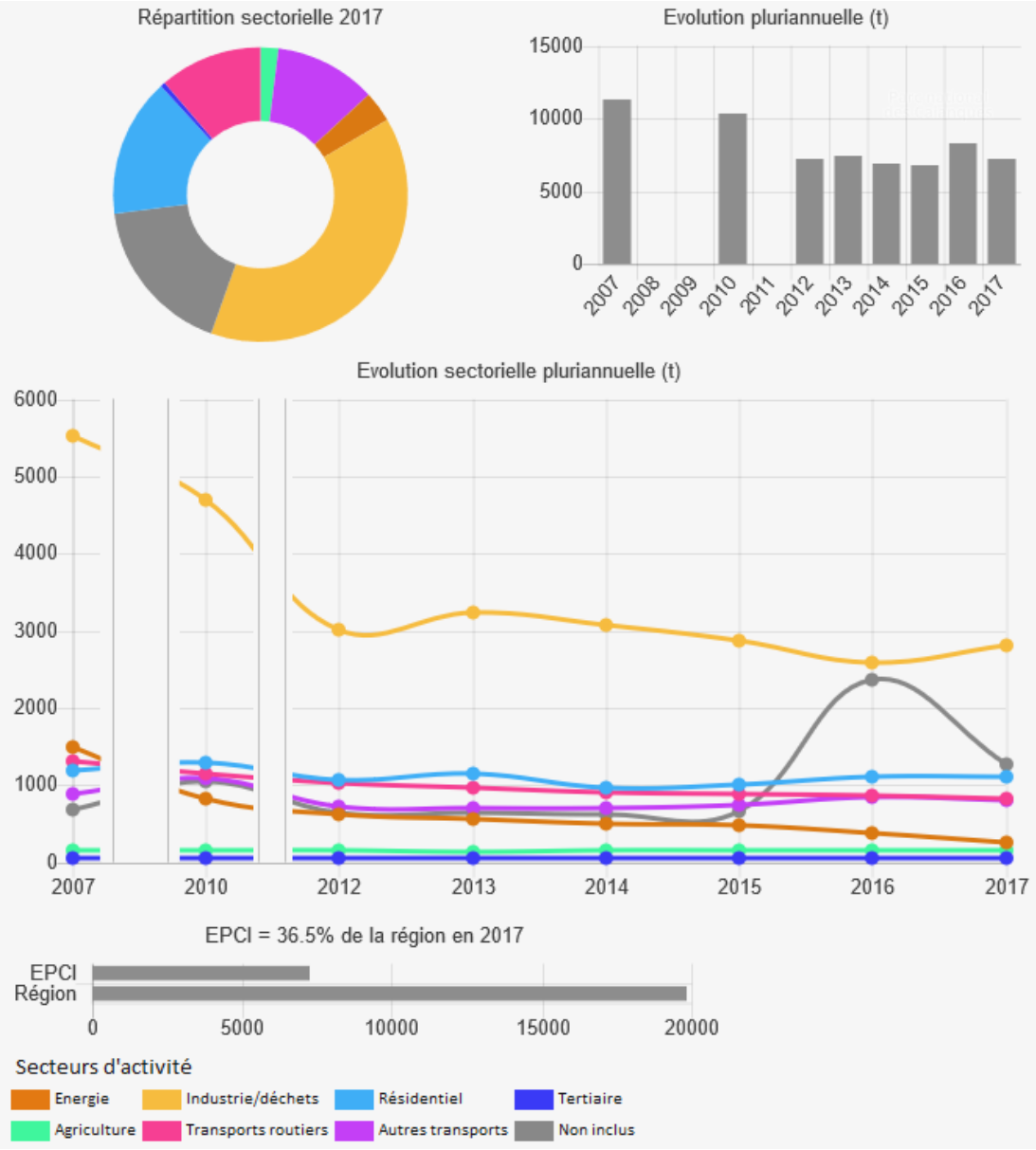
Quatre autres secteurs se partagent la presque la totalité des émissions restantes (49 %) :

- Le résidentiel pour 15 % des émissions ;
- Le secteur non inclue 17 % des émissions ;
- Autres transports pour 11 % des émissions ;
- Le transport routier avec 11 % des émissions.

La Figure 8 illustre la répartition par secteurs d'activités des émissions de PM10 en 2017.

FIGURE 8 – ÉMISSIONS DE PM10 EN 2017 DE LA MÉTROPOLE D'AIX-MARSEILLE-PROVENCE

Source : ATMO Réunion - CITEPA



Les émissions totales de PM10 sont en baisse de 2007 à 2012 puis ont tendance à stagner jusqu'à 2017, avec néanmoins un pic en 2016.

En 2017, la commune d'Aix-en-Provence a émis 1 510,9 kg/m² de PM10.

D'après l'application CIGALE, les émissions totales de la métropole d'Aix-Marseille-Provence en PM2.5 s'élèvent en 2017 à 5 270 tonnes, soit 34,9 % des émissions régionales. Le secteur industrie/déchets est l'émetteur majoritaire avec 31 % des émissions.

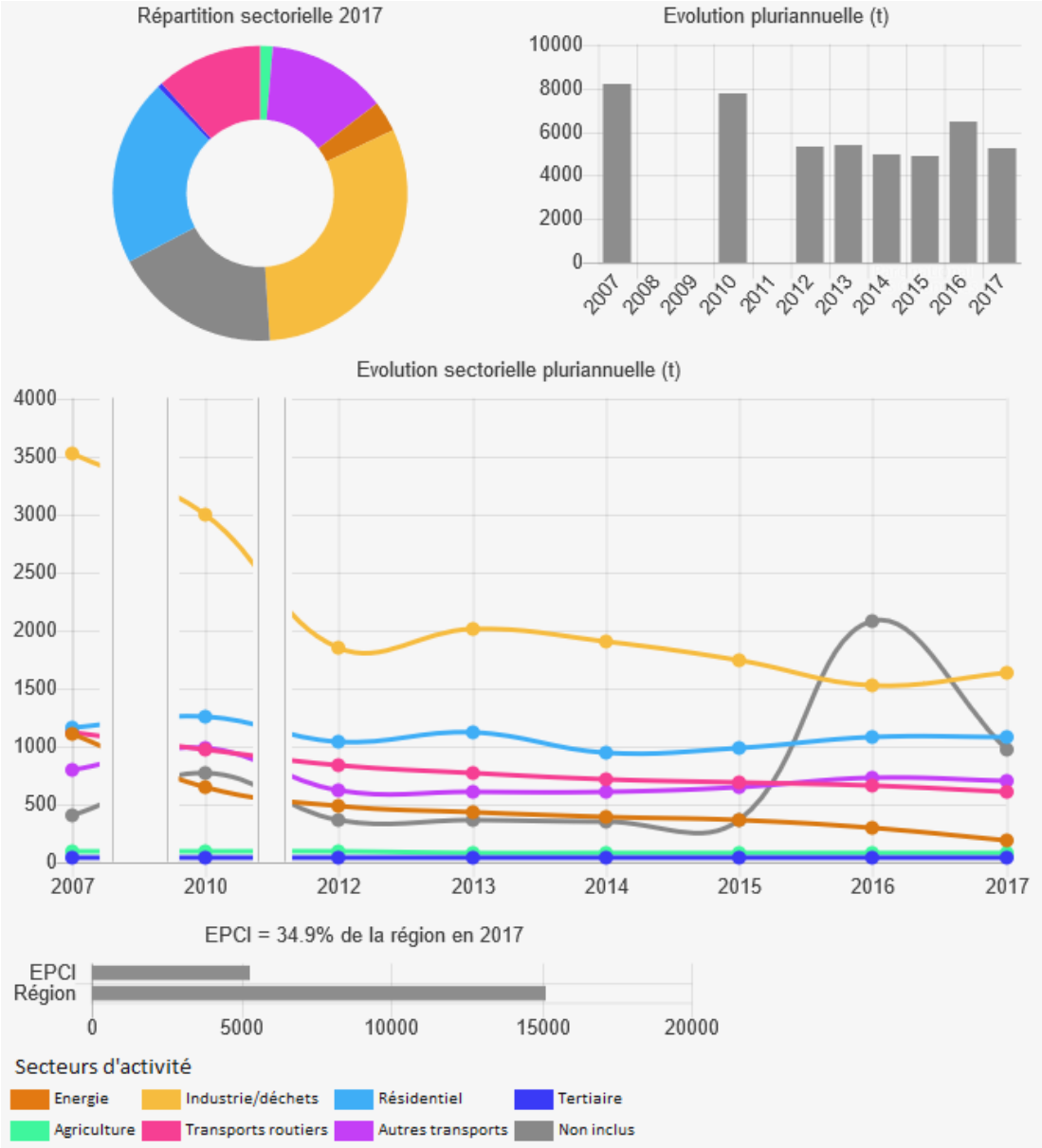
Quatre autres secteurs se partagent la presque la totalité des émissions restantes (64 %) :

- Le résidentiel pour 21 % des émissions ;
- Le secteur non inclue 18 % des émissions ;
- Autres transports pour 13 % des émissions ;
- Le transport routier avec 12 % des émissions.

La Figure 9 illustre la répartition par secteurs d'activités des émissions de PM2.5 en 2017.

FIGURE 9 – ÉMISSIONS DE PM2.5 EN 2017 DE LA MÉTROPOLE D'AIX-MARSEILLE-PROVENCE

Source : ATMO Réunion - CITEPA



Les émissions totales de PM2.5 sont en baisse de 2007 à 2012 puis ont tendance à stagner jusqu'à 2017, avec néanmoins un pic en 2016.

En 2017, la commune d'Aix-en-Provence a émis 1 080,5 kg/m² de PM2.5.

2.2.1.6 - Le benzène (C_6H_6)

Naturellement émis par les volcans et les feux de forêts, le benzène est émis dans les transformations des hydrocarbures (raffineries de pétrole, principalement). Ce polluant provient également de la combustion du carburant des véhicules à essence. La réglementation ayant imposé au 1er janvier 2000 la réduction du taux de benzène de 5 % à 1 % dans les carburants, les concentrations dans l'air ont ainsi été réduites en particulier à proximité des axes routiers les plus importants.

Les émissions de benzène de la métropole d'Aix-Marseille-Provence ne sont pas publiées par l'application CIGALE d'AtmoSud.

2.2.1.7 - Les métaux

Les émissions des métaux proviennent de la combustion imparfaite des combustibles fossiles et des ordures ménagères et aussi de certains procédés industriels.

Les émissions de métaux de la métropole d'Aix-Marseille-Provence ne sont pas publiées par l'application CIGALE d'AtmoSud.

2.2.1.8 - L'ozone (O_3)

L'ozone est un polluant secondaire car il n'est pas directement émis par une source mais produit par des réactions d'autres composés dans l'atmosphère. L'ozone nocif est l'ozone troposphérique formé principalement par photolyse du dioxyde d'azote par le rayonnement solaire.

Les émissions d'ozone de la métropole d'Aix-Marseille-Provence ne sont pas publiées par l'application CIGALE d'AtmoSud.

2.2.2 - Sources d'émissions industrielles dans la zone d'étude

Trois sources d'émissions industrielles, recensées au titre des émissions dans l'air, sont situées dans la commune d'Aix-en-Provence. Seule la chaufferie se situe à proximité de l'emprise du projet à environ 500 m à l'Est.

Au-delà de ces sources industrielles, les trafics routiers et le secteur résidentiel / tertiaire constituent les principales sources d'émissions de polluants atmosphériques dans la zone d'étude.

Les émissions de ces trois sites industriels sont détaillées dans le Tableau 6. Aucun de ces établissements n'émet de polluants recensés par la note technique du 22 février 2019.

TABLEAU 6 – ÉMISSIONS ATMOSPHÉRIQUES INDUSTRIELLES À AIX-EN-PROVENCE

Polluants		Chaufferie ZUP Encagnane *Production et distribution de vapeur et d'air conditionné*	ISDnD de l'Arbois *Administration publique générale*	EAST BALT Aix *Fabrication industrielle de pain et de pâtisserie fraîche*
CO_2 total (d'origine biomasse et non biomasse)	en t *année*	17 400 *2017*	21 900 *2017*	
CO_2 d'origine biomasse	en t *année*	17 400 *2017*	21 900 *2017*	
CO_2 d'origine non biomasse	en t *année*	12 000 *2012*		
Hydroflurocarbures (HFC)	en kg *année*			301 *2017*
Méthane (CH_4)	en t *année*		1 010 *2017*	

Source : Ministère de la transition écologique et solidaire - Géorisques

2.3 - Qualité de l'air

2.3.1 - Surveillance permanente

2.3.1.1 - Réseau de surveillance en PACA

La surveillance permanente de la qualité de l'air en Provence-Alpes-Côte d'azur est réalisée par l'association agréée pour la surveillance de la qualité de l'air (AASQA), AtmoSud. Cette association fait partie du dispositif national de surveillance et d'information de la qualité de l'air, composé de 19 AASQAs, conformément au code de l'environnement (Loi sur l'Air et l'Utilisation Rationnelle de l'Énergie du 30 décembre 1996 codifiée) et à la loi Grenelle II qui a requis leur régionalisation.

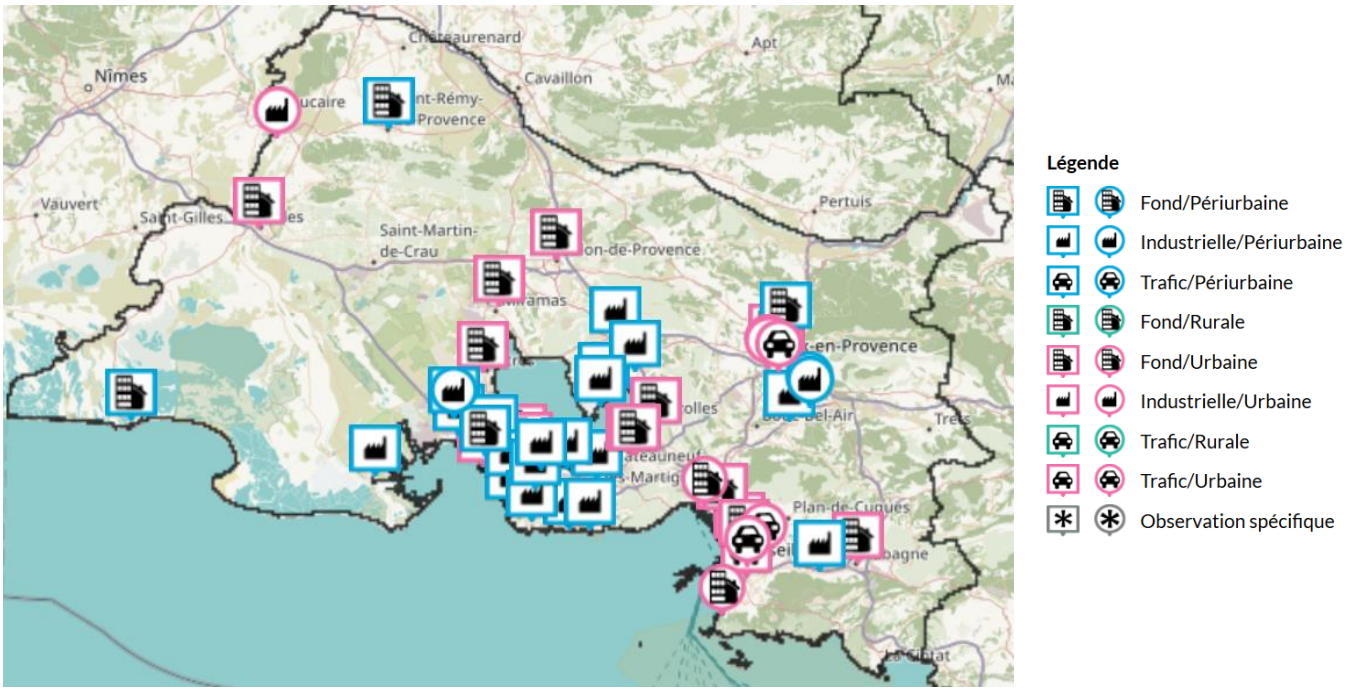
L'association AtmoSud compte 58 sites de mesures fixes et 11 stations mobiles :

- Alpes-de-Haute-Provence – 2 stations fixes de fond ;
- Hautes-Alpes – 1 station fixe trafic ;
- Alpes-Maritimes – 9 stations fixes de fond – 2 stations fixes industrielles – 2 stations fixes trafic – 3 sites de stations mobiles ;
- Bouches-du-Rhône – 17 stations fixes de fond – 20 stations fixes industrielles – 3 stations fixes trafic – 10 sites de stations mobiles ;
- Var – 9 stations fixes de fond – 1 station fixe trafic ;
- Vaucluse – 4 stations fixes de fond – 1 station fixe trafic.

Les stations des Bouches-du-Rhône sont représentées sur la Figure 10.

FIGURE 10 – RÉSEAU DE SURVEILLANCE DE LA QUALITÉ DE L'AIR

Source : AtmoSud – Bouches-du-Rhône



La qualité de l'air varie tout autant que les paysages rencontrés. En fonction de l'environnement, la population n'est pas exposée aux mêmes polluants, ni aux mêmes concentrations :

- Les zones urbanisées – Aix-Marseille, Nice, Toulon et Avignon sont les quatre unités urbaines principales de la région. Trois de ces villes font parties des dix plus grandes de France. La façade côtière est très urbanisée, près de 3 habitants sur 4 vivent à moins de 20 km de la mer. Les niveaux de

concentration des polluants sont assez élevés du fait des nombreuses sources d'émissions d'origine industrielle, résidentielle ou liée aux transports routiers rassemblées en un même territoire.

- Les transports – la région Provence-Alpes-Côte d'azur est un carrefour important du trafic de transit à travers la France, elle compte deux axes majeurs de transit, l'axe nord-sud et l'axe Espagne – France – Italie. La région possède également deux aéroports internationaux, l'Aéroport Marseille Provence à Marignane et l'aéroport Nice Côte d'Azur. Le trafic maritime est également important, en particulier pour les ports de Marseille, Nice et Toulon. Ces différents modes de transport sont fortement utilisés durant toute l'année du fait de l'attractivité touristique de la région (350 000 touristes en moyenne et plus de 800 000 au mois d'août). L'évolution technologique des carburants et des moteurs a permis de diminuer notablement les émissions routières de certains polluants (dioxyde de soufre, monoxyde de carbone, plomb et benzène) mais d'autres émissions persistent voire augmentent (dioxyde d'azote et particules).
- Les industries – de nombreuses et importantes sources de pollution industrielles sont localisées aux abords de l'étang de Berre et impactent l'ensemble des Bouches-du-Rhône et les départements limitrophes. Les substances rejetées dans l'air par les industries sont très nombreuses et seules quelques-unes sont des polluants réglementés dans l'air ambiant, même si d'autres sont potentiellement toxiques.
- Le milieu rural – il regroupe ce qui n'est pas urbain, trafic ou industriel, c'est-à-dire les zones boisées et agricoles, mais aussi les petites agglomérations et les grands espaces montagnards. Ce domaine est d'autant plus sensible aux émissions naturelles qu'il subit moins les émissions d'origine anthropiques hormis celles directement issus de l'agriculture. Les polluants rencontrés en quantité importante diffèrent, pour certains des trois précédents environnements de vie : COVNM (forêts de conifères), méthane, ammoniac et protoxyde d'azote (agriculture).

La région est fortement marquée par le Mistral (qui suit la vallée du Rhône). Vent du nord, froid, sec et violent, il permet de disperser rapidement les épisodes de pollution.

D'après le bilan d'activités 2017 d'AtmoSud, 4% de la population régionale a été exposée au dépassement des normes limites réglementaires et 47% au dépassement des normes de l'Organisation Mondiale de la Santé. Les populations concernées résident en centre-ville, à proximité des grands axes routiers ou des sites industriels. Les multiples sources d'émissions (transport, industrie, résidentiel et tertiaire) conjuguées à un fort ensoleillement exposent la région à une pollution photochimique parmi les plus élevées d'Europe.

Au niveau régional, l'année 2017 a été marquée par :

- 35 jours de pollution aux particules fines,
- 16 jours de pollution à l'ozone.

Le département des Bouches-du-Rhône reste le plus touché par ces épisodes de pollution.

Le site AtmoSud répertorie des études de qualité de l'air spécifiques sur la commune d'Aix-en-Provence :

- Surveillance de la qualité de l'air autour de la chaufferie d'Encagnane du 1er février au 26 juin 2018[7] :

  L'objectif de cette campagne était de mieux connaitre l'influence de la chaufferie sur la qualité de l'air du secteur et d'évaluer l'exposition des populations dans cet environnement et sous les vents du panache de l'installation.

  Les résultats ont montré que la qualité de l'air de ces quartiers est principalement influencée par la circulation automobile avec notamment les autoroutes à proximité. La chaufferie a tout de même un impact sur la qualité de l'air selon le type de polluant étudié notamment le dioxyde d'azote.

---

[7] *https://www.atmosud.org/fiche-etude/surveillance-de-la-qualite-de-lair-autour-de-la-chaufferie-dencagnane-aix*

- Campagne de mesure – état initial – autour de la ligne B du BHNS sur Aix du 1er mars 2016 au 31 décembre 2016[8]:

L'objectif de cette étude a été d'évaluer l'impact environnemental du projet du Bus à Haut Niveau de Service (ligne B), à Aix-en-Provence. De plus, l'étude a permis de mieux connaitre l'impact environnemental lié à des infrastructures routières et de disposer des éléments nécessaires à la concertation et aux études d'insertion urbaine et de maîtrise d'œuvre.

Les résultats en air ambiant montrent que la valeur limite pour le dioxyde d'azote (40 µg/m^3/an) est dépassée sur les grands axes et les pénétrantes d'Aix. Dans l'environnement de ces voiries à fort trafic, les teneurs en dioxyde d'azote décroissent jusqu'à atteindre le niveau ambiant des quartiers.

En air intérieur, dans les salles des crèches échantillonnées, les concentrations de dioxyde d'azote sont légèrement inférieures, voire égales au seuil de la valeur guide en air intérieur (20 µg/m^3).

L'aménagement de la voirie du BHNS et sa mise en service auront une influence sur le trafic aixois. Ces reports de trafic pourront influer sur la qualité de l'air et être évalués ultérieurement notamment sur les grands boulevard et avenues, et sur l'air des quartiers.

- Scénarisation du réaménagement de la jonction A8/A51 du 1er janvier 2015 au 31 décembre 2015[9] :

L'évaluation de ces projets, a été réalisée par Air PACA, en partenariat avec la CPA (directions des Transports et de l'Environnement). Plusieurs scénarios en terme de qualité de l'air par rapport aux aménagements et échangeurs envisagés entre les autoroutes A51 et A8 ont été étudiés.

Les calculs réalisés ont montré que l'influence sur la pollution de la création de l'échangeur entre l'autoroute A51 Nord et l'autoroute A8 Ouest est relativement faible.

- P-AIR – Particle – Atmospheric Intelligent Research du 1er janvier 2013 au 31 décembre 2016[10] :

Le projet consistait à développer un analyseur de pollution particulaire déplaçable, peu couteux et venant en complément des stations fixes réglementaires de la qualité de l'air.

Le projet P-AIR développera plusieurs valeurs :

- L'outil P-AIR lui-même avec les capteurs, le réseau et la cartographie ;
- L'amélioration des connaissances sur les sources des particules ;
- Des applications web et smart phone (diffusion de l'information).

2.3.1.2 - Indice ATMO

L'indice de la qualité de l'air est destiné à qualifier globalement, chaque jour, la qualité de l'air d'une ville ou d'une agglomération. Il est dénommé Indice ATMO lorsqu'il concerne les agglomérations de plus de 100 000 habitants et qu'il répond à tous les critères de calcul définis par l'arrêté ministériel du 22 juillet 2004 entré en vigueur au 1er janvier 2005. L'indice ATMO est calculé pour les agglomération de l'Est des Bouches-du-Rhône.

Cet indice est calculé à partir des concentrations en polluants relevées sur les stations urbaines et périurbaines représentatives de zones de pollution homogène. Son calcul fait intervenir quatre polluants :

- Les particules fines de diamètre inférieur à 10 µm (PM10) ;
- Le dioxyde d'azote (NO_2) ;
- L'ozone (O_3) ;
- Le dioxyde de soufre (SO_2).

---

[8] *https://www.atmosud.org/fiche-etude/campagne-de-mesure-etat-initial-autour-de-la-ligne-b-du-bhns-sur-aix-0*

[9] *https://www.atmosud.org/fiche-etude/aix-en-provence-scenarisation-du-reamenagement-de-la-jonction-a8a51*

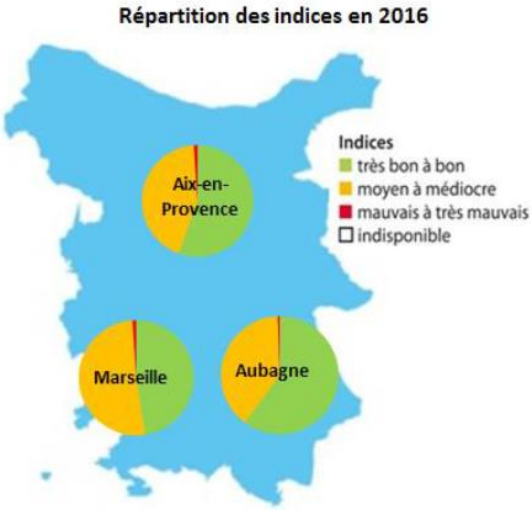
[10] *https://www.atmosud.org/fiche-etude/p-air-particle-atmospheric-intelligent-research*

Comme tout indicateur, l'indice présente des limites. Il ne peut être représentatif de situations particulières et des pointes de pollution qui peuvent être rencontrées au voisinage immédiat de sources (trafic routier ou industrie).

La qualité de l'air a été bonne globalement 1 jour sur 2 à Aix-en-Provence en 2016. Quatre journées de mauvaise qualité de l'air ont été répertoriées à Aix-en-Provence (*cf.* Figure 11)

FIGURE 11 – INDICE ATMO DE L'EST DES BOUCHES-DU-RHÔNE EN 2016

Source : AirPACA - Éléments de la qualité de l'air et spécificités sur la Métropole Aix-Marseille-Provence et ses Conseils de territoires – 14 septembre 2017



Remarque : Depuis le 1er Janvier 2021, l'indice ATMO a été révisé.

Les modifications principales de ce nouvel indice ATMO concernent la prise en compte des PM2.5. De plus, ses seuils sont alignés sur ceux choisis par l'Agence européenne pour l'environnement. Enfin, il permet de fournir une prévision calculée à l'échelle de chaque établissement public de coopération intercommunale (EPCI), 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.

L'échelle évolue aussi :

- le niveau Très bon disparaît,
- Le niveau Extrêmement mauvais fait son apparition.
- Le code couleur s'étend désormais du bleu (bon) au magenta (extrêmement mauvais).

FIGURE 12 – NOUVEAU CODE COULEUR DE L'INDICE ATMO



2.3.1.3 - Surveillance permanente dans la zone d'étude ou à proximité

Trois stations de mesures permanentes sont installées sur la commune d'Aix-en-Provence, **en dehors de la zone d'étude** :

- 1 station de type urbain : Aix École d'Art située au centre-ville d'Aix-en-Provence (mesure des polluants suivants : O_3, NO_2, PM10, PM2.5) ;
- 1 station de type périurbain : Aix Les Platanes située en périphérie Nord d'Aix-en-Provence (mesures du polluant suivant : O_3) ;
- 1 station de type trafic : Aix Roy René située au centre-ville d'Aix-en-Provence (mesures des polluants suivants : PM10, NO_2).

Les teneurs moyennes annuelles 2019 (dernière année renseignée) des polluants mesurés par cette station, en dioxyde d'azote, PM10, de l'ozone et le benzo(a)pyrène (moyenne annuelle de 2011) sont synthétisées dans le tableau ci-après et comparées aux valeurs limites en moyennes annuelles. Le Tableau 8 présente les moyennes annuelles 2011 des autres HAP. Parmi les HAP, seul le benzo(a)pyrène est réglementé.

Sur ces stations, les teneurs moyennes annuelles mesurées respectent les valeurs limites pour l'ensemble de ces polluants.

TABLEAU 7 - TENEURS MOYENNES ANNUELLES POUR LES STATIONS ATMOSUD RETENUES EN 2019

Polluants		Aix Ecole d'Art	Aix Les Platanes	Aix Roy René	Valeurs limites	Objectif de qualité
		Urbain	Périurbain	Trafic	en moyenne annuelle	
Dioxyde d'azote (NO_2)	µg/m³	23		39	40	40
PM_{10}	µg/m³	19		25	40	30
$PM_{2,5}$	µg/m³	10,5			25	10
Benzo(a)pyrène	ng/m³	0,38 *(2011)*				1 *(valeur cible)*
Ozone	µg/m³		59			120 - maximum journalier de la moyenne sur 8 h *(seuil de protection de la santé)*

Source : ATMOSud

TABLEAU 8 – TENEURS MOYENNES ANNUELLES EN HAP (HORS BENZO(A)PYRÈNE) POUR LA STATION AIX ECOLE D'ART - 2011

Polluants		Aix Ecole d'Art
		Urbain
Benzo(e)pyrène	ng/m³	0,34 *2011*
Chrysène	ng/m³	0,48 *2011*
Benzo(b)fluoranthène	ng/m³	0,46 *2011*
Benzo(a)anthracène	ng/m³	0,33 *2011*
Indeno(1,2,3-cd)pyrène	ng/m³	0,31 *2011*
Benzo(k)fluoranthène	ng/m³	0,21 *2011*
Benzo(ghi)préylène	ng/m³	0,4 *2011*
Dibenzo(ah)anthracène	ng/m³	0,04 *2011*
Benzo(j)fluoranthène	ng/m³	0,31 *2011*

Source : ATMOSud

FIGURE 13 – LOCALISATION DES STATIONS ATMOSUD ET DES STATIONS MÉTÉO FRANCE

Source : AtmoSud – Météo France



2.3.2 - Documents de planification pour l'air et la santé

La zone d'étude est soumise à des outils de planification au niveau régional et local concernant la qualité de l'air et la santé. Ces outils fixent des orientations et/ou des actions pour limiter et prévenir la pollution atmosphérique :

- Le Schéma Régional Climat, Air, Énergie de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur (SRCAE) [11] ;
- Le Plan de Protection de l'Atmosphère (PPA) ;
- Le Plan national de Réduction des Émissions de Polluants Atmosphériques (PREPA) ;
- Le Plan Climat Air Énergie Territorial d'Arles (PCAET) ;

Et la santé :

- Le Plan Régional Santé Environnement 3 de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur (PRSE3) ;
- Le Plan National Santé Environnement (PNSE 3).

On peut aussi noter la mise en place du Schéma Régional d'Aménagement de Développement Durable et d'Egalité des Territoires (SRADDET) de la région PACA qui propose un nouveau modèle d'aménagement du territoire en coordonnant l'action régionale dans onze domaines définis par la loi, en incluant notamment la lutte contre le changement climatique et la pollution de l'air.

2.3.2.1 - Le Schéma Régional Climat, Air, Énergie de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur (SRCAE)

Le Schéma Régional du Climat, de l'Air et de l'Énergie (SRCE) a été créé par l'article 68 de la loi Grenelle 2. Il est régi par les articles L.222-1, 2 et 3 du code de l'environnement. Il remplace le Plan Régional de la Qualité de l'Air (PRQA) instauré par la loi du 30 décembre 1996 (loi LAURE).

Élaboré sous l'égide du Préfet de Région et du Président du Conseil Régional, il fixe notamment, à l'échelon du territoire régional et aux horizons 2020 et 2050, les orientations permettant de prévenir ou de réduire la pollution atmosphérique ou d'en atténuer les effets afin d'atteindre les normes de qualité de l'air mentionnées à l'article R.221-1 du code de l'environnement.

Le conseil régional Provence-Alpes-Côte d'Azur a approuvé le SRCAE le 28 juin 2013. Le Préfet de la région a arrêté le SRCAE le 17 juillet 2013.

Le SRCAE pose un certain nombre d'objectifs :

- Des objectifs sectoriels présentés dans le Tableau 9 ;
- Des objectifs de développement des énergies renouvelables ;
- Des objectifs de réduction des émissions de gaz à effet de serre présentés dans le Tableau 10;
- Des objectifs de réduction des émissions de polluants atmosphériques :
  - -30 % des émissions de PM2.5 pour 2015 (par rapport à l'année de référence 2007)
  - -40 % des émissions de NOx d'ici 2020 (par rapport à l'année de référence 2007)
- Des objectifs régionaux pour 2050 : -75 % d'émissions de gaz à effet de serre, -50 % de consommation totale d'énergie et 67 % de part de renouvelable dans la consommation finale d'énergie.

Le Tableau 9 présente les objectifs sectoriels du SRCAE Provence-Alpes-Côte d'Azur et le Tableau 10 les objectifs de réduction des émissions de gaz à effet de serre.

---

[11] Le SRCAE, crée par l'article 68 de la loi Grenelle 2, remplace le PRQA, instauré par la LAURE.

TABLEAU 9 – OBJECTIFS SECTORIELS DU SRCAE PROVENCE-ALPES-CÔTE D'AZUR

Transports et urbanisme		➢ **Doublement** de la part modale des **transports en commun** d'ici 2030
		➢ Les modes actifs **(vélo, marche)** représentent **50% des déplacements dans les centres urbains** en 2030
		➢ L'augmentation de la population est principalement localisée dans les **pôles déjà urbanisés**
		➢ 8% de **véhicules électriques et hybrides** en 2030
		➢ **Doublement** des parts modales **fer et fluvial** pour le transport de marchandises
Bâtiments		➢ Rythme de **50 000 logements** totalement rénovés par an
		➢ Remplacement de **25% des systèmes de chauffage électrique et fioul** d'ici 2025
		➢ Réhabilitation de **3% des surfaces tertiaires** par an
Industrie		➢ Mobilisation de **50% du potentiel d'efficacité énergétique** estimé d'ici 2020 et 100% à 2030

TABLEAU 10 – OBJECTIFS DE RÉDUCTION DES ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE DU SRCAE PROVENCE-ALPES-CÔTE D'AZUR

Emissions de GES	2020		2030	
	ktCO2eq	% du total	ktCO2	% du total
Maîtrise de la demande en énergie				
Industrie	2020	31%	3653	30%
Transport	1129	18%	2580	21%
Résidentiel	1413	22%	2143	18%
Tertiaire	466	7%	749	6%
TOTAL MDE	**5028**	**78%**	**9125**	**76%**
Emissions non énergétiques				
TOTAL GES non énergétiques	300	5%	600	5%
Energies renouvelables (développement additionnel)				
TOTAL ENR	**1112**	**17%**	**2306**	**19%**
TOTAL émissions de GES évitées (tCO2eq)	**6439**	100%	**12031**	100%
Objectifs de diminution des émissions de GES par rapport à 2007	**-20%**		**-35%**	

2.3.2.2 - Le 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, des Plans de Protection de l'Atmosphère (PPA) doivent être élaborés dans toutes les agglomérations de plus de 250 000 habitants et dans les zones où les valeurs limites et les valeurs cibles sont dépassées ou risquent de l'être. 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 objectif de réduire les émissions de polluants atmosphériques et de maintenir ou ramener dans la zone du PPA concernée les concentrations en polluant à des niveaux inférieurs aux normes fixées à l'article R. 221-1 du code de l'environnement.

Le Préfet des Bouches-du-Rhône a signé le 17 mai 2013 l'arrêté préfectoral portant l'approbation du Plan de Protection de l'Atmosphère révisé.

Le PPA prévoit un ensemble de mesures à mettre en œuvre pour améliorer la qualité de l'air sur le territoire des Bouches-du-Rhône. Il compte 37 mesures multi-sectorielles (7 actions Industrie, 23 actions Transport, 5 actions Résidentiel/Tertiaire/Agriculture, 2 actions transversales).

- Les actions règlementaires (20) : Ces mesures constituent le cœur du PPA, elles ont vocation à être déclinées et précisées par des arrêtés préfectoraux ou municipaux une fois le PPA approuvé. Elles relèvent de la compétence des préfets ou des maires ;
- Les actions volontaires et incitatives (15) : Ces actions ont pour but, sur la base du volontariat, d'inciter les acteurs – qu'il s'agisse d'industriels, de collectivités ou de citoyens – à mettre en place des actions de réduction de leurs émissions de polluants atmosphériques ;
- Les actions d'accompagnement (2) : Ces mesures visent à sensibiliser et à informer la population, ou à améliorer les connaissances liées à la qualité de l'air sur la zone du PPA.

Ces actions visent à réduire l'exposition des populations pour les 5 polluants ou famille de polluants règlementés ciblés par le PPA à savoir le dioxyde de soufre (SO_2), les oxydes d'azotes (NO_X), les particules en suspension (PM), l'ozone (O_3) et les Composés Organiques Volatiles (COV) dont le benzène. Néanmoins les objectifs de réduction des émissions chiffrés ne s'appliquent qu'aux 3 polluants prioritaires pour lesquels des dépassements réguliers de valeurs limites sont observés :

- Les oxydes d'azote – NO_X
- Les particules en suspension de diamètre inférieur à 10 µm – PM10
- Les particules en suspension de diamètre inférieur à 2.5 µm – PM2.5

Dans le Plan de Protection de l'Atmosphère, les objectifs de réduction des émissions ont été initialement fixés à l'horizon 2015 sur la base de l'année de référence 2007. Toutefois, les actions locales ayant commencé à être mise en œuvre en 2013, une mise à jour des objectifs de réduction des émissions à l'horizon 2020 a été réalisée par AtmoSud en 2015. Le Tableau 11 présente les objectifs de réduction attendus dans le cadre du scénario « tendanciel + PPA ». [12]

TABLEAU 11 – OBJECTIFS DE RÉDUCTION DES ÉMISSIONS DU PPA DES BOUCHES DU-RHÔNE AUX HORIZONS 2015 ET 2020

Source : AtmoSud – Évaluation du Plan de Protection de l'Atmosphère des Bouches-du-Rhône 2013-2018

ZONE PPA13	Evolution 2007 –2015			Evolution 2007 – 2020		
Secteur	PM10	PM2.5	NO_X	PM10	PM2.5	NO_X
Industrie (tendanciel + PPA)	-6 %	-5 %	-7 %	-13 %	-11 %	-19 %
Transports (tendanciel + PPA)	-9 %	-13 %	-20 %	-13 %	-14 %	-27 %
Res/Ter/Agri (tendanciel + PPA)	-7 %	-9 %	-2 %	-13 %	-13 %	-1 %
Total gain (tendanciel + PPA)	**-22 %**	**-28 %**	**-29 %**	**-39 %**	**-39 %**	**-47 %**
Actions PPA seules	-9%	-9 %	-8 %	-	-	-
Objectifs Nationaux (Grenelle)	-30 %	-30 %	-40 %	-	-	-

2.3.2.3 - Le Plan national de Réduction des Émissions de Polluants Atmosphériques (PREPA)

Le PREPA[13] 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. Il combine les différents outils de politique publique : réglementations sectorielles, mesures fiscales, incitatives, actions de sensibilisation et de mobilisation des acteurs, action d'amélioration des connaissances.

---

[12] *AtmoSud – Évaluation du Plan de Protection de l'Atmosphère des Bouches-du-Rhône 2013-2018*

[13] *Ministère de la Transition écologique et solidaire - https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/politiques-publiques-reduire-pollution-lair#e0*

Tels que prévu par l'article 64 de la Loi relative à la Transition Énergétique pour la Croissance Verte (LTECV), le PREPA est composé :

- D'un décret fixant les objectifs chiffrés de réduction des émissions des principaux polluants à l'horizon 2020, 2025 et 2030 ;
- D'un arrêté établissant pour la période 2017-2021, les actions prioritaires retenues et les modalités opérationnelles pour y parvenir.

L'élaboration du plan s'appuie sur l'étude « aide à la décision pour l'élaboration du PREPA réalisée entre 2015 et 2016. Pour sélectionner les mesures sectorielles (industrie, résidentiel tertiaire, transports et agriculture) les plus pertinentes, une analyse multicritère a été réalisée.

Pour chaque mesure, l'évaluation a porté sur le potentiel de réduction d'émissions au niveau national, le potentiel d'amélioration de qualité de l'air, la faisabilité juridique, le niveau de controverse, le ratio coût-bénéfices et les co-bénéfices.

Les parties prenantes et les membres du Conseil national de l'air ont été consultés tout au long de la démarche d'élaboration. La consultation du public a été réalisée du 6 au 27 avril 2017.

Le PREPA prévoit la poursuite et l'amplification des mesures de la LTECV et des mesures supplémentaires de réduction des émissions dans tous les secteurs, ainsi que des mesures de contrôle et de soutien des actions mises en œuvre :

- Industrie ; application des meilleures techniques disponibles (cimenteries, raffineries, installations de combustion…) et renforcement des contrôles ;
- Transports : poursuite de la convergence essence-gazole, généralisation de l'indemnité kilométrique vélo, mise en œuvre des certificats Crit'Air, renouvellement des flottes par des véhicules à faibles émissions, contrôles des émissions réelles des véhicules, initiative avec les pays méditerranéens pour mettre en place une zone à basses émissions en Méditerranée ;
- Résidentiel-tertiaire : baisse de la teneur en soufre du fioul domestique, cofinancement avec les collectivités d'aides au renouvellement des équipements de chauffage peu performants, accompagnement des collectivités pour le développement d'alternatives au brûlage des déchets verts ;
- Agriculture : réduction des émissions d'ammoniac (utilisation d'engrais moins émissifs ; utilisation de pendillards ou enfouissement des effluents d'élevage…), développement de filières alternatives au brûlage des résidus agricoles, mesure des produits phytosanitaires dans l'air, contrôle de l'interdiction des épandages aériens, accompagnement du secteur agricole par la diffusion des bonnes pratiques, le financement de projets pilote et la mobilisation des financements européens.

Le PREPA prévoit également des actions d'amélioration des connaissances, de modélisation des acteurs locaux et des territoires, et la pérennisation des financements en faveur de la qualité de l'air.

Les objectifs du PREPA sont fixés à l'horizon 2020 et 2030 conformément à la Convention sur la pollution atmosphérique transfrontière à longue distance et à la directive 2016/2284.

FIGURE 14 – RÉDUCTION DES ÉMISSIONS PAR RAPPORT À 2005

Source : Ministère de l'environnement, de l'énergie et de la mer – Plan national de Réduction des Émissions de Polluants Atmosphériques (PREPA)

RÉDUCTION DES ÉMISSIONS PAR RAPPORT À 2005

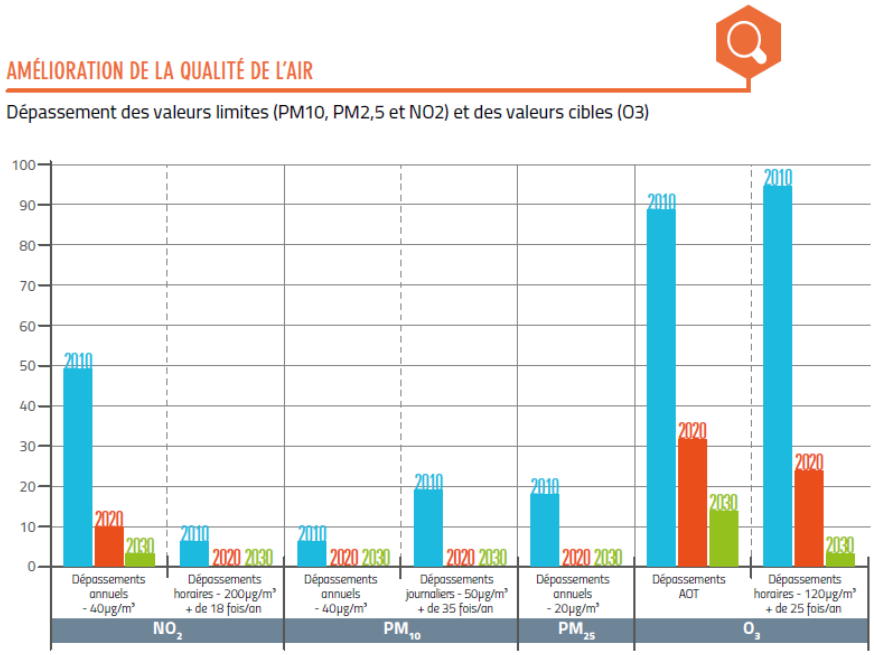
POLLUANT	À partir de 2020	À partir de 2030
Dioxyde de soufre (SO_2)	- 55 %	- 77 %
Oxydes d'azote (NOx)	- 50 %	- 69 %
Composés organiques volatils (COVNM)	- 43 %	- 52 %
Ammoniac (NH_3)	- 4 %	- 13 %
Particules fines ($PM_{2,5}$)	- 27 %	- 57 %

La mise en œuvre du PREPA permettra :

- De limiter très fortement les dépassements des valeurs limites dans l'air : ceux-ci sont réduits fortement dès 2020, et quasiment supprimés à l'horizon 2030. La concentration moyenne en particules fines baissera d'environ 20% d'ici 2030 ;
- D'atteindre les objectifs de réduction des émissions à 2020 et 2030. Les mesures du PREPA sont tout particulièrement indispensables pour atteindre les objectifs de réduction des émissions d'ammoniac ;
- De diminuer le nombre de décès prématurés liés à une exposition chronique aux particules fines d'environ 11 200 cas/an à l'horizon 2030.

FIGURE 15 – AMÉLIORATION DE LA QUALITÉ DE L'AIR

Source : Ministère de l'environnement, de l'énergie et de la mer – Plan national de Réduction des Émissions de Polluants Atmosphériques (PREPA)



Le PREPA est un plan d'action interministériel, il est suivi par le Conseil national de l'air au moins une fois par an et sera révisé au moins tous les cinq ans.

2.3.2.4 - Le Plan Climat Énergie Territorial de la ville d'Aix-en-Provence (PCET)

Chaque collectivité territoriale de plus de 50 000 habitants doit réaliser un Plan Climat Énergie Territorial (PCET), soit un plan d'actions pour réduire ses émissions de GES préalablement diagnostiquées et s'adapter aux changements climatiques.

Le Plan Climat Énergie Territorial de la ville d'Aix-en-Provence a été présenté le 17 décembre 2012 et a été approuvé par les élus.

Ce plan répond aux dispositions obligatoires de la loi Grenelle 2 et traduit la volonté de la ville de participer aux objectifs nationaux à l'horizon 2020 :

- Réduire de 20% les émissions de gaz à effet de serre ;
- Améliorer de 20% l'efficacité énergétique ;
- Porter à 23% la part des énergies renouvelables dans la consommation finale d'énergie.

Le PCET d'Aix-en-Provence proposent 15 actions prioritaires hiérarchisées sur la base de trois critères :

- L'impact énergie-GES de l'action sur la base d'une analyse qualitative et quantitative du gain en termes d'énergie et d'émission de GES de l'action ;
- Le coût estimé de l'action ;
- Le délai prévisionnel de mise en œuvre de l'action.

Parmi les 15 actions :

- 10 portent sur le volet « Patrimoine et services » :
  - Action 1 : Sensibiliser et former les agents de la collectivité aux pratiques éco responsables ;
  - Action 2 : Réaliser un suivi des consommations énergétiques des bâtiments de la ville, en intégrant une information des utilisateurs sur les résultats obtenus ;
  - Action 3 : Définir et mettre en œuvre un programme pluriannuel de rénovation thermique des bâtiments de la ville ;
  - Action 4 : Limiter le vieillissement du parc de véhicules et intégrer les motorisations alternatives ;
  - Action 5 : Élaborer et mettre en œuvre un « Plan de Déplacement Administration » en intégrant les « Plans de Déplacements Établissements Scolaires » ;
  - Action 6 : Développer l'e-administration et la dématérialisation en interne et pour les usagers ;
  - Actions 7 : Prendre en compte les critères environnementaux et « énergie-climat » dans l'établissement des documents contractuel ;
  - Action 8 : Élaborer et mettre en œuvre un « Plan de Prévention » des déchets produits par les services de la ville ;
  - Action 9 : Étudier les possibilités de valorisation énergétique du processus de digestion à la station d'épuration de la Pioline ;
  - Action 10 : Rechercher et mettre en œuvre les solutions permettant de limiter les consommations d'eau liées aux activités de la collectivité, sur les postes les plus consommateurs : nettoiement de la voirie et arrosage des espaces verts et sportifs.
- 5 ont un impact sur le territoire :
  - Action 11 : Mettre en place, dans le cadre du Plan Local d'Urbanisme et des opérations d'aménagement, des prescriptions contribuant à la sobriété énergétique et à la réduction des émissions de GES ;
  - Action 12 : Lutter contre les ilots de chaleur urbain et favoriser l'intégration du végétal en ville ;
  - Action 13 : Dans le cadre de la modernisation du réseau de chaleur et du passage au bois, augmenter le nombre de bâtiments connectés et favoriser leur réhabilitation ;

- Action 14 : Assurer un réel partage de la voirie en faveur des transports en commun et des modes actifs ;
- Action 15 : Développer les circuits courts en agriculture et favoriser l'extension des espaces dédiés aux jardins familiaux ou partagés.

2.3.2.5 - Le Plan National et le Plan Régional Santé Environnement (PNSE3 et PRSE3)

Ces deux plans s'inscrivent dans la continuité des documents de planification suscités et définissent des actions pour réduire et éviter l'impact sur la santé des pollutions environnementales.

Le Plan National Santé-Environnement (PNSE) est un plan qui, conformément à l'article L. 1311 du code de la santé publique, doit être renouvelé tous les cinq ans. Le deuxième Plan National Santé-Environnement a été adopté en conseil des Ministres le 24 juin 2009 pour la période 2009-2013. Sa mise en œuvre a été placée sous le copilotage des ministères en charge de la santé et de l'écologie et a fait l'objet d'une déclinaison en Plans Régionaux Santé-Environnement (PRSE).

Le 3ème Plan National Santé-Environnement (PNSE 3), dont les travaux d'élaboration ont été lancés en 2013, se décline en 4 grandes catégories d'enjeux :

- Enjeux de santé prioritaires ;
- Connaissance des expositions et de leurs effets ;
- Recherche en santé environnement ;
- Actions territoriales, information, communication et formation.

Le PRSE3 de la région PACA, adopté le 6 décembre 2017, est la déclinaison régionale du PNSE3, en 9 axes thématiques.

Certaines actions sont plus orientées sur :

- Action 1.1 : Réduire les émissions polluantes issues de l'industrie et des transports ;
- Action 1.2 : Mieux caractériser les émissions issues du secteur industriel et des transports ;
- Action 1.3 : Consolider les données sanitaires et environnementales disponibles ;
- Action 1.4 : Adapter la prise en charge des pathologies liées aux expositions professionnelles et environnementales.

2.3.3 - Mesures in situ de la qualité de l'air - préambule

Afin de caractériser plus précisément la qualité de l'air dans la zone d'étude, une campagne de mesures in situ de la qualité de l'air a été réalisée en 2019. Une nouvelle campagne de mesure visant à caractériser la teneur de fond en chrome VI (forme cancérigène du chrome) a été réalisée fin janvier 2021.

Ces campagnes ont un triple objectif :

- Caractériser la qualité de l'air de la zone d'étude ;
- Situer les différents polluants par rapport aux normes de qualité de l'air en vigueur, durant la période d'exposition des dispositifs de mesure ;
- Définir les valeurs de fond utilisées lors de la modélisation de la dispersion des polluants (*cf.* 3.2.2 - Évaluation des teneurs dans l'air ambiant) et dans l'Évaluation des Risques Sanitaires (*cf. 5* - Évaluation quantitative des risques sanitaires).

En accord avec la note technique du 22 février 2019 et le guide méthodologique sur le volet « air et santé » des études d'impact routières du CEREMA et compte tenu de la problématique routière les polluants suivants ont été retenus pour les campagnes de mesures :

- Le dioxyde d'azote, polluant traceur des émissions liées au trafic routier ;

- Les particules PM10 et PM2.5 à l'origine de troubles respiratoires et pouvant présenter des propriétés mutagènes et cancérigènes
- Le benzène, polluant cancérigène ;
- Le 1,3-butadiène, irritant par voie respiratoire et reconnu cancérogène ;
- Le chrome total (*et l'étude spécifique du chrome VI en janvier 2021*) ;
- Le nickel, à l'origine d'effets inflammatoires des muqueuses nasales et des bronches ;
- L'arsenic, à l'origine d'effets variant de l'irritant au létal en fonction des quantités absorbées et des modes d'absorption ;
- Les 16 HAP :
  - L'acénaphtène, irritant pour la peau et les yeux ;
  - L'acénaphtylène, irritant pour les voies respiratoires ;
  - L'anthracène, irritant pour la peau, les yeux, les muqueuses et le tractus respiratoire ;
  - Benzo(a)anthracène, suspecté être cancérogène ;
  - Benzo(a)pyrène, cancérogène pour l'homme et toxique pour la reproduction ;
  - Benzo(b)fluoranthène, suspecté être cancérigène ;
  - Benzo(k)fluoranthène, suspecté être cancérigène ;
  - Benzo(ghi)pérylène, pas d'effets avérés sur la santé humaine ;
  - Benzo(j)fluoranthène, responsable de tumeurs cutanées, pulmonaires et hépatiques chez l'animal et suspecté être cancérogène pour l'homme ;
  - Chrysène, effets mutagènes lors d'expositions principalement chroniques ;
  - Dibenzo(a,h)anthracène, suspecté être cancérigène ;
  - Fluorène, atteinte principalement du foie et du sang ;
  - Fluoranthène, atteinte principalement du foie et des reins ;
  - Indéno(1,2,3-cd)pyrène, suspecté être cancérigène ;
  - Phénanthrène, atteinte faible du foie et des intestins ;
  - Pyrène, atteinte rénale pour l'exposition chronique.

La mise en œuvre et les résultats de ces mesures sont présentés ci-après.

2.3.4 - Campagne de mesures de 2019

2.3.4.1 - Périodes et moyens de mesures

La campagne de mesures a duré 2 fois deux semaines, du 02/10/2019 au 31/10/2019, soit 29 jours.

Cette période rend compte des trafics représentatifs du réseau routier dans la zone d'étude.

Les mesures ont été réalisées par échantillonneurs passifs pour le dioxyde d'azote, le benzène, le dioxyde de soufre et le monoxyde de carbone. Ces moyens de mesure, peu encombrants et relativement simples à mettre en place, permettent d'instrumenter simultanément un nombre important de sites.

Le principe de l'échantillonnage passif consiste à exposer à l'air libre, sur une période donnée, à environ 2-3 mètres de hauteur, des cartouches adsorbantes (triéthanolamine pour le dioxyde d'azote, le tétrachloroéthylène pour le benzène, le carbonate de potassium et la glycérine pour le dioxyde de soufre et le chlorure de palladium pour le monoxyde de carbone) qui, par simple diffusion du polluant dans l'atmosphère, vont piéger celui-ci (*cf.* Figure 16). La quantité de polluant absorbé est proportionnelle à sa concentration dans l'air ambiant.

FIGURE 16 – DISPOSITION DES CAPTEURS DE DIOXYDE D'AZOTE ET DE BENZÈNE DANS LE BOÎTIER

Source : Egis

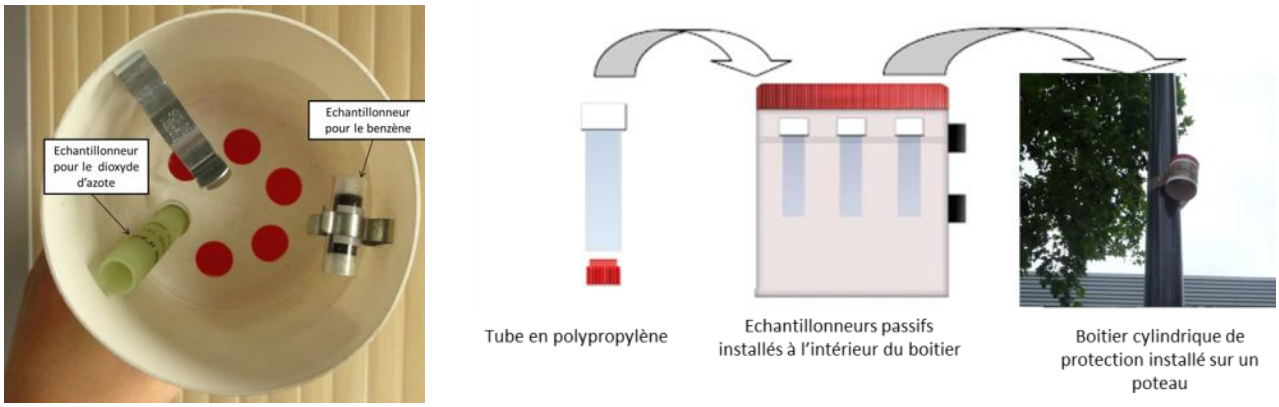


FIGURE 17 – CAPTEURS DE DIOXYDE DE SOUFRE ET DE MONOXYDE DE CARBONE ET DISPOSITION DANS LE BOÎTIER

Source : Passam ag



Sur chaque site de mesure, les échantillonneurs passifs ont ainsi été exposés au minimum 14 jours, puis rebouchés hermétiquement et analysés en laboratoire (colorimétrie pour le dioxyde d'azote, chromatographie en phase gazeuse pour le benzène, chromatographie ionique pour le dioxyde de soufre et réaction spécifique pour le palladium métallique formé par le CO et le chlorure de palladium).

Les analyses du dioxyde d'azote, du benzène, du dioxyde de soufre et du monoxyde de carbone sont réalisées suivant :

- La norme EN 13528 (Qualité de l'air - Échantillonneurs par diffusion pour la détermination des concentrations des gaz et des vapeurs) ;
- La norme EN-14662-5 : 2005 (Qualité de l'air ambiant. Méthode pour le mesurage des concentrations en benzène. Échantillonnage par diffusion suivi d'une désorption au solvant et d'une chromatographie en phase gazeuse) ;
- La méthode Saltzmann (colorimétrie après réaction avec l'acide sulfanilique et le dichlorate de N-(naphtyl-1) éthylenediamine)[14].

---

[14] La méthodologie Passam est reconnue par le Joint Research Centre de la Commission Européenne (JRC) dans le document Review of the Application of Diffusive Samplers for the Measurement of Nitrogen Dioxide in Ambient Air in the European Union de 2009. (http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC51106/reqno_jrc51106_eur_23793.pdf[1].pdf, page 71).

À l'issue des analyses, une teneur moyenne en polluants pour chaque site de mesure est établie pour la période d'exposition. Durant la période d'instrumentation, les capteurs ont été placés dans des boitiers afin de les préserver des intempéries (*cf.* Figure 16). Tous les capteurs ont été installés sur le site le premier jour et retirés le dernier jour afin d'harmoniser les temps d'exposition pour l'ensemble des capteurs.

Les échantillonneurs passifs ont été fournis et analysés par la société PASSAM AG, laboratoire de mesure accrédité EN 45000.

Suivant le laboratoire PASSAM AG qui réalise l'analyse des capteurs passifs à l'issue des campagnes de mesure *in situ*, l'incertitude des mesures par échantillonneurs passifs est :

- Pour le dioxyde d'azote : ±18,4 % pour un niveau de concentration dans l'air de 20 - 40 µg/m³ ;
- Pour le benzène : ±27,1 % pour un niveau de concentration dans l'air de 5 µg/m³ ;
- Pour le dioxyde de soufre : ±22,1 % pour un niveau de concentration dans l'air de 40 µg/m³ ;
- Pour le monoxyde de carbone : ±22,6 % pour un niveau de concentration dans l'air de 10 mg/m³.

Les limites de quantification pour l'analyse des polluants :

- Pour le dioxyde d'azote : < 0,6 µg/m³ ;
- Pour le benzène : < 0,4 µg/m³ ;
- Pour le dioxyde de soufre : < 0,4 µg/m³ ;
- Pour le monoxyde de carbone : 500 µg/m³.

La mesure du 1,3-butadiène a été réalisée par le mode de prélèvement passif radiello à corps diffusif jaune fourni par le Groupe Tera Environnement.

L'analyse des prélèvements passif radiello a été réalisée par Tera Environnement, par TD/GC-FID après prélèvement sur support code 141. La limite de quantification est 0,01 µg/m³.

Les mesures par échantillonneur passif ont pour résultats des valeurs moyennes sur la durée d'exposition des capteurs. Ces valeurs permettent ainsi de comparer et de hiérarchiser les sites de mesure instrumentés. Ces résultats peuvent être très différents des concentrations mesurées par analyseurs dynamiques, puisque ces derniers sont soumis aux variations temporelles.

Pour permettre de valider les mesures par échantillonneurs passifs, un capteur passif témoin sera installé au droit d'un analyseur fixe et/ou d'une station de l'AASQA locale. Le différentiel obtenu permettra aussi, le cas échéant de recaler l'ensemble de la campagne de mesure par capteurs passifs.

Les mesures des métaux, des particules PM10 et PM2.5 et des HAP ont été réalisées par analyseurs automatiques PARTISOL PLUS 2025[15], fourni par la société Ecomesure, suivant la norme prEN 15549 :

- L'échantillonneur doit être équivalent au standard PM-10 EN 12341 ;
- La durée d'échantillonnage est limitée à 24 heures par filtres ;
- Des échantillons individuels prélevés sur 24h peuvent être combinés et analysés simultanément pour obtenir une valeur moyenne (sous certaines conditions indiquées plus loin) ;
- Les échantillons doivent être stockés à une température inférieure à 20°C après échantillonnage ;
- Minimisation des artefacts et notamment de la dégradation par l'ozone.

---

[15] *EcoMesure – Préleveur séquentiel de poussières en suspension – PARTISOL PLUS 2025i BaP*

Le PARTISOL PLUS 2025 est équipé de 14 filtres, fournis par Tera Environnement, afin de réaliser des campagnes de mesure d'environ 2 semaines.

À l'issue de la campagne de mesure, les échantillonneurs sont analysés par Tera Environnement :

- Les particules PM10 et PM2.5 sont analysées par gravimétrie avec pesée sur filtres quartz (calcinés pour les PM10 et classiques pour les PM2.5). La limite de quantification est de 4 µg/m^3 ;
- Les métaux sont analysés sur demi-filtres de PM10 par ICPMS après prélèvement sur demi-filtre quartz 47 mm. Les limites de quantification sont :
  - 0.2 ng/m^3 pour l'arsenic ;
  - 5 ng/m^3 pour le chrome ;
  - 0,4 ng/m^3 pour le nickel.
- Les HAP sont analysés sur les autres demi-filtres de PM10 par extraction ASE + CH_2Cl_2 – HPLC après prélèvement sur demi-filtre en fibre de quartz calciné 47 mm. Les limites de quantifications sont de 0,1 à 0,3 ng/m^3 et 0,6 ng/m^3 pour l'acénaphtylène.

FIGURE 18 – PARTISOL PLUS 2025I BAP

Source : EcoMesure



2.3.4.2 - Choix et répartition des sites

Au total, afin de caractériser la qualité de l'air, **12 sites** ont été instrumentés de capteurs passifs :

- 12 capteurs pour la mesure du dioxyde d'azote ;
- 11 capteurs pour la mesure du benzène ;
- 11 capteurs pour la mesure du dioxyde de soufre ;
- 11 capteurs pour la mesure du monoxyde de carbone ;
- 11 capteurs pour la mesure du 1,3-butadiène.

Afin de mesurer les teneurs en particules, métaux et HAP, 1 site a été instrumenté de partisol. Les particules PM10 et PM2.5 sont mesurées chaque jour à partir de filtres modifiés quotidiennement, donc 28 filtres par partisol pour 4 semaines de mesure. Les PM10 et PM2.5 ne peuvent pas être mesurés en même temps donc une moitié des filtres est réservée au PM10 et l'autre aux PM2.5, soit 14 filtres par polluants sur chaque partisol. Ainsi, les PM10 sont mesurées les 14 premiers jours et les PM2.5 les 14 jours suivants. Il est donc possible que les résultats entre les PM10 et PM2.5 ne soient pas cohérents avec par exemple des teneurs en PM2.5 supérieures aux teneurs en PM10.

Les HAP et les métaux sont analysés à partir des filtres PM10. Chaque filtre est coupé en deux pour avoir une partie réservée aux métaux et l'autre aux HAP, donc 14 demi filtres HAP et 14 demi filtres métaux par partisol. De plus, les HAP et les métaux sont analysés en laboratoire par *pool* de 7 demi filtres chacun, donc en tout 6 *pools* sont analysés. En sortie, les résultats est une moyenne sur les 7 demi filtres.

Ces capteurs ont été localisés :

- À proximité des principaux axes routiers pour lesquels le projet de liaison est susceptible d'entraîner une modification du trafic : 5 sites représentatifs de la qualité de l'air en situation de proximité routière (sites 02, 03, 07, 09 et 11) ;
- En situation de fond, à distance de toute source directe de pollution : 7 sites représentatifs des niveaux moyens de pollution (sites 01, 04, 05, 06, 08, 10 et 12). Le site 12 correspond à un fond urbain.

Les critères de localisation de chacun des sites de mesure est décrit dans le Tableau 12 et les sites de mesure localisés dans le plan d'échantillonnage de la Figure 20.

Pour chaque site de mesure, une fiche de terrain a été réalisée. Cette fiche contient toutes les informations relatives à la traçabilité de la mesure : photographie numérique du site (*cf.* Figure 19), implantation sur un extrait de plan au 1/25 000ème et une orthophotographie, résultats de la mesure. Les 12 fiches de terrain sont présentées en annexe 10.1 - Fiches de mesure.

FIGURE 19 – PHOTOGRAPHIES DES SITES DE MESURES 09 ET 06

Source : Egis



Site 09 – Proximité routière



Site 06 – Fond rural

TABLEAU 12 – CRITÈRES DE LOCALISATION DES SITES DE MESURES EGIS

Nom du site	Ambiance	Intérêt	Polluants mesurés
Pt 01	Fond rural	Ancien Stade Reynier	Particules, HAP, métaux, NO_2, BTX, CO, SO_2, 1,3-butadiène
Pt 02	Proximité routière	Proximité A8 et habitations	NO_2, BTX, CO, SO_2, 1,3-butadiène
Pt 03	Proximité routière	Proximité A8 et A51 et futurs bureaux	NO_2, BTX, CO, SO_2, 1,3-butadiène
Pt 04	Fond rural	Proximité futur groupe scolaire	NO_2, BTX, CO, SO_2, 1,3-butadiène
Pt 05	Fond rural	Fond	NO_2, BTX, CO, SO_2, 1,3-butadiène
Pt 06	Fond rural	Proximité habitations et fond	NO_2, BTX, CO, SO_2, 1,3-butadiène
Pt 07	Proximité routière	Chemin de Valcros	NO_2, BTX, CO, SO_2, 1,3-butadiène
Pt 08	Fond rural	Proximité habitations	NO_2, BTX, CO, SO_2, 1,3-butadiène
Pt 09	Proximité routière	Proximité A51	NO_2, BTX, CO, SO_2, 1,3-butadiène
Pt 10	Fond rural	Proximité Golf	NO_2, BTX, CO, SO_2, 1,3-butadiène
Pt 11	Proximité routière	Chemin des Aubépines	NO_2, BTX, CO, SO_2, 1,3-butadiène
Pt 12	Fond urbain	Doublons avec station Atmo SUD Aix Ecole Art	NO_2

Source : Egis

FIGURE 20 – PLAN D'ÉCHANTILLONNAGE

Source : Egis



2.3.4.3 - Conditions météorologiques

L'analyse des conditions météorologiques observées lors d'une campagne de mesure permet de mieux apprécier l'influence de celles-ci sur les teneurs mesurées.

La qualité de l'air dépend effectivement à la fois des émissions des différentes sources (industries, transports, tertiaire) et des conditions météorologiques (vitesse et direction du vent…) qui, avec la topographie, influencent le transport, la transformation et la dispersion des polluants.

Les normales et les conditions météorologiques (vitesses et directions du vent, températures et pluviométries) relevées lors des campagnes de mesure sur la station Météo France de Marseille Marignane sont présentées ci-après. Cette station météorologique, située à environ 15 km au sud-ouest, est la station la plus proche de l'emprise du projet mesurant tous les paramètres météo pouvant influer sur la dispersion des polluants. La station d'Aix en Provence est plus proche mais ne mesure pas la nébulosité qui est un phénomène important dans la dispersion des polluants.

L'étude air et santé de 2013 et l'actualisation de 2018 se sont basées sur les données 2006 de la station Météo France Aix les Milles. Cette station mesurait tous les paramètres météorologiques et était située à moins de 5 km de la zone du projet. Cette station n'est plus fonctionnelle mais les données de 2006 étant représentatives des normales, elles seront utilisées pour les modélisations.

L'analyse des conditions météorologiques normales peut permettre d'anticiper les potentialités de dispersion ou de stagnation des polluants atmosphériques.

Le Tableau 13 et la Figure 21 présentent la comparaison des températures, et des vents (vitesse et direction) enregistrées pendant les campagnes de mesure aux normales saisonnières de la station Météo France de *Marseille Marignane – Aéroport*.

Les températures relevées lors des mesures sont légèrement supérieures aux températures normales saisonnières sur la campagne. Les précipitations sont très importantes comparées aux normales saisonnières sur la campagne, donc favorables à une diminution des concentrations atmosphériques des polluants. C'est notamment durant la 2ème période de mesure du 16 au 31 octobre que les précipitations ont été très élevées avec plus de 30 cm de pluie.

D'après la Figure 21, les vents lors de la campagne étaient principalement de secteur Ouest à Nord-Ouest et Est à Sud-Est, en accord avec les normales sur 20 ans. Les vents de la première période de mesure sont principalement de secteurs Nord-Ouest alors que pour la deuxième périodes les vents sont de secteurs Est à Sud-Est.

Les vents défavorables à la dispersion dans l'atmosphère sont les vents les plus faibles. Ils sont globalement de secteur Est à Sud-Est lors de la campagne. Des vents plus forts sont également observés dans le secteur Est à Sud-Est et également de l'Ouest au Nord-Ouest. Les vitesses de vent étaient élevées lors de la campagne, donc favorables à la dispersion des polluants. Les vents lors des 2 premières semaines ont été plus rapides que lors des 2 suivantes, donc la première période de mesure a été plus favorable à la dispersion des polluants.

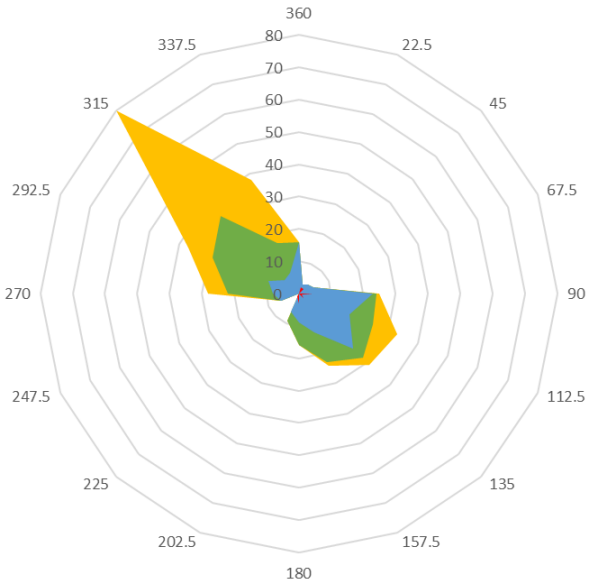
TABLEAU 13 – TEMPÉRATURES ET PRÉCIPITATIONS RELEVÉES À LA STATION DE MARSEILLE MARIGNANE - AÉROPORT

Paramètres		Campagne de mesure			Normales sur 30 ans
		du 2 au 16 octobre	du 16 au 31 octobre	Moyenne	Mois d'octobre
Températures en °C	Minimale	7.8	9.2	7.8	11.6
	Maximale	27.1	24.8	27.1	20.3
	Moyenne	18.0	17.9	18.0	16.0
Précipitations en mm		68.4	329.2	397.6	85.4

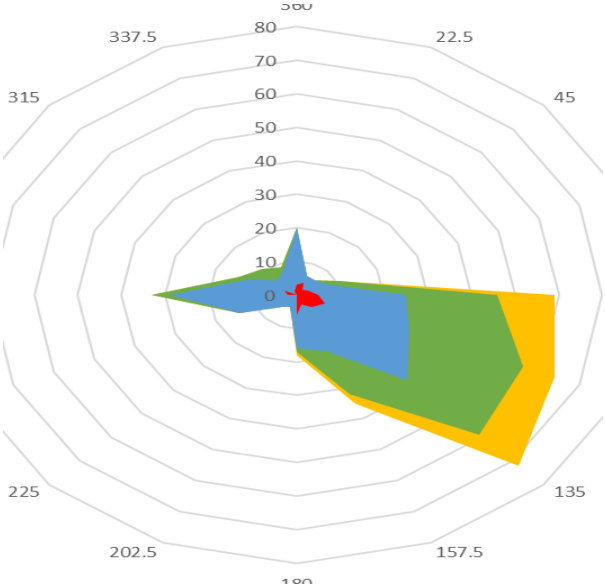
Source : Météo France

FIGURE 21 – ROSES DES VENTS SUR LA STATION MARSEILLE MARIGNANE - AÉROPORT

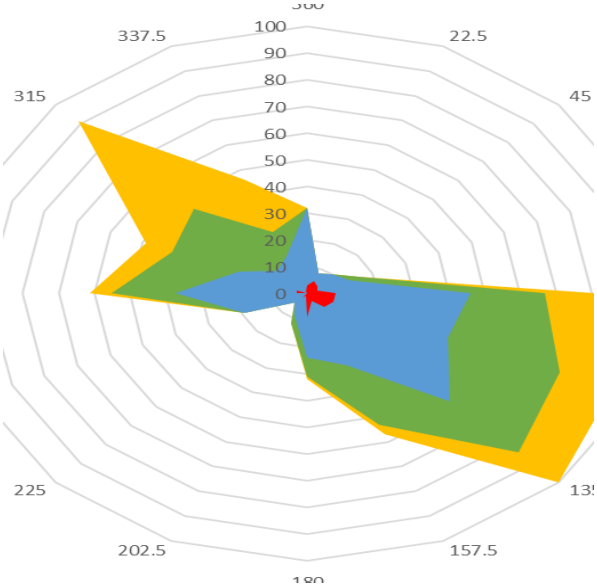
Source : Météo France



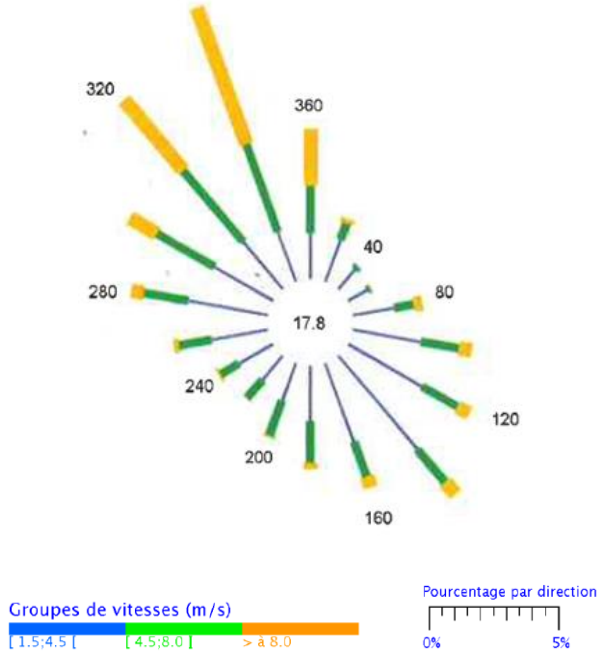
Rose des vents du 02 octobre au 16 octobre 2019



Rose des vents du 16 octobre au 31 octobre 2019



Rose des vents du 02 octobre au 31 octobre 2019



Normales sur 20 ans (1981-2000)

2.3.4.4 - Validité des points de mesure

Des capteurs témoin pour chaque polluant, appelés « blancs », ont permis de contrôler la qualité des résultats. Ces blancs ont suivi le parcours des autres capteurs lors de la pose, de la dépose et du transport des capteurs au laboratoire. Les concentrations mesurées sur ces capteurs sont inférieures au seuil de quantification.

> Les échantillons n'ont donc pas été contaminés et il n'est pas nécessaire de retrancher la valeur des blancs aux autres mesures.

Le site 12 est situé à proximité de la station urbaine AtmoSud d'Arles afin de comparer les mesures faites par Egis à celles d'AtmoSud.

Sur la campagne, les teneurs de dioxyde d'azote relevées par la station AtmoSud sont plus faibles que celles du site 12 d'Egis.

Néanmoins, les environnements des deux stations sont différents (*cf.* Figure 22). La station AtmoSud se trouve en hauteur à plusieurs mètres de la voie. Le site 12 d'Egis, est accroché à un poteau à 1m de la voie. Les conditions de mesures des deux stations sont différentes et peuvent expliquer les écarts entre les teneurs.

FIGURE 22 – PHOTOGRAPHIE DU SITE DE MESURE EGIS ET DE LA STATION ATMOSUD D'AIX ECOLE D'ART

Source : Egis – AtmoSud



2.3.4.5 - Résultats des campagnes de mesure et interprétation

Les résultats des mesures in situ de qualité de l'air sont présentés par groupement de polluants dans les paragraphes suivants. Les résultats détaillés, par site, des campagnes de mesure sont en annexes.

Dans les tableaux suivants, les teneurs (µg/m³) dépassant la valeur limite réglementaire sont mises en évidence en rouge.

Certaines teneurs sont inférieures aux limites de quantification, elles sont notées « <LQ » et ne sont pas prises en compte dans les calculs des moyennes. Ces teneurs n'apparaissent pas sur les figures.

À noter que la mesure des PM2.5 n'a duré que 5 jours au lieu de 14 pour cause d'intempéries. Les violents orages ont en effet endommagé le préleveur.

2.3.4.5.1 - Teneurs en polluants gazeux

Les teneurs en polluants gazeux par type d'ambiance sont présentées dans le Tableau 14 et représentées par période de mesure sur la Figure 23. Les périodes de mesure sont :

- Période 1 : 2 septembre au 16 septembre ;
- Période 2 : 16 septembre au 1er octobre.

Les polluants gazeux sont mesurés par échantillonneurs passifs, ils comprennent :

- Le dioxyde d'azote ;
- Le benzène ;
- Le dioxyde de soufre ;
- Le monoxyde de carbone ;
- Le 1,3-butadiène.

TABLEAU 14 – RÉSULTATS DES MESURES – POLLUANTS GAZEUX

Polluants	Unité	Moyenne		
		Urbain	Rural	Proximité routière
Dioxyde d'azote	µg/m³	24.75	21.59	33.59
Benzène	µg/m³		0.68	0.66
1,3 - Butadiène	µg/m³		0.07	0.08
Dioxyde de soufre	µg/m³		1.30	0.70
Monoxyde de carbone	µg/m³			

Polluants	Unité	Site 01	Site 02	Site 03	Site 04	Site 05	Site 06	Site 07	Site 08	Site 09	Site 10	Site 11	Site 12
Dioxyde d'azote	µg/m³	22.83	30.75	42.95	30.10	18.30	25.30	21.85	13.00	34.75	20.00	37.65	24.75
Benzène	µg/m³	0.65	0.50	0.75	0.70	0.70	0.60	0.65	0.60	0.70	0.85	0.70	
1,3 - Butadiène	µg/m³	0.04	0.05	0.09	0.11	0.06	0.08	0.07	0.07	0.08	0.10	0.11	
Dioxyde de soufre	µg/m³	<LQ	0.70	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	1.30	<LQ	<LQ	<LQ	
Monoxyde de carbone	µg/m³	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	

Source : Egis - PASSAM - Tera Environnement

Les teneurs en dioxyde d'azote s'inscrivent dans un intervalle de valeurs qui reflète bien l'influence des émissions polluantes locales et, notamment celles du trafic routier :

- En situation de proximité routière, sous l'influence directe des émissions routières, les teneurs moyennes en NO_2 sont comprises entre 21.85 µg/m³ (site 07) et 42,95 µg/m³ (site 03). En moyenne, elles s'élèvent à 33,59 µg/m³ ;
- En situation de fond urbain, la teneur moyenne en NO_2 est moindre. Elle est égale 24,75 µg/m³ (site 12) ;

- En situation de fond rural, les teneurs moyennes en NO_2 sont les plus faibles. Elles sont comprises entre 13,0 µg/m³ (site 08) et 30,1 µg/m³ (site 04), soit en moyenne 21,59 µg/m³ ;

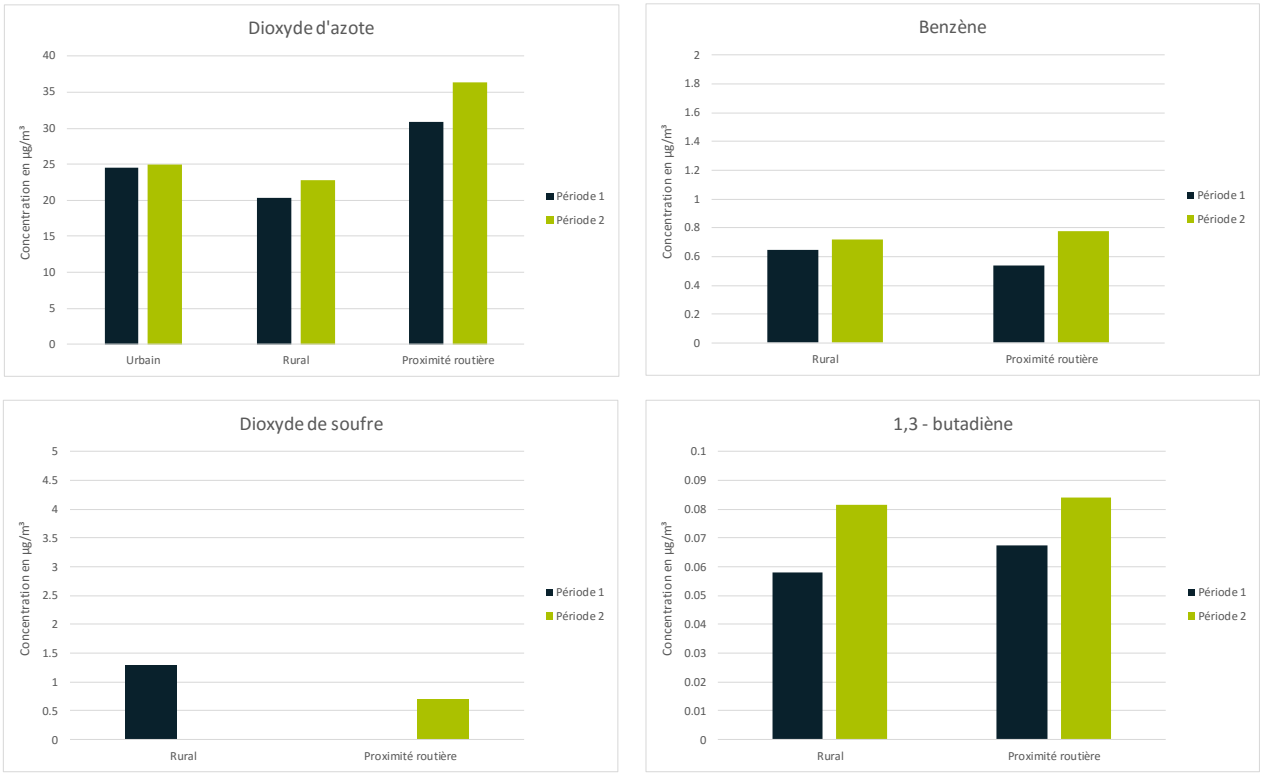
Les teneurs de benzène, de dioxyde de soufre, de monoxyde de carbone et de 1,3-butadiène sont assez similaires quel que soit l'influence des sources, ce qui reflète le faible impact des sources locales et la forte influence d'une teneur de fond sur l'ensemble de la zone d'étude. Néanmoins, aucun site en proximité routière n'a mesuré le dioxyde de soufre, le monoxyde de carbone et le 1,3-butadiène. Toutes les mesures de ces polluants respectent les normes de qualité de l'air[16]. À noter que l'ensemble des mesures de monoxyde de carbone sont inférieures à la limite de quantification, et seules deux mesures de dioxyde de soufre sont supérieures à la limite de quantification.

Les valeurs moyennes sur les deux campagnes de mesure, en dioxyde d'azote, ne respectant pas les normes de qualité de l'air (40 µg/m³) sont recensées sur un site de proximité routière en bordure de l'autoroute A8 au Nord-Est de l'emprise de la ZAC :

- Le site 03, à hauteur de 39,8 µg/m³ (1ère période) et 46,1 µg/m³ (2nde période) soit 42,9 µg/m³ en moyenne.

FIGURE 23 – TENEURS EN POLLUANTS GAZEUX

Source : Egis – Passam – Tera Environnement



---

[16] *Benzène : valeur limite : 5 µg/m³ en moyenne annuelle / Dioxyde de soufre : valeur limite : 50 µg/m³ en moyenne annuelle / Monoxyde de carbone : Maximum jour sur 8h : 10 000 µg/m³*

2.3.4.5.2 - Teneurs particules PM10 et PM2.5

Les teneurs estimées en PM10 mesurées sur le site instrumenté, au cours de la première période de mesure, sont comprises entre 4 µg/m³ et 20 µg/m³, la moyenne sur les 2 semaines de mesure est de 13.4 µg/m³, (cf. Tableau 15). Les teneurs mesurées sont inférieures à l'objectif de qualité (30 µg/m³ en moyenne annuelle).

Les teneurs moyennes estimées en PM2.5 mesurées sur le site instrumenté, au cours de la deuxième période de mesure, sont comprises entre 7 µg/m³ et 59 µg/m³. La mesure de 59 µg/m³ semble aberrante, et pour être cohérent avec les mesures AtmoSud (cf. Tableau 18), cette donnée n'est pas prise en compte dans le calcul de la moyenne en PM2.5. La moyenne sur les 5 jours de mesure est donc de 8.7 µg/m³[17] (cf. Tableau 15). La teneur moyenne est inférieure à l'objectif de qualité (10 µg/m³ en moyenne annuelle) et donc inférieure à la valeur limite (25 µg/m³ en moyenne annuelle).

TABLEAU 15 – RÉSULTATS DES MESURES – PARTICULES PM10 ET PM2.5

Polluants	Unité	Site 01
PM_{10}	*µg/m³*	13.43
$PM_{2,5}$	*µg/m³*	8.67

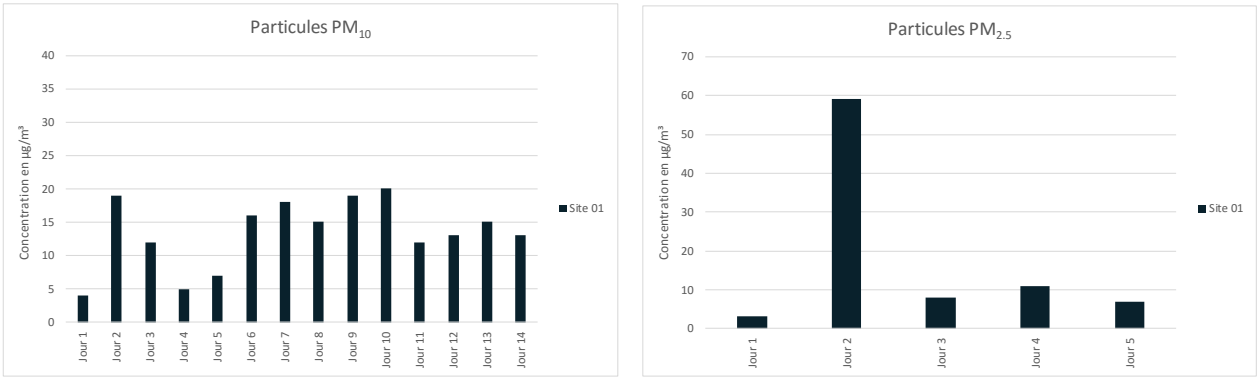
Source : Egis - PASSAM - Tera Environnement

Comme cité précédemment, les PM10 et PM2.5 ne sont pas mesurées sur la même période donc la comparaison entre ces deux polluants n'est pas possible.

La Figure 24 montre l'évolution des concentrations en PM10 et PM2.5 en fonction des jours pour chaque site de mesure.

FIGURE 24 – TENEURS EN PARTICULES PM10 ET PM2.5

Source : Egis – Tera Environnement



Les teneurs en PM10 sont assez variables en fonction des jours, contrairement aux PM2.5 qui sont globalement homogènes sur chaque jour à l'exception du jour 2, où un pic a été observé, probablement causé par un événement local et exceptionnel. Les teneurs en particules sont variables en fonction des jours car la météo peut être changeante et des émissions locales peuvent faire varier les concentrations sur une journée.

---

[17] *En prenant en compte la teneur de 59 µg/m³, la moyenne en PM2.5 s'élève à 21,2 µg/m³*

2.3.4.5.3 - Teneurs en métaux

Les métaux mesurés sont le chrome, le nickel et l'arsenic (cf. Tableau 16) :

- Les teneurs estimées en chrome sont comprises entre 6 ng/m^3 (1ère semaine) et 9 ng/m^3 (2ème semaine) ;
- Les teneurs estimées en nickel sont comprises entre 1.9 ng/m^3 (1ère semaine) et 3.5 ng/m^3 (2ème semaine) ;
- Les teneurs estimées en arsenic sont comprises entre <LQ (1ère semaine) et 0.3 ng/m^3 (2ème semaine).

TABLEAU 16 – RÉSULTATS DES MESURES – MÉTAUX

Polluants	Unité	Site 01
Chrome	*ng/m³*	7.50
Nickel	*ng/m³*	2.70
Arsenic	*ng/m³*	0.30

Source : Egis - PASSAM - Tera Environnement

Ces teneurs moyennes témoignent d'une bonne homogénéité et un respect des normes de qualité de l'air sur la zone d'étude[18].

2.3.4.5.4 - Teneurs en HAP

Les teneurs moyennes estimées en HAP mesurées sur le site instrumenté, sont inférieures à la limite de quantification (cf. Tableau 17). Toutes les autres mesures sont inférieures et donc non quantifiables (<LQ). Seul le benzo(a)pyrène est réglementé à une valeur cible fixée à 1 ng/m^3.

TABLEAU 17 – RÉSULTATS DES MESURES – HAP

Polluants	Unité	Site 01
Benzo(a)pyrène	*ng/m³*	<LQ
Acénaphtène	*ng/m³*	<LQ
Acénaphtylène	*ng/m³*	<LQ
Anthracène	*ng/m³*	<LQ
Benzo(a)anthracène	*ng/m³*	<LQ
Benzo(b+j)fluoranthène	*ng/m³*	<LQ
Benzo(k)fluoranthène	*ng/m³*	<LQ
Benzo(ghi)pérylène	*ng/m³*	<LQ
Chrysène	*ng/m³*	<LQ
Dibenzo(a,h)anthracène	*ng/m³*	<LQ
Fluorène	*ng/m³*	<LQ
Fluoranthène	*ng/m³*	<LQ
Indéno(1,2,3-cd)pyrène	*ng/m³*	<LQ
Phénanthrène	*ng/m³*	<LQ
Pyrène	*ng/m³*	<LQ

Source : Egis - PASSAM - Tera Environnement

---

[18] *Arsenic : valeur cible : 6 ng/m^3 en moyenne annuelle / Nickel : valeur cible : 20 ng/m^3 en moyenne annuelle*

Ces teneurs témoignent d'une bonne homogénéité et d'une faible concentration en HAP sur la zone d'étude. Les concentrations en benzo(a)pyrène étant toutes inférieures à la limite de quantification, les normes de qualité de l'air sont respectées.

2.3.4.5.5 - Comparaison aux mesures de l'AASQA locale

Le Tableau 18 présente les mesures AtmoSud et Egis sur les mêmes périodes de mesure pour le dioxyde d'azote, les PM10 et les PM2.5. Les résultats sont également comparés aux moyennes annuelles AtmoSud. Les autres polluants ne sont pas mesurés par une station AtmoSud proche, donc non comparables.

TABLEAU 18 – COMPARAISON DES RÉSULTATS DES MESURES EGIS AUX DONNÉES ATMOSUD

Sites		Ambiance	Dioxyde d'azote	PM_{10}	$PM_{2.5}$
AtmoSud Aix Ecole d'Art	Campagne Egis	Fond urbain	17.7	13.0	11.3
	Moyenne annuelle 2019	Fond urbain	23	19	10.5
Campagne Egis	Moyenne	Fond rural	21.6	13.4	8.7
	Site 01 Partisol	Fond rural		13.4	8.7
	Site 12 Station AtmoSud	Fond urbain	24.8		

Source : EGIS - Passam - Tera Environnement - AtmoSud

Le Tableau 18 indique que les valeurs en dioxyde d'azote mesurées lors des périodes de campagnes menées par Egis sont supérieures à la mesure de la station AtmoSud sur la même période. Les mesures Egis sont néanmoins cohérentes avec la moyenne annuelle AtmoSud. Comme précisé précédemment, il est important de rappeler que la disposition du site de mesure Egis et de la station AtmoSud est différente et peut impacter les résultats de mesures.

La teneur moyenne en PM10 mesurée par Egis est cohérente avec la mesure AtmoSud sur la même période, mais témoigne plus d'un fond urbain que rural.

La teneur moyenne en PM2.5 mesurée par Egis est inférieure à la mesure AtmoSud sur la même période et en moyenne annuelle. Il faut noter que l'ambiance des sites sont différentes, ce qui explique l'écart entre les résultats AtmoSud et Egis.

2.3.4.5.6 - Comparaison aux normes en vigueur

Au regard des résultats de la campagne de mesure menée du 2 octobre au 31 octobre 2019, la qualité de l'air est globalement satisfaisante sur la zone d'étude.

Les teneurs en polluants respectent les valeurs limites de qualité de l'air en vigueur dans l'emprise du projet, à l'exception du site 03 pour le dioxyde d'azote, situé à proximité immédiate de l'autoroute A8.

2.3.5 - Campagne de mesures complémentaire de 2021 spécifique au chrome VI

2.3.5.1 - Période et moyen de mesures

La campagne de mesures pour le chrome VI s'est déroulée entre le 21/01/2021 et le 01/02/2021.

La mesure du chrome total et du chrome VI a été réalisée à partir :

- D'un préleveur automatique de poussières (fraction PM10) équivalent au standard PM-10 EN 12341 ; Nous avons utilisé un appareillage COMDE DERENDA LVS 3.1**.** Le volume échantillonné sur la période a été de l'ordre de 305 m^3
- D'une analyse sur filtres quartz imprégnés. Les limites de quantification sont :
  - 0,3 ng/m^3 pour le chrome VI
  - 0,8 ng/m^3 pour le chrome total.

2.3.5.2 - Site de mesure

La campagne de mesures au chrome VI s'est déroulée à l'emplacement du nouveau stade Reynier. Cet emplacement, loin des axes routiers permet de témoigner des teneurs de fond rural.

FIGURE 25 – POINT DE MESURE CHROME VI

Source : Egis



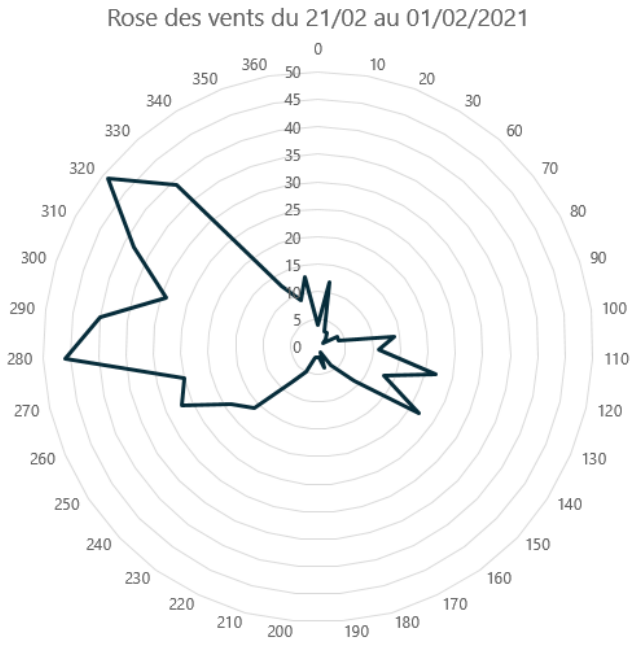


Appareillage installé sur le toit d'un algéco – Nouveau stade Reynier

2.3.5.3 - Conditions météorologiques

Les conditions météorologiques observées pendant la campagne de mesures au chrome et chrome VI sont détaillées ci-après (station Météo France de *Marseille Marignane – Aéroport*).

TABLEAU 19 – METEOROLOGIE PENDANT LA CAMPAGNE DE MESURES AU CHROME VI DE MARSEILLE MARIGNANE - AÉROPORT

Températures	Moyenne : 9,6 °C Minimale : 3 °C Maximale : 17°C
Rose des vents	
Vitesses de vents	Moyenne : 4,8 m/s Minimale : 0 m/s Maximale : 13,8 m/s
Précipitations	Faibles précipitations les 22/01/2021, 24/01/2021, 30/01/2021 et le 01/02/2021

Source : Egis à partir de données de l'aéroport de Marignane

2.3.5.4 - Résultats des mesures

Les teneurs en chrome total et chrome VI mesurées pendant la campagne de 2021 sont présentées ci-après.

TABLEAU 20 – RÉSULTATS DES MESURES – CHROME VI CAMPAGNE DE 2021

	Unité	Nouveau Stade REYNIER
Chrome total	ng/m^3	2,4
Chrome VI	ng/m^3	< Limite de Quantification (< 0,3)

Source : Egis - TERA Environnement

La concentration en chrome VI est inférieur à la limite de quantification de 0,3 ng/m^3.On note également que la proportion de chrome VI sur le chrome total en air ambiant est inférieure à 13 %.

2.4 - Conclusion

Sur la base des éléments bibliographiques disponibles, la caractérisation de l'état actuel à proximité immédiate de l'emplacement projeté de la ZAC de la Constance a permis de mettre en évidence :

- Un environnement caractérisé principalement par des espaces périurbains ;
- Aucun établissement à caractère sanitaire et social et 3 sites sensibles dans l'emprise du projet ;
- Trois stations permanentes de mesure AtmoSud situées à 1,7 km, 1,9 km et 5 km de celui-ci.

La campagne de mesures, réalisée en octobre 2019 a mis en évidence des teneurs en polluants en-deçà des normes de qualité de l'air en vigueur, à l'exception d'un site de mesure pour le dioxyde d'azote, situés en proximité trafic, à moins de 5 mètres de l'A8, au nord de la ZAC.

La campagne de mesures complémentaire de janvier 2021 a montré des teneurs en chrome VI inférieures aux limite de quantification analytique, soit inférieure à 0,3 ng/m^3.

Globalement les immeubles de la ZAC s'insèrent dans un milieu dont les teneurs de fond en polluant sont représentatives d'un milieu périurbain à urbain.

3 - ÉVALUATION DE L'IMPACT DU PROJET SUR LA QUALITÉ DE L'AIR

L'évaluation de l'impact du projet sur la qualité de l'air se déroule en trois étapes :

- L'**évaluation des émissions polluantes** induites par le trafic routier sur le projet et les axes routiers impactés par le projet, y compris les émissions polluantes des autres projets existants ou approuvés présents dans la zone d'étude ;
- La **modélisation de la dispersion atmosphérique** de ces émissions et l'évaluation des teneurs en polluant dans l'air ambiant dans la zone d'étude ;
- La **comparaison de ces teneurs aux normes de qualité de l'air en vigueur**.

Le chapitre 3.1 - Méthodologie a pour objet de présenter l'ensemble des données, hypothèses et logiciels utilisés dans le cadre de cette évaluation. Les résultats obtenus sont présentés dans le chapitre 3.2 - Évaluation de l'impact du projet sur la qualité de l'air.

3.1 - Méthodologie

3.1.1 - Réseau routier et trafics

Les données de trafics sont issues des études réalisées par le cabinet Horizon Conseil chargé de l'étude déplacement. Celles-ci ont été validées par la SEMEPA.

Le réseau routier retenu pour l'étude se compose, d'après la note technique du 22 février 2019 et le guide méthodologique sur le volet « air et santé » des études d'impact routières du CEREMA, de :

- Le projet routier retenu, y compris les différentes variantes de tracé ;
- L'ensemble des voies dont le trafic est affecté significativement par le projet :
  - Pour un TMJA > 5 000 véh/jles tronçons dont le trafic varie au minimum de ±10 % à l'horizon de mise en service ;
  - Pour un TMJA < 5 000 véh/jles tronçons dont le trafic varie au minimum de ±500 véh/j ;
- L'ensemble des projets d'infrastructure routière existants ou approuvés présents dans la zone d'étude, même s'ils ne sont ni impactants pour le projet, ni impactés par celui-ci ;
- Lorsque le niveau d'étude requiert une modélisation des concentrations dans la zone d'étude, les infrastructures portant plus de 5 000 véh/j ne subissant pas de variation de ±10 % de leur trafic pourront être intégrées au modèle sous forme d'émissions linéiques de façon à mieux décrire les variations de la pollution de fond à l'intérieur de la zone d'étude.

À l'horizon 2013, l'étude porte sur la situation actuelle nommée ***État de référence*** (ER).

À l'horizon 2033, l'étude porte sur 2 situations nommées :

- ***Fil de l'eau*** à savoir la situation future sans la réalisation du projet ;
- ***État projeté*** à savoir la situation future avec la réalisation du projet.

Le réseau routier retenu est présenté sur la Figure 26. Le réseau est composé de 20 tronçons.

Un modèle de trafic est réalisé à partir de données de comptages effectués sur des lieux spécifiques et représentatifs du maillage routier. L'analyse de ces comptages permet de déterminer des profils temporels de circulation en fonction des jours de la semaine et des heures de la journée.

La représentativité des périodes de trafic observées s'ajoute à la pertinence du choix des lieux de comptage comme premier niveau d'incertitude entre la réalité et le modèle.

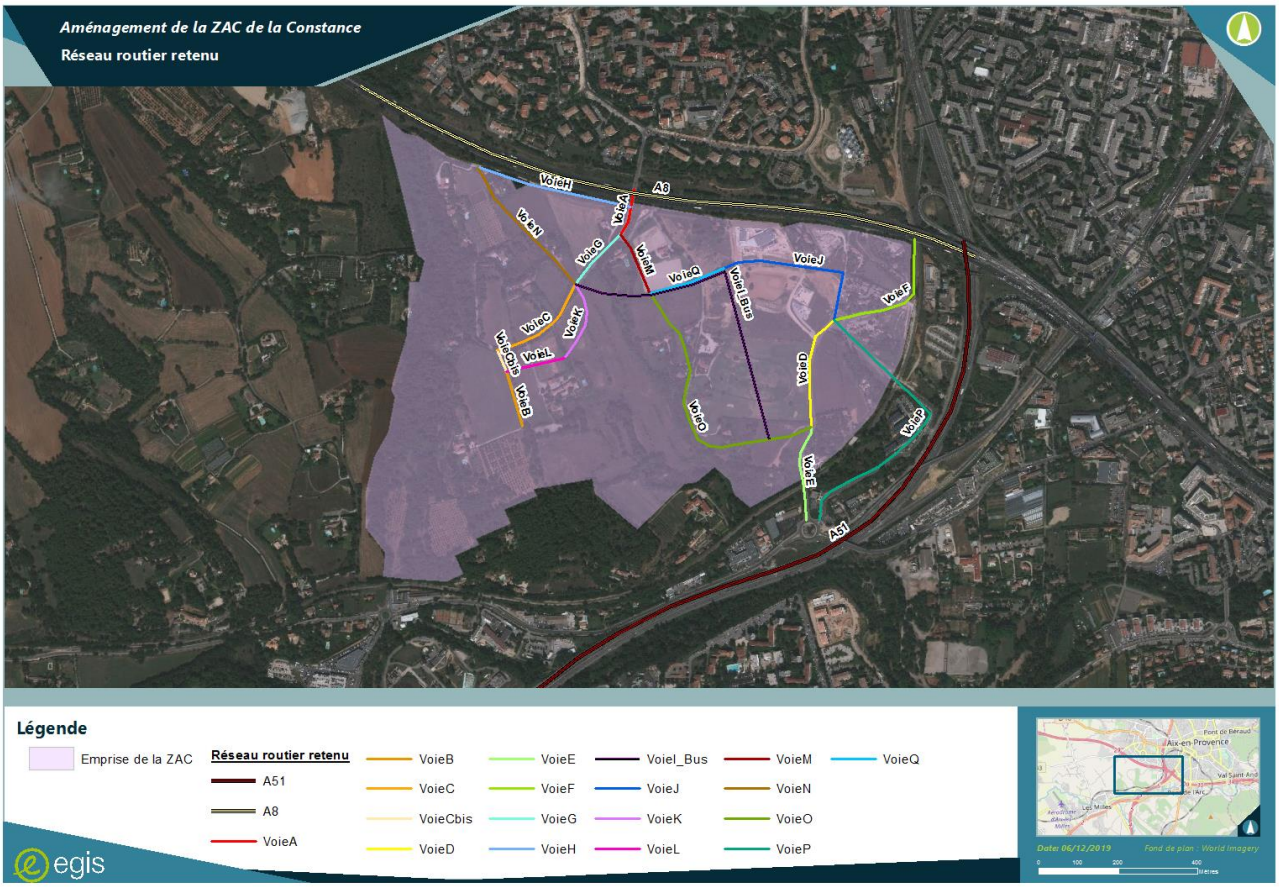
Ces profils permettent ainsi de déterminer des vitesses de circulation, la part modale des différents types de véhicules (VL, utilitaires, PL, etc.) et des taux de congestion/saturation au droit de ces sites instrumentés. Ces paramètres sont affectés pour chacun des tronçons comportant une boucle de comptage.

Les voies de circulation, pour lesquelles il n'y a pas eu de comptages réalisés, se verront affecter un profil type correspondant à la nature de la voie (autoroutes, routes nationales et départementales, dessertes locales, voiries urbaines, etc.).

Un second niveau d'incertitude est ainsi induit par l'usage de ces profils type, ne prenant pas en compte les spécificités locales des trafics routiers.

FIGURE 26 – RÉSEAU ROUTIER RETENU

Source : Egis



Le réseau compte 10 tronçons et un linéaire total de 5,07 km pour l'***État de référence*** et le ***Fil de l'eau***, et compte 20 tronçons et un linéaire total de 9,28 km pour l'***État projeté***. Les trafics sont détaillés dans le Tableau 21.

Les autoroutes A8 et A51 ne sont pas impactées par le projet mais ont été prises en compte dans les modélisations de la qualité de l'air du fait des émissions importantes qu'elles génèrent et qui peuvent impacter la zone d'étude.

Remarque : dans le cadre de la présente réactualisation, la vitesse sur l'A8 est modifiée de 115 km/h à 90 km/h sur le tronçon étudié en raison de la décision du préfet de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur et préfet des Bouches-du-Rhône à date du 29 octobre 2019[19].

TABLEAU 21 – TRAFICS DU RÉSEAU ROUTIER

Numéro	Nom	Vitesse	Longueur	ER			FE			EP			
		en km/h	*en km*	TMJA	VL	PL	TMJA	VL	PL	TMJA	VL	PL	BUS
1	VoieCbis	30	0,13	2500	2470	30	2700	2670	30	3808	3713	95	0
2	VoieA	50	0,13	2500	2470	30	2700	2670	30	6992	6817	175	0
3	VoieB	30	0,14	0	0	0	0	0	0	1038	1012	26	0
4	VoieC	30	0,27	2500	2470	30	2700	2670	30	0	0	0	0
5	VoieD	30	0,31	6701	6533	168	7400	7215	185	3496	3409	87	0
6	VoieE	50	0,25	6701	6533	168	7400	7215	185	123	0	3	120
7	VoieF	50	0,33	6701	6533	168	7400	7215	185	6335	6177	118	40
8	VoieG	50	0,19	2500	2470	30	2700	2670	30	4950	4826	84	40
9	VoieH	50	0,57	0	0	0	0	0	0	5088	4961	87	40
10	VoieJ	30	0,38	0	0	0	0	0	0	7477	7290	147	40
11	VoieK	50	0,22	0	0	0	0	0	0	5504	5366	98	40
12	VoieL	30	0,17	0	0	0	0	0	0	4915	4792	83	40
13	VoieM	30	0,16	0	0	0	0	0	0	9138	8910	228	0
14	VoieN	50	0,37	0	0	0	0	0	0	692	675	7	10
15	VoieO	30	0,67	0	0	0	0	0	0	4154	4050	104	0
16	VoieP	50	0,80	0	0	0	0	0	0	9069	8842	227	0
17	VoieQ	30	0,17	0	0	0	0	0	0	8308	8100	208	0
18	VoieI_Bus	30	0,84	0	0	0	0	0	0	135	0	0	135
19	A8	90	1,63	46951	42725	4226	57700	52507	5193	57700	52507	5193	0
20	A51	90	1,79	101101	93518	7583	106200	98235	7965	106200	98235	7965	0

Source : Horizon Conseil

Sur la base de ces trafics, le kilométrage parcouru[20] (*cf.* Tableau 22) entre l'***État de référence*** 2013 et le ***Fil de l'eau*** 2033 augmenterait de 10 % sur le réseau routier étudié. Plus précisément, les variations sont en augmentation de 8 % à 10 % pour les tronçons dans l'emprise du projet. L'autoroute A8 voit son kilométrage parcouru augmenter de 23 % et l'A51 de 5%.

Entre le ***Fil de l'eau*** 2033 et l'***État projeté*** 2033, le kilométrage parcouru augmenterait encore de 6 %. Cette augmentation résulte de la réalisation du projet de la ZAC de la Constance et la création de nouvelles voies. En effet, 4 des tronçons déjà existant au ***Fil de l'eau*** enregistrent une diminution de 14 % à 100 % du kilométrage parcouru, mais 3 autres tronçons ont leur kilométrage parcouru qui augmente de 41 % à 159 %.

Le projet entraine l'apport de nouveaux véhicules sur le réseau routier et de nouvelles voies, donc le kilométrage parcouru augmente. Les autoroutes ne sont pas impactées par le projet, le kilométrage parcouru est strictement le même qu'au ***Fil de l'eau***.

---

[19] Autoroute A8 : abaissement de la vitesse maximale autorisée dans la traversée d'Aix-en-Provence à partir du jeudi 31 octobre 2019

[20] Le kilométrage parcouru correspond, pour un tronçon donné, au produit du trafic (TMJA) et de la distance parcourue.

TABLEAU 22 – KILOMÉTRAGE PARCOURU

Nom	Kilométrage parcouru			Évolution	
	ER	FE	EP	(FE-ER)/ER	(EP-FE)/FE
VoieCbis	146	158	222	8%	41%
VoieA	303	327	846	8%	159%
VoieB	0	0	151		100%
VoieC	680	734	0	8%	-100%
VoieD	1 946	2 149	1 015	10%	-53%
VoieE	1 628	1 798	30	10%	-98%
VoieF	2 381	2 629	2 251	10%	-14%
VoieG	421	455	834	8%	83%
VoieH	0	0	2 013		100%
VoieJ	0	0	3 213		100%
VoieK	0	0	1 151		100%
VoieL	0	0	738		100%
VoieM	0	0	1 507		100%
VoieN	0	0	266		100%
VoieO	0	0	2 925		100%
VoieP	0	0	6 762		100%
VoieQ	0	0	1 646		100%
Voiel_Bus	0	0	112		100%
A8	76 413	93 907	93 907	23%	0%
A51	181 040	190 171	190 171	5%	0%
TOTAL	**264 957**	**292 327**	**309 760**	**10%**	**6%**

Source : Egis

3.1.2 - Évaluation des émissions routières

Les émissions routières ont été évaluées selon la méthodologie COPERT (COmputer Programme to Calculate Emissions from Road Transport), dans sa version COPERT 5.

Le développement de COPERT est réalisé par EMISIA SA pour l'Agence Européenne pour l'Environnement (EEA) dans le cadre du consortium European Topic Centre for Air Pollution and Climate Change Mitigation.

Cette méthodologie comprend une bibliothèque de facteurs d'émissions unitaires qui expriment la quantité de polluants émis par un véhicule donné, sur un parcours donné d'un kilomètre, pour une année donnée. Ces facteurs d'émissions unitaires, exprimés en g/km, sont fonction de la catégorie du véhicule (voitures particulières, véhicules utilitaires légers, poids-lourds, bus, *etc.*), de son mode de carburation (essence, diesel), de sa cylindrée (ou de son poids total autorisé en charge pour les poids lourds), de sa date de mise en circulation (normes Euro) et de son âge, de sa vitesse et des conditions de circulation. Pour déterminer ces émissions unitaires, des mesures des émissions sont effectuées en laboratoire pour différents cycles représentatifs de conditions réelles de circulation.

La composition du parc roulant est issue des dernières projections de parc de l'IFSTTAR (Institut Français des Sciences et Technologies des Transports, de l'Aménagement et des Réseaux). Nous avons utilisé les dernières projections mises à jour en 2019. La composition du parc y est simulée pour la période 1970-2050.

Cette méthodologie constitue, à ce jour, la référence en termes d'évaluation des émissions routières ; son utilisation fait aujourd'hui l'objet d'un consensus au niveau européen.

L'évaluation des émissions routières reposent sur trois critères spécifiques présentant chacun un certain nombre d'incertitudes :

- Le trafic routier retenu sur le réseau routier étudié dont les deux niveaux d'incertitude – la représentativité des périodes et des sites de comptages et l'utilisation de profils types – ont été évoqués au paragraphe précédent (*cf.* 3.1.1 - Réseau routier et trafics) ;
- Les facteurs d'émissions sont incertains ou agrégés et ne prennent pas en compte avec assez de précision les spécificités locales (conditions météorologiques, topographie et état des routes, etc.) ou unitaires des véhicules (entretien, type de conduite, etc. ;
- Les parcs roulants sont représentatifs des données nationales et ne considèrent pas les spécificités d'ancienneté, de typologie et d'usage relatives à la sectorisation géographique (Paris et les petites et grandes couronnes franciliennes vs les secteurs ruraux hors agglomération, par exemple). Par ailleurs, les parcs prévisionnels reposent sur des anticipations statistiquement probables mais souvent altérées *a posteriori* par des évolutions conjoncturelles, politiques et sociétales.

Le cumul de ces incertitudes doit conduire à utiliser les valeurs déterminées avec prudence en favorisant davantage une analyse relative des résultats plutôt qu'une analyse absolue.

Malgré les incertitudes existantes sur les résultats, **la méthodologie COPERT constitue, à ce jour, la référence en termes d'évaluation des émissions routières et son utilisation fait aujourd'hui l'objet d'un consensus au niveau européen.**

3.1.3 - Émissions du secteur tertiaire

D'après le CITEPA[21] (Centre Interprofessionnel Technique d'Études de la Pollution Atmosphérique), les émissions du secteur résidentiel-tertiaire sont définies telles que :

- Résidentiel : chauffage, climatisation des bâtiments, engins de loisirs et jardinage, utilisation domestique de solvants, cuisson…
- Tertiaire : chauffage, réfrigération, climatisation des bâtiments des entreprises…

Dans l'ensemble, les émissions polluantes de ces secteurs sont dominées par les appareils de combustion lorsque ceux-ci utilisent des énergies fossiles. En raison de la grande variété de sources, les émissions de ce secteur sont généralement estimées à des échelles géographiques plus importantes qu'une ZAC (Commune, EPCI, département voire région) et sont fortement dépendantes du mix énergétique de la zone considérée.

À l'échelle de la ZAC de La Constance, il est important de noter les éléments suivants :

- Dans la zone de la ZAC, aucune source de production d'électricité ou de chauffage par combustible fossile (chaudière biomasse) n'est prévue.
- Au contraire, au principe de centrale biomasse implanté dans la zone, il a été préféré, pour la production chaud/froid, de construire une **centrale à boucle d'eau tempérée.** L'implantation de cette centrale est prévue à proximité de la ZAC car elle utiliserait, pour son équilibrage, l'énergie grise des eaux de rejet de la STEP d'Aix en Provence située au sud de la zone d'implantation de la ZAC. Ce choix, qui n'engendre aucune nouvelle émission à l'état projeté (par rapport à l'implantation d'une chaudière biomasse) fait partie des mesures ERC mises en œuvre dans le cadre de ce projet.
- Concernant les autres émissions du secteur Résidentiel/Tertiaire, liées aux usages (cuissons, engins de jardinage divers…), EGIS ne dispose pas d'éléments quantitatifs permettant d'estimer ces émissions au sein du projet de ZAC.

---

[21] https://www.citepa.org/wp-content/uploads/publications/secten/Citepa_Secten-2019_23_Residentiel-Tertiaire.pdf

3.1.4 - Évaluation des teneurs en polluants

La dispersion des polluants et l'évaluation de leurs concentrations dans l'air ambiant ont été réalisées avec le modèle ADMS Roads v.4.1 Ce logiciel est un modèle de dispersion atmosphérique gaussien, dit de seconde génération, qui repose sur les technologies et les connaissances les plus récentes dans le domaine de la qualité de l'air.

Utilisé, reconnu et validé en France et à l'international (plus de 1 000 utilisateurs), il bénéficie des résultats d'un groupe de chercheurs de Cambridge, le Cambridge Environmental Research Consultant (CERC), qui le développent depuis 1993. Il permet d'évaluer les teneurs des polluants réglementés en prenant en compte les effets complexes impliqués dans la dispersion atmosphérique : l'influence de la topographie, les effets « canyon », la description verticale de la turbulence atmosphérique, la nature des sols (rugosité), les phénomènes météorologiques complexes.

Ce modèle permet ainsi de répondre de manière complète à l'objectif de l'étude : estimation des concentrations moyennes annuelles, comparaison aux valeurs seuils définies dans la réglementation et estimation de l'exposition de la population.

Les données météorologiques utilisées reposent sur des systèmes standards de métrologie utilisées par les acteurs mondiaux de ce secteur, dont Météo France, en particulier, pour le territoire français. Cette métrologie est effectuée avec des équipements régulièrement contrôlés et calibrés afin de réduire la plus possible l'incertitude liée aux mesures.

Toutefois, les données météorologiques mesurées en un point donné ne peuvent être strictement représentatives que de ce site, sur le plan géographique, et que lors des mesures, sur le plan temporel. Étendre les valeurs mesurées à des sites proches et de nature similaire, de même qu'extrapoler les mesures à des périodes (jours, mois, année) crée obligatoirement une approximation, toutefois acceptable dans la présente étude.

Par ailleurs, ces données météorologiques fluctuent d'une année sur l'autre et les données d'une année particulière ne sauraient refléter le changement climatique en cours, ni anticiper sur les conditions météorologiques de l'horizon futur (2033). L'usage d'un contexte météorologique identique pour les trois scénarios crée donc un biais par rapport à la réalité, mais permet d'optimiser la comparaison de ces scénarios en s'affranchissant du critère météo.

Au-delà de l'incertitude liée à la météorologie retenue, les modèles gaussiens (dont ADMS, utilisé pour cette étude) présentent des limites pour les secteurs très proches des sources du fait de la turbulence importante inhérente à la création du panache de pollution et pour les secteurs très éloignés pour lesquels les proportions très faibles des polluants dans l'air sont difficilement quantifiables.

Dans les paramètres principaux utilisés par les modèles gaussiens, outre les émissions évoquées au paragraphe précédent et la météorologie (vent, stabilité atmosphérique) mentionnée ci-dessus, la rugosité a un rôle important. Elle permet de définir l'interaction des types de sol sur les écoulements des flux d'air : une surface importante d'eau (mer, lac) entravera très peu les déplacements des masses d'air, *a contrario* une futaie élevée ou les bâtiments d'une ville perturberont fortement les mouvements d'air et par conséquent la dispersion des polluants. Le plus souvent, une rugosité moyenne est retenue pour les modélisation de dispersion des polluants (c'est le cas dans la présente étude), mais la différenciation des typologies des sols peut s'avérer nécessaire pour des zones d'étude dont l'occupation des sols est très disparate, en termes de valeurs de rugosité. Mais quelle que soit la méthodologie retenue de détermination de la rugosité, l'approche demeure globale et ne tient pas compte précisément de l'échelle locale (haies, bâtiments, etc.).

Un autre critère, spécifique à ADMS, peut engendre une nouvelle incertitude pouvant parfois être très importante. Il s'agit de la non-prise en compte des vents calmes (< 0.75 m/s) dans les calculs de modélisation. Dans certains contextes géographiques, cette proportion d'observations peut être majoritaire et conséquemment altérer les résultats de la dispersion. La version d'ADMS utilisée permet néanmoins de prendre en compte ces situations de vents calmes en utilisant des niveaux moyens de vents au droit des effluents.

Enfin, les valeurs de fond retenues pour les polluants proviennent de l'analyse des campagnes de mesure par capteurs passifs et analyseurs dynamiques. Le report des incertitudes lié aux mesures est ainsi transféré sur les évaluations des concentrations.

Comme pour les calculs d'émissions, les différentes incertitudes précisées ci-dessus ne permettent de pouvoir afficher avec exactitude des niveaux de concentration des polluants dans l'atmosphère. L'analyse permettra toutefois une analyse relative précise et juste entre les scénarios étudiés.

Les conditions d'utilisation du modèle et les paramètres retenus dans le cadre de cette étude sont présentés dans le Tableau 23 – Principaux paramètres pour la dispersion atmosphérique dans ADMS Roads.

TABLEAU 23 – PRINCIPAUX PARAMÈTRES POUR LA DISPERSION ATMOSPHÉRIQUE DANS ADMS ROADS

Résolution

La grille de calcul se compose d'un maillage régulier de 3 621 points, soit une résolution de 40 m sur l'ensemble de la zone d'étude.

À proximité des axes routiers, ce maillage a été affiné avec l'ajout de points de maillage placés sous forme de transects de part et d'autre du linéaire étudié :

- 10 056 points pour l'***État de référence*** et le ***Fil de l'eau*** ;
- 15 530 points pour l'***État projeté***.

Les teneurs en polluant ont été évaluées en chaque point de cette grille.

Nature des sols

La nature des sols peut influencer la progression des panaches de polluants.

Dans le cadre de cette étude, la nature des sols a été caractérisée par une rugosité de 0,5 mètre sur l'ensemble de la zone d'étude. Cette rugosité correspond à des zones périurbaines.

Topographie

Compte tenu du relief légèrement marqué sur la zone d'étude et son influence probable sur les champs de vent, la topographie du site a été prise en compte dans le calcul de la dispersion atmosphérique.

Caractéristiques des polluants étudiés

Les polluants de type gazeux (dioxyde d'azote, dioxyde de soufre, monoxyde de carbone et benzène, etc.) ont été assimilés à des gaz passifs. Les particules et les métaux lourds ont été assimilés à des particules d'une densité de 5 000 kg/m^3 et de diamètres respectifs 10 µm et 2,5 µm.

Teneurs de fond

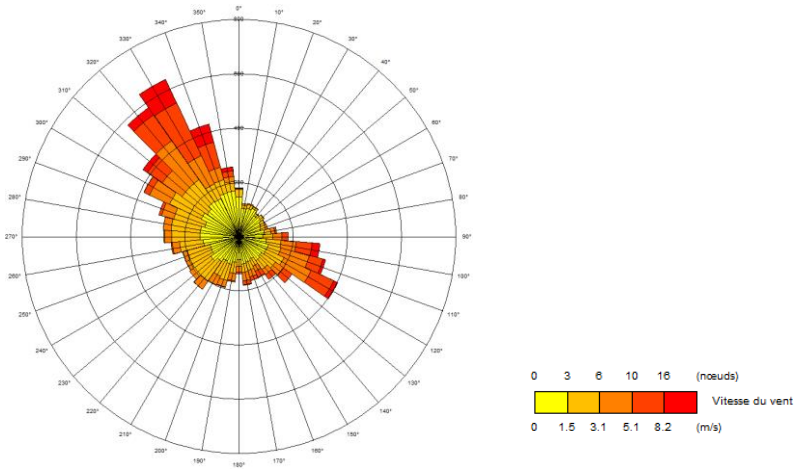
Les teneurs de fond retenues correspondent aux teneurs moyennes de fond rural mesurées pendant la campagne de mesure Egis. Les teneurs inférieures à la limite de quantification n'ont pas été prises en compte dans le calcul des moyennes. Donc certaines moyennes sont surestimées.

- Dioxyde d'azote : 21,6 µg/m^3
- Particules PM_{10} : 13,4 µg/m^3
- Particules $PM_{2,5}$: 8,67 µg/m^3
- Dioxyde de soufre : 1,3 µg/m^3
- Benzène : 0,68 µg/m^3
- 1,3-butadiène : 0,07 µg/m^3
- Monoxyde de carbone : 0 µg/m^3
- Nickel : 2,7 ng/m^3
- Chrome : 7,5 ng/m^3
- Chrome VI < 0,3 ng/m^3
- Arsenic : 0,3 ng/m^3

En l'absence de valeurs quantifiables pour l'ensemble des HAP, la teneur de fond a été prise égale à zéro.

Météorologie

Afin de décrire au mieux les conditions de dispersion, l'évaluation des teneurs en polluant dans l'air ambiant s'est appuyée sur les données météorologiques tri-horaires (température, direction et vitesse du vent, nébulosité pour appréhender la stabilité Atmosphérique) relevées sur la station Météo France d'Aix-les-Milles pour l'année 2006, année représentative des moyennes saisonnières.



Rose des vents pour la station d'Aix-les-Milles - année 2006

Source : Egis - Météo France

3.2 - Évaluation de l'impact du projet sur la qualité de l'air

3.2.1 - Bilan des émissions routières dans la zone d'étude

Les émissions routières ont été évaluées pour chacun des tronçons du réseau routier, aux horizons 2013 pour l'***État de référence*** (ER) et 2033 pour le ***Fil de l'eau*** (FE) et l'***État projeté*** (EP).

3.2.1.1 - Analyse comparative des bilans des émissions entre l'État de référence et l'horizon de mise en service sans projet

Les bilans des émissions routières aux horizons 2013 (***État de référence***) et 2033 sans projet (***Fil de l'eau***) sont présentés dans le Tableau 24, le Tableau 25 et le Tableau 26. Dans le second et le troisième tableau, les pourcentages correspondent aux écarts relatifs entre l'***État de référence*** et le ***Fil de l'eau*** (noté *(FE-ER)/ER*).

L'analyse comparative des émissions polluantes à ces deux horizons met en évidence la même tendance d'évolution pour chaque tronçon routier à l'exception de l'A8 car l'augmentation de son kilométrage parcouru est plus élevée que les autres tronçons (+23 % contre +5 % en moyenne).

L'évolution des émissions est néanmoins différente suivant les polluants :

- Les émissions des polluants gazeux sont en **diminution** de -5 % à -88 % ;
- Les émissions des particules PM10 et PM2.5 sont en **diminution** de -48 % et -61 % ;
- Les émissions de métaux évoluent de façon peu significatives de -3 à 5%.
- Les émissions des HAP sont assez disparates :
  - Les émissions de benzo(a)pyrène, benzo(a)anthracène, benzo(b)fluoranthène, benzo(k)fluoranthène, benzo(ghi)pérylène, acénaphtène, acénaphtylène, chrysène, dibenzo(a,h)anthracène, fluoranthène, indéno(1,2,3-cd)pyrène, phénanthrène et pyrène **diminuent** de -13 % à -54 % ;
  - Les émissions de benzo(j)fluoranthène, anthracène et fluorène **augmentent** de 11 % à 57 %.

Les émissions routières diminuent donc pour certains des polluants malgré l'augmentation du kilométrage parcouru (+10 %). Ces résultats montrent les effets positifs liés aux améliorations technologiques (généralisation du pot catalytique, reformulation des carburants, etc.) pour certains polluants. Le renouvellement du parc roulant est un facteur important de réductions des pollutions atmosphériques. Par comparaison avec les résultats de l'évaluation précédente de 2019, la diminution de la vitesse sur l'A8 de 115 km/h à 90 km/h. et également un facteur de réduction des émissions.

TABLEAU 24 – BILAN DES ÉMISSIONS ROUTIÈRES À L'ÉTAT DE RÉFÉRENCE – 2013

		TRONÇONS									TOTAL
		A51	A8	VoieA	VoieC	VoieCbis	VoieD	VoieE	VoieF	VoieG	
Dioxyde d'azote	kg/j	3.76E+01	2.65E+01	5.31E-02	1.74E-01	3.18E-02	4.40E-01	3.68E-01	4.32E-01	9.17E-02	**6.57E+01**
PM_{10}	kg/j	8.67E+00	4.78E+00	1.31E-02	5.58E-02	8.64E-03	1.21E-01	1.01E-01	1.08E-01	2.49E-02	**1.39E+01**
$PM_{2,5}$	kg/j	6.95E+00	4.02E+00	9.67E-03	3.91E-02	6.24E-03	8.76E-02	7.33E-02	7.98E-02	1.80E-02	**1.13E+01**
Monoxyde de carbone	kg/j	7.68E+01	8.57E+01	1.81E-01	6.91E-01	1.15E-01	1.56E+00	1.30E+00	1.44E+00	3.32E-01	**1.68E+02**
COVNM	kg/j	5.96E+00	3.06E+00	1.77E-02	7.55E-02	1.23E-02	1.68E-01	1.40E-01	1.42E-01	3.54E-02	**9.61E+00**
Benzène	kg/j	1.18E-01	7.01E-02	4.87E-04	2.10E-03	3.36E-04	4.43E-03	3.71E-03	3.79E-03	9.70E-04	**2.04E-01**
1,3-butadiène	kg/j	7.98E-02	4.07E-02	1.28E-04	5.61E-04	9.00E-05	1.40E-03	1.17E-03	1.17E-03	2.60E-04	**1.25E-01**
Dioxyde de soufre	kg/j	8.92E-01	4.81E-01	1.31E-03	4.32E-03	7.71E-04	1.07E-02	8.98E-03	1.08E-02	2.22E-03	**1.41E+00**
Arsenic	kg/j	3.35E-06	1.81E-06	5.00E-09	1.60E-08	3.00E-09	4.00E-08	3.40E-08	4.00E-08	8.00E-09	**5.30E-06**
Nickel	kg/j	2.56E-05	1.38E-05	3.80E-08	1.24E-07	2.20E-08	3.09E-07	2.58E-07	3.09E-07	6.40E-08	**4.06E-05**
Chrome	kg/j	7.06E-05	3.81E-05	1.04E-07	3.43E-07	6.10E-08	8.51E-07	7.12E-07	8.53E-07	1.76E-07	**1.12E-04**
Benzo(a)pyrène	kg/j	2.40E-04	1.01E-04	3.89E-07	8.74E-07	1.87E-07	2.49E-06	2.08E-06	3.05E-06	5.41E-07	**3.50E-04**
Benzo(a)anthracène	kg/j	4.20E-04	1.77E-04	6.64E-07	1.49E-06	3.20E-07	4.27E-06	3.57E-06	5.23E-06	9.24E-07	**6.14E-04**
Benzo(b)fluoranthène	kg/j	3.29E-04	1.43E-04	4.52E-07	1.02E-06	2.18E-07	3.01E-06	2.52E-06	3.68E-06	6.29E-07	**4.84E-04**
Benzo(k)fluoranthène	kg/j	2.82E-04	1.25E-04	3.59E-07	8.07E-07	1.73E-07	2.44E-06	2.04E-06	2.98E-06	5.00E-07	**4.16E-04**
Benzo(ghi)pérylène	kg/j	4.62E-04	1.93E-04	7.66E-07	1.72E-06	3.70E-07	4.88E-06	4.09E-06	5.98E-06	1.07E-06	**6.74E-04**
Benzo(j)fluoranthène	kg/j	2.10E-04	1.03E-04	1.03E-07	2.32E-07	5.00E-08	9.90E-07	8.29E-07	1.21E-06	1.44E-07	**3.17E-04**
Acénaphtène	kg/j	4.26E-03	1.77E-03	7.11E-06	1.60E-05	3.43E-06	4.51E-05	3.77E-05	5.52E-05	9.89E-06	**6.21E-03**
Acénaphtylène	kg/j	3.19E-03	1.32E-03	5.32E-06	1.19E-05	2.57E-06	3.37E-05	2.82E-05	4.13E-05	7.40E-06	**4.64E-03**
Anthracène	kg/j	4.46E-04	1.96E-04	5.95E-07	1.34E-06	2.87E-07	4.00E-06	3.34E-06	4.89E-06	8.28E-07	**6.57E-04**
Chrysène	kg/j	8.53E-04	3.74E-04	1.13E-06	2.53E-06	5.42E-07	7.55E-06	6.32E-06	9.24E-06	1.57E-06	**1.26E-03**
Dibenzo(a,h)anthracène	kg/j	5.51E-05	2.33E-05	8.60E-08	1.93E-07	4.10E-08	5.54E-07	4.64E-07	6.78E-07	1.20E-07	**8.05E-05**
Fluorène	kg/j	5.43E-04	2.75E-04	1.45E-07	3.26E-07	7.00E-08	1.95E-06	1.63E-06	2.39E-06	2.02E-07	**8.24E-04**
Fluoranthène	kg/j	3.88E-03	1.64E-03	6.11E-06	1.37E-05	2.95E-06	3.93E-05	3.29E-05	4.81E-05	8.51E-06	**5.66E-03**
Indéno(1,2,3-cd)pyrène	kg/j	2.35E-04	9.92E-05	3.72E-07	8.37E-07	1.80E-07	2.40E-06	2.01E-06	2.94E-06	5.18E-07	**3.43E-04**
Phénanthrène	kg/j	7.48E-03	3.14E-03	1.21E-05	2.73E-05	5.85E-06	7.76E-05	6.49E-05	9.49E-05	1.69E-05	**1.09E-02**
Pyrène	kg/j	3.66E-03	1.56E-03	5.54E-06	1.24E-05	2.67E-06	3.59E-05	3.01E-05	4.40E-05	7.70E-06	**5.36E-03**

Source : Egis

TABLEAU 25 – BILAN DES ÉMISSIONS ROUTIÈRES AU FIL DE L'EAU – PARTIE 1 – 2033

		TRONÇONS									TOTAL
		A51	A8	VoieA	VoieC	VoieCbis	VoieD	VoieE	VoieF	VoieG	
Dioxyde d'azote	kg/j	9,73E+00	4,76E+00	1,66E-02	5,18E-02	9,64E-03	1,31E-01	1,10E-01	1,33E-01	2,78E-02	**1,50E+01**
	(FE-ER)/ER	*-74%*	*-82%*	*-69%*	*-70%*	*-70%*	*-70%*	*-70%*	*-69%*	*-70%*	***-77%***
PM_{10}	kg/j	4,58E+00	2,36E+00	9,23E-03	4,39E-02	6,40E-03	9,02E-02	7,54E-02	7,72E-02	1,84E-02	**7,26E+00**
	(FE-ER)/ER	*-47%*	*-51%*	*-30%*	*-21%*	*-26%*	*-25%*	*-25%*	*-28%*	*-26%*	***-48%***
$PM_{2,5}$	kg/j	2,77E+00	1,42E+00	5,53E-03	2,59E-02	3,79E-03	5,37E-02	4,49E-02	4,62E-02	1,09E-02	**4,39E+00**
	(FE-ER)/ER	*-60%*	*-65%*	*-43%*	*-34%*	*-39%*	*-39%*	*-39%*	*-42%*	*-39%*	***-61%***
Monoxyde de carbone	kg/j	2,72E+01	1,34E+01	4,67E-02	1,48E-01	2,76E-02	3,78E-01	3,17E-01	3,76E-01	7,97E-02	**4,21E+01**
	(FE-ER)/ER	*-65%*	*-84%*	*-74%*	*-79%*	*-76%*	*-76%*	*-76%*	*-74%*	*-76%*	***-75%***
COVNM	kg/j	7,26E-01	3,89E-01	1,16E-03	3,91E-03	7,11E-04	1,09E-02	9,14E-03	1,04E-02	2,05E-03	**1,15E+00**
	(FE-ER)/ER	*-88%*	*-87%*	*-93%*	*-95%*	*-94%*	*-93%*	*-93%*	*-93%*	*-94%*	***-88%***
Benzène	kg/j	1,93E-02	9,43E-03	4,92E-05	1,57E-04	2,96E-05	3,99E-04	3,34E-04	3,91E-04	8,54E-05	**3,02E-02**
	(FE-ER)/ER	*-84%*	*-87%*	*-90%*	*-93%*	*-91%*	*-91%*	*-91%*	*-90%*	*-91%*	***-85%***
1,3-butadiène	kg/j	1,47E-02	8,34E-03	1,31E-05	4,86E-05	8,44E-06	1,58E-04	1,33E-04	1,42E-04	2,44E-05	**2,36E-02**
	(FE-ER)/ER	*-82%*	*-80%*	*-90%*	*-91%*	*-91%*	*-89%*	*-89%*	*-88%*	*-91%*	***-81%***
Dioxyde de soufre	kg/j	8,61E-01	4,45E-01	1,28E-03	4,20E-03	7,46E-04	1,07E-02	8,93E-03	1,08E-02	2,15E-03	**1,34E+00**
	(FE-ER)/ER	*-3%*	*-8%*	*-2%*	*-3%*	*-3%*	*-1%*	*-1%*	*0%*	*-3%*	***-5%***
Arsenic	kg/j	3,30E-06	1,70E-06	5,00E-09	1,60E-08	3,00E-09	4,10E-08	3,40E-08	4,10E-08	8,00E-09	**5,15E-06**
	(FE-ER)/ER	*-1%*	*-6%*	*0%*	*0%*	*0%*	*3%*	*0%*	*3%*	*0%*	***-3%***
Nickel	kg/j	2,47E-05	1,28E-05	3,60E-08	1,20E-07	2,10E-08	3,06E-07	2,56E-07	3,08E-07	6,10E-08	**3,86E-05**
	(FE-ER)/ER	*-3%*	*-7%*	*-5%*	*-3%*	*-5%*	*-1%*	*-1%*	*0%*	*-5%*	***-5%***
Chrome	kg/j	7,56E-05	3,88E-05	1,13E-07	3,61E-07	6,50E-08	9,28E-07	7,76E-07	9,50E-07	1,88E-07	**1,18E-04**
	(FE-ER)/ER	*7%*	*2%*	*9%*	*5%*	*7%*	*9%*	*9%*	*11%*	*7%*	***5%***
Benzo(a)pyrène	kg/j	1,51E-04	7,48E-05	2,57E-07	5,78E-07	1,24E-07	1,70E-06	1,42E-06	2,08E-06	3,58E-07	**2,32E-04**
	(FE-ER)/ER	*-37%*	*-26%*	*-34%*	*-34%*	*-34%*	*-32%*	*-32%*	*-32%*	*-34%*	***-34%***

TABLEAU 26 – BILAN DES ÉMISSIONS ROUTIÈRES AU FIL DE L'EAU – PARTIE 2 – 2033

		TRONÇONS									TOTAL
		A51	A8	VoieA	VoieC	VoieCbis	VoieD	VoieE	VoieF	VoieG	
Benzo(a)anthracène	kg/j	2,63E-04	1,32E-04	4,29E-07	9,65E-07	2,07E-07	2,86E-06	2,39E-06	3,49E-06	5,98E-07	**4,06E-04**
	(FE-ER)/ER	*-37%*	*-26%*	*-35%*	*-35%*	*-35%*	*-33%*	*-33%*	*-33%*	*-35%*	***-34%***
Benzo(b)fluoranthène	kg/j	2,46E-04	1,28E-04	3,27E-07	7,36E-07	1,58E-07	2,29E-06	1,91E-06	2,80E-06	4,56E-07	**3,83E-04**
	(FE-ER)/ER	*-25%*	*-11%*	*-28%*	*-28%*	*-28%*	*-24%*	*-24%*	*-24%*	*-28%*	***-21%***
Benzo(k)fluoranthène	kg/j	2,02E-04	1,07E-04	2,34E-07	5,26E-07	1,13E-07	1,70E-06	1,42E-06	2,08E-06	3,26E-07	**3,16E-04**
	(FE-ER)/ER	*-28%*	*-14%*	*-35%*	*-35%*	*-35%*	*-30%*	*-30%*	*-30%*	*-35%*	***-24%***
Benzo(ghi)pérylène	kg/j	3,58E-04	1,75E-04	6,27E-07	1,41E-06	3,02E-07	4,09E-06	3,42E-06	5,00E-06	8,73E-07	**5,48E-04**
	(FE-ER)/ER	*-23%*	*-9%*	*-18%*	*-18%*	*-18%*	*-16%*	*-16%*	*-16%*	*-18%*	***-19%***
Benzo(j)fluoranthène	kg/j	3,17E-04	1,74E-04	2,70E-07	6,07E-07	1,30E-07	2,14E-06	1,79E-06	2,62E-06	3,76E-07	**4,99E-04**
	(FE-ER)/ER	*51%*	*68%*	*162%*	*162%*	*160%*	*117%*	*116%*	*117%*	*161%*	***57%***
Acénaphtène	kg/j	1,86E-03	9,02E-04	3,44E-06	7,73E-06	1,66E-06	2,23E-05	1,86E-05	2,73E-05	4,79E-06	**2,84E-03**
	(FE-ER)/ER	*-56%*	*-49%*	*-52%*	*-52%*	*-52%*	*-51%*	*-51%*	*-51%*	*-52%*	***-54%***
Acénaphtylène	kg/j	1,39E-03	6,75E-04	2,57E-06	5,78E-06	1,24E-06	1,67E-05	1,39E-05	2,04E-05	3,58E-06	**2,13E-03**
	(FE-ER)/ER	*-56%*	*-49%*	*-52%*	*-52%*	*-52%*	*-51%*	*-51%*	*-51%*	*-52%*	***-54%***
Anthracène	kg/j	6,21E-04	3,15E-04	9,02E-07	2,03E-06	4,35E-07	6,11E-06	5,11E-06	7,47E-06	1,26E-06	**9,59E-04**
	(FE-ER)/ER	*39%*	*61%*	*52%*	*52%*	*52%*	*53%*	*53%*	*53%*	*52%*	***46%***
Chrysène	kg/j	5,58E-04	2,96E-04	6,62E-07	1,49E-06	3,19E-07	4,78E-06	4,00E-06	5,85E-06	9,22E-07	**8,71E-04**
	(FE-ER)/ER	*-35%*	*-21%*	*-41%*	*-41%*	*-41%*	*-37%*	*-37%*	*-37%*	*-41%*	***-31%***
Dibenzo(a,h)anthracène	kg/j	2,91E-05	1,47E-05	4,60E-08	1,04E-07	2,20E-08	3,10E-07	2,59E-07	3,79E-07	6,40E-08	**4,50E-05**
	(FE-ER)/ER	*-47%*	*-37%*	*-47%*	*-46%*	*-46%*	*-44%*	*-44%*	*-44%*	*-47%*	***-44%***
Fluorène	kg/j	5,70E-04	3,38E-04	1,45E-07	3,26E-07	7,00E-08	2,15E-06	1,80E-06	2,63E-06	2,02E-07	**9,15E-04**
	(FE-ER)/ER	*5%*	*23%*	*0%*	*0%*	*0%*	*10%*	*10%*	*10%*	*0%*	***11%***
Fluoranthène	kg/j	2,77E-03	1,38E-03	4,52E-06	1,02E-05	2,18E-06	2,99E-05	2,50E-05	3,66E-05	6,29E-06	**4,26E-03**
	(FE-ER)/ER	*-29%*	*-16%*	*-26%*	*-26%*	*-26%*	*-24%*	*-24%*	*-24%*	*-26%*	***-25%***
Indéno(1,2,3-cd)pyrène	kg/j	1,79E-04	8,92E-05	2,95E-07	6,62E-07	1,42E-07	1,95E-06	1,63E-06	2,39E-06	4,10E-07	**2,76E-04**
	(FE-ER)/ER	*-24%*	*-10%*	*-21%*	*-21%*	*-21%*	*-19%*	*-19%*	*-19%*	*-21%*	***-20%***
Phénanthrène	kg/j	6,20E-03	3,05E-03	1,05E-05	2,37E-05	5,08E-06	6,90E-05	5,77E-05	8,44E-05	1,47E-05	**9,51E-03**
	(FE-ER)/ER	*-17%*	*-3%*	*-13%*	*-13%*	*-13%*	*-11%*	*-11%*	*-11%*	*-13%*	***-13%***
Pyrène	kg/j	2,20E-03	1,12E-03	3,32E-06	7,47E-06	1,60E-06	2,25E-05	1,88E-05	2,75E-05	4,63E-06	**3,40E-03**
	(FE-ER)/ER	*-40%*	*-28%*	*-40%*	*-40%*	*-40%*	*-37%*	*-37%*	*-37%*	*-40%*	***-36%***

Source : Egis

3.2.1.2 - Analyse comparative des bilans des émissions à l'horizon de mise en service

Le bilan des émissions routières à l'horizon 2033 pour l'***État projeté 2033*** (EP), à savoir la situation avec la réalisation du projet est présenté dans le Tableau 27. Dans ce tableau, les pourcentages correspondent aux écarts relatifs entre l'***État projeté*** et le ***Fil de l'eau*** (noté *(EP-FE)/FE*). Le détail des émissions est présenté sur les Tableau 28, Tableau 29 et Tableau 30.

L'analyse comparative des émissions polluantes à l'horizon 2033 met en évidence une augmentation des émissions quel que soit le polluant considéré. Les augmentations des émissions entre le ***Fil de l'eau*** et l'***État projeté*** sont en moyenne de l'ordre de 6 %. Elles sont principalement liées à la réalisation du projet de la ZAC de la Constance. En effet, les émissions des autoroutes n'évoluent pas (0 %) entre le ***Fil de l'eau*** et l'***État projeté***. Les évolutions sont cohérentes avec le kilométrage parcouru qui augmente globalement de 6%. Néanmoins, ces évolutions cachent quelques disparités entre les différents tronçons routiers de la ZAC en cohérence avec les variations du kilométrage parcouru et les variations de part VL/PL. À noter que l'acénaphtène et l'acénaphtylène ne sont émis que par les véhicules légers, ainsi les voies réservées aux bus (voie E et voie I Bus) n'émettent pas ces polluants.

Le projet de la ZAC de la Constance a donc un impact sur les émissions routières en polluants. En effet, l'augmentation du kilométrage parcouru sur la zone entraîne une augmentation des émissions en polluants de 6 %. Néanmoins, il est important de noter que les autoroutes A51 et A8 sont responsables d'environ 90 % des émissions en polluants et le projet n'a aucun impact sur les autoroutes A51 et A8. Donc le projet est responsable d'une légère augmentation des émissions en polluants mais l'autoroute est la principale source de pollution de la zone d'étude.

Les diagrammes de la Figure 27 montrent l'évolution des émissions totales, polluant par polluant, pour ***l'État de référence***, le ***Fil de l'eau*** et l'***État projeté***.

TABLEAU 27 – BILAN DES ÉMISSIONS ROUTIÈRES À L'ÉTAT PROJETÉ – 2033

		TOTAL
Dioxyde d'azote	kg/j	1,59E+01
	(EP-FE)/FE	*6%*
PM_{10}	kg/j	7,84E+00
	(EP-FE)/FE	*8%*
$PM_{2,5}$	kg/j	4,73E+00
	(EP-FE)/FE	*8%*
Monoxyde de carbone	kg/j	4,48E+01
	(EP-FE)/FE	*6%*
COVNM	kg/j	1,24E+00
	(EP-FE)/FE	*7%*
Benzène	kg/j	3,30E-02
	(EP-FE)/FE	*9%*
1,3-butadiène	kg/j	2,49E-02
	(EP-FE)/FE	*5%*
Dioxyde de soufre	kg/j	1,42E+00
	(EP-FE)/FE	*6%*
Arsenic	kg/j	5,46E-06
	(EP-FE)/FE	*6%*
Nickel	kg/j	4,09E-05
	(EP-FE)/FE	*6%*
Chrome	kg/j	1,25E-04
	(EP-FE)/FE	*6%*
Benzo(a)pyrène	kg/j	2,47E-04
	(EP-FE)/FE	*6%*
Benzo(a)anthracène	kg/j	4,31E-04
	(EP-FE)/FE	*6%*

		TOTAL
Benzo(b)fluoranthène	kg/j	4,03E-04
	(EP-FE)/FE	*5%*
Benzo(k)fluoranthène	kg/j	3,31E-04
	(EP-FE)/FE	*5%*
Benzo(ghi)pérylène	kg/j	5,84E-04
	(EP-FE)/FE	*6%*
Benzo(j)fluoranthène	kg/j	5,20E-04
	(EP-FE)/FE	*4%*
Acénaphtène	kg/j	3,04E-03
	(EP-FE)/FE	*7%*
Acénaphtylène	kg/j	2,27E-03
	(EP-FE)/FE	*7%*
Anthracène	kg/j	1,01E-03
	(EP-FE)/FE	*6%*
Chrysène	kg/j	9,15E-04
	(EP-FE)/FE	*5%*
Dibenzo(a,h)anthracène	kg/j	3,47E-05
	(EP-FE)/FE	*-23%*
Fluorène	kg/j	9,40E-04
	(EP-FE)/FE	*3%*
Fluoranthène	kg/j	4,52E-03
	(EP-FE)/FE	*6%*
Indéno(1,2,3-cd)pyrène	kg/j	2,93E-04
	(EP-FE)/FE	*6%*
Phénanthrène	kg/j	1,01E-02
	(EP-FE)/FE	*6%*
Pyrène	kg/j	3,60E-03
	(EP-FE)/FE	*6%*

Source : Egis

TABLEAU 28 – BILAN DES ÉMISSIONS ROUTIÈRES À L'ÉTAT PROJETÉ –PARTIE 1 – 2033

		TRONÇONS									
		A51	A8	VoieA	VoieB	VoieC	VoieCbis	VoieD	VoieE	VoieF	VoieG
Dioxyde d'azote	kg/j	9,73E+00	4,76E+00	4,70E-02	1,05E-02	0,00E+00	3,00E-02	6,58E-02	1,74E-03	1,05E-01	5,80E-02
	(EP-FE)/FE	*0%*	*0%*	*183%*	*100%*	*-100%*	*211%*	*-50%*	*-98%*	*-21%*	*109%*
PM_{10}	kg/j	4,58E+00	2,36E+00	2,73E-02	9,24E-03	0,00E+00	2,06E-02	4,52E-02	4,78E-03	6,12E-02	3,99E-02
	(EP-FE)/FE	*0%*	*0%*	*196%*	*100%*	*-53%*	*607%*	*-95%*	*-19%*	*-48%*	*368%*
$PM_{2,5}$	kg/j	2,77E+00	1,42E+00	1,63E-02	5,46E-03	0,00E+00	1,23E-02	2,69E-02	2,82E-03	3,67E-02	2,37E-02
	(EP-FE)/FE	*0%*	*0%*	*196%*	*100%*	*-53%*	*610%*	*-95%*	*-18%*	*-49%*	*370%*
Monoxyde de carbone	kg/j	2,72E+01	1,34E+01	1,33E-01	3,03E-02	0,00E+00	8,65E-02	1,90E-01	7,20E-03	2,98E-01	1,67E-01
	(EP-FE)/FE	*0%*	*0%*	*185%*	*100%*	*-42%*	*587%*	*-98%*	*-6%*	*-56%*	*425%*
COVNM	kg/j	7,26E-01	3,89E-01	3,66E-03	9,09E-04	0,00E+00	2,50E-03	5,47E-03	1,39E-03	8,22E-03	4,83E-03
	(EP-FE)/FE	*0%*	*0%*	*215%*	*100%*	*-36%*	*669%*	*-87%*	*-10%*	*-53%*	*461%*
Benzène	kg/j	1,93E-02	9,43E-03	1,38E-04	3,14E-05	0,00E+00	9,13E-05	2,00E-04	1,39E-06	3,10E-04	1,76E-04
	(EP-FE)/FE	*0%*	*0%*	*181%*	*100%*	*-42%*	*576%*	*-100%*	*-7%*	*-55%*	*409%*
1,3-butadiène	kg/j	1,47E-02	8,34E-03	5,01E-05	1,40E-05	0,00E+00	3,62E-05	7,93E-05	4,59E-05	1,12E-04	7,01E-05
	(EP-FE)/FE	*0%*	*0%*	*282%*	*100%*	*-25%*	*839%*	*-71%*	*-15%*	*-51%*	*546%*
Dioxyde de soufre	kg/j	8,61E-01	4,45E-01	3,81E-03	8,93E-04	0,00E+00	2,44E-03	5,35E-03	6,57E-04	8,54E-03	4,72E-03
	(EP-FE)/FE	*0%*	*0%*	*198%*	*100%*	*-42%*	*617%*	*-94%*	*-4%*	*-56%*	*456%*
Arsenic	kg/j	3,30E-06	1,70E-06	1,50E-08	3,00E-09	0,00E+00	9,00E-09	2,00E-08	3,00E-09	3,30E-08	1,80E-08
	(EP-FE)/FE	*0%*	*0%*	*200%*	*100%*	*-44%*	*567%*	*-93%*	*-3%*	*-56%*	*475%*
Nickel	kg/j	2,47E-05	1,28E-05	1,09E-07	2,60E-08	0,00E+00	7,00E-08	1,53E-07	2,00E-08	2,45E-07	1,35E-07
	(EP-FE)/FE	*0%*	*0%*	*203%*	*100%*	*-42%*	*629%*	*-93%*	*-4%*	*-56%*	*462%*
Chrome	kg/j	7,56E-05	3,88E-05	3,36E-07	7,70E-08	0,00E+00	2,12E-07	4,65E-07	5,50E-08	7,53E-07	4,10E-07
	(EP-FE)/FE	*0%*	*0%*	*197%*	*100%*	*-41%*	*615%*	*-94%*	*-3%*	*-57%*	*462%*

TABLEAU 29 – BILAN DES ÉMISSIONS ROUTIÈRES À L'ÉTAT PROJETÉ –PARTIE 2 – 2033

		TRONÇONS									
		A51	A8	VoieA	VoieB	VoieC	VoieCbis	VoieD	VoieE	VoieF	VoieG
Benzo(a)pyrène	kg/j	1,51E-04	7,48E-05	7,34E-07	1,17E-07	0,00E+00	3,88E-07	8,50E-07	2,80E-08	1,65E-06	7,49E-07
	(EP-FE)/FE	*0%*	*0%*	*186%*	*100%*	*-33%*	*585%*	*-98%*	*16%*	*-64%*	*544%*
Benzo(a)anthracène	kg/j	2,63E-04	1,32E-04	1,24E-06	1,98E-07	0,00E+00	6,53E-07	1,43E-06	7,40E-08	2,77E-06	1,26E-06
	(EP-FE)/FE	*0%*	*0%*	*188%*	*100%*	*-32%*	*591%*	*-97%*	*16%*	*-64%*	*549%*
Benzo(b)fluoranthène	kg/j	2,46E-04	1,28E-04	9,90E-07	1,58E-07	0,00E+00	5,23E-07	1,15E-06	1,68E-07	2,22E-06	1,01E-06
	(EP-FE)/FE	*0%*	*0%*	*203%*	*100%*	*-29%*	*625%*	*-93%*	*16%*	*-64%*	*582%*
Benzo(k)fluoranthène	kg/j	2,02E-04	1,07E-04	7,36E-07	1,18E-07	0,00E+00	3,89E-07	8,52E-07	1,87E-07	1,65E-06	7,52E-07
	(EP-FE)/FE	*0%*	*0%*	*215%*	*100%*	*-26%*	*654%*	*-89%*	*16%*	*-64%*	*610%*
Benzo(ghi)pérylène	kg/j	3,58E-04	1,75E-04	1,77E-06	2,83E-07	0,00E+00	9,35E-07	2,05E-06	2,40E-08	3,97E-06	1,81E-06
	(EP-FE)/FE	*0%*	*0%*	*182%*	*100%*	*-34%*	*579%*	*-99%*	*16%*	*-64%*	*537%*
Benzo(j)fluoranthène	kg/j	3,17E-04	1,74E-04	9,28E-07	1,48E-07	0,00E+00	4,90E-07	1,07E-06	4,02E-07	2,08E-06	9,48E-07
	(EP-FE)/FE	*0%*	*0%*	*244%*	*100%*	*-19%*	*725%*	*-81%*	*16%*	*-64%*	*675%*
Acénaphtène	kg/j	1,86E-03	9,02E-04	9,64E-06	1,54E-06	0,00E+00	5,10E-06	1,12E-05	0,00E+00	2,16E-05	9,85E-06
	(EP-FE)/FE	*0%*	*0%*	*180%*	*100%*	*-34%*	*574%*	*-100%*	*16%*	*-64%*	*534%*
Acénaphtylène	kg/j	1,39E-03	6,75E-04	7,21E-06	1,15E-06	0,00E+00	3,81E-06	8,36E-06	0,00E+00	1,62E-05	7,37E-06
	(EP-FE)/FE	*0%*	*0%*	*180%*	*100%*	*-34%*	*574%*	*-100%*	*16%*	*-64%*	*534%*
Anthracène	kg/j	6,21E-04	3,15E-04	2,64E-06	4,23E-07	0,00E+00	1,40E-06	3,06E-06	2,66E-07	5,93E-06	2,70E-06
	(EP-FE)/FE	*0%*	*0%*	*193%*	*100%*	*-31%*	*604%*	*-96%*	*16%*	*-64%*	*562%*
Chrysène	kg/j	5,58E-04	2,96E-04	2,07E-06	3,31E-07	0,00E+00	1,09E-06	2,40E-06	5,00E-07	4,64E-06	2,11E-06
	(EP-FE)/FE	*0%*	*0%*	*213%*	*100%*	*-27%*	*651%*	*-90%*	*16%*	*-64%*	*605%*
Dibenzo(a,h)anthracène	kg/j	2,13E-05	1,04E-05	1,06E-07	1,70E-08	0,00E+00	5,60E-08	1,23E-07	0,00E+00	2,38E-07	1,08E-07
	(EP-FE)/FE	*-27%*	*-29%*	*130%*	*100%*	*-46%*	*459%*	*-100%*	*-8%*	*-72%*	*420%*
Fluorène	kg/j	5,70E-04	3,38E-04	9,30E-07	1,49E-07	0,00E+00	4,90E-07	1,07E-06	1,23E-06	2,08E-06	9,51E-07
	(EP-FE)/FE	*0%*	*0%*	*541%*	*100%*	*50%*	*1431%*	*-43%*	*16%*	*-64%*	*1344%*
Fluoranthène	kg/j	2,77E-03	1,38E-03	1,30E-05	2,07E-06	0,00E+00	6,85E-06	1,50E-05	6,58E-07	2,91E-05	1,32E-05
	(EP-FE)/FE	*0%*	*0%*	*187%*	*100%*	*-100%*	*214%*	*-50%*	*-97%*	*-21%*	*110%*
Indéno(1,2,3-cd)pyrène	kg/j	1,79E-04	8,92E-05	8,45E-07	1,35E-07	0,00E+00	4,46E-07	9,79E-07	4,30E-08	1,90E-06	8,63E-07
	(EP-FE)/FE	*0%*	*0%*	*186%*	*100%*	*-33%*	*589%*	*-98%*	*16%*	*-64%*	*548%*
Phénanthrène	kg/j	6,20E-03	3,05E-03	2,98E-05	4,77E-06	0,00E+00	1,58E-05	3,46E-05	7,08E-07	6,70E-05	3,05E-05
	(EP-FE)/FE	*0%*	*0%*	*183%*	*100%*	*-33%*	*581%*	*-99%*	*16%*	*-64%*	*540%*
Pyrène	kg/j	2,20E-03	1,12E-03	9,73E-06	1,56E-06	0,00E+00	5,14E-06	1,13E-05	9,72E-07	2,18E-05	9,94E-06
	(EP-FE)/FE	*0%*	*0%*	*193%*	*100%*	*-31%*	*603%*	*-96%*	*16%*	*-64%*	*562%*

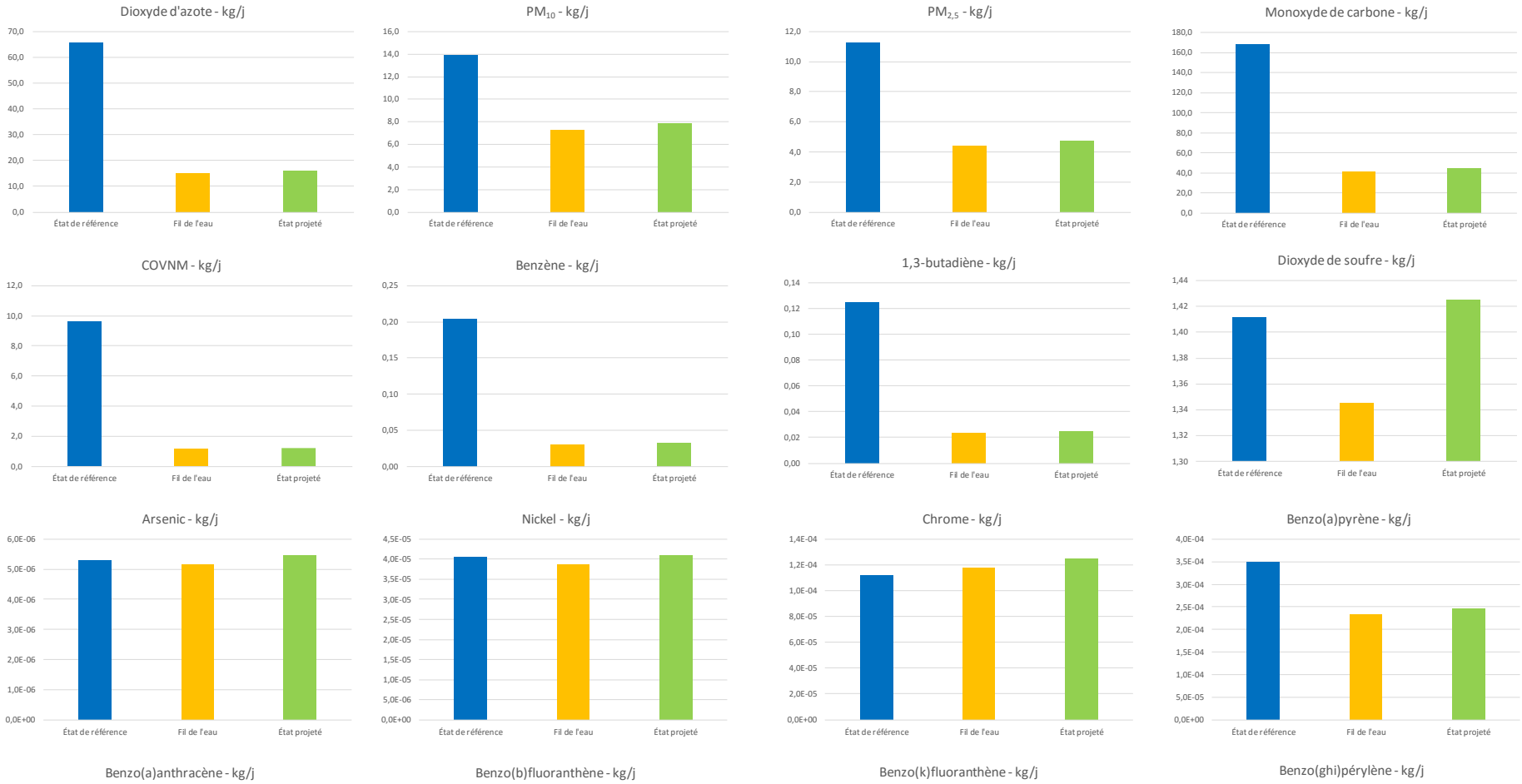
Source : Egis

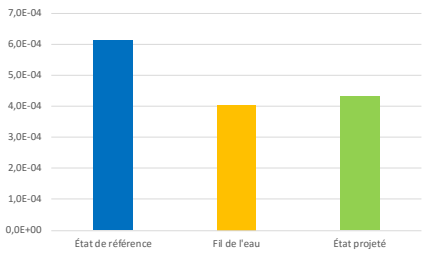
TABLEAU 30 – BILAN DES ÉMISSIONS ROUTIÈRES À L'ÉTAT PROJETÉ –PARTIE 3 – 2033

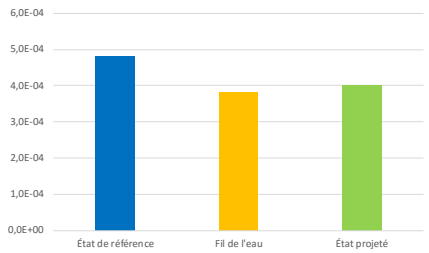
		VoieH	VoieI_Bus	VoieJ	VoieK	VoieL	VoieM	VoieN	VoieO	VoieP	VoieQ	TOTAL
Dioxyde d'azote	kg/j	1,48E-01	6,41E-03	1,43E-01	7,25E-02	4,99E-02	7,56E-02	1,56E-02	1,69E-01	3,68E-01	6,99E-02	**1,59E+01**
PM_{10}	kg/j	8,58E-02	1,75E-02	8,30E-02	4,98E-02	3,42E-02	4,39E-02	1,07E-02	1,16E-01	2,14E-01	4,06E-02	**7,84E+00**
$PM_{2,5}$	kg/j	5,14E-02	1,03E-02	4,97E-02	2,96E-02	2,04E-02	2,63E-02	6,35E-03	6,91E-02	1,28E-01	2,43E-02	**4,73E+00**
Monoxyde de carbone	kg/j	4,18E-01	2,64E-02	4,04E-01	2,09E-01	1,44E-01	2,14E-01	4,48E-02	4,88E-01	1,04E+00	1,98E-01	**4,48E+01**
COVNM	kg/j	1,15E-02	5,11E-03	1,11E-02	6,04E-03	4,15E-03	5,89E-03	1,29E-03	1,41E-02	2,87E-02	5,45E-03	**1,24E+00**
Benzène	kg/j	4,35E-04	5,11E-06	4,20E-04	2,20E-04	1,52E-04	2,23E-04	4,73E-05	5,14E-04	1,08E-03	2,06E-04	**3,30E-02**
1,3-butadiène	kg/j	1,57E-04	1,68E-04	1,52E-04	8,76E-05	6,02E-05	8,06E-05	1,86E-05	2,04E-04	3,93E-04	7,47E-05	**2,49E-02**
Dioxyde de soufre	kg/j	1,20E-02	2,41E-03	1,16E-02	5,89E-03	4,05E-03	6,13E-03	1,26E-03	1,37E-02	2,99E-02	5,67E-03	**1,42E+00**
Arsenic	kg/j	4,60E-08	1,00E-08	4,40E-08	2,30E-08	1,50E-08	2,30E-08	5,00E-09	5,20E-08	1,14E-07	2,20E-08	**5,46E-06**
Nickel	kg/j	3,43E-07	7,40E-08	3,31E-07	1,69E-07	1,16E-07	1,75E-07	3,60E-08	3,94E-07	8,55E-07	1,62E-07	**4,09E-05**
Chrome	kg/j	1,06E-06	2,02E-07	1,02E-06	5,12E-07	3,52E-07	5,40E-07	1,10E-07	1,20E-06	2,63E-06	5,00E-07	**1,25E-04**
Benzo(a)pyrène	kg/j	2,31E-06	1,02E-07	2,23E-06	9,36E-07	6,44E-07	1,18E-06	2,01E-07	2,18E-06	5,75E-06	1,09E-06	**2,47E-04**
Benzo(a)anthracène	kg/j	3,88E-06	2,70E-07	3,76E-06	1,58E-06	1,08E-06	1,99E-06	3,38E-07	3,68E-06	9,69E-06	1,84E-06	**4,31E-04**
Benzo(b)fluoranthène	kg/j	3,11E-06	6,16E-07	3,01E-06	1,26E-06	8,69E-07	1,59E-06	2,70E-07	2,95E-06	7,76E-06	1,47E-06	**4,03E-04**
Benzo(k)fluoranthène	kg/j	2,31E-06	6,88E-07	2,24E-06	9,40E-07	6,46E-07	1,18E-06	2,01E-07	2,19E-06	5,77E-06	1,10E-06	**3,31E-04**
Benzo(ghi)pérylène	kg/j	5,56E-06	8,70E-08	5,38E-06	2,26E-06	1,55E-06	2,85E-06	4,84E-07	5,27E-06	1,39E-05	2,63E-06	**5,84E-04**
Benzo(j)fluoranthène	kg/j	2,92E-06	1,48E-06	2,82E-06	1,19E-06	8,14E-07	1,49E-06	2,53E-07	2,76E-06	7,28E-06	1,38E-06	**5,20E-04**
Acénaphtène	kg/j	3,03E-05	0,00E+00	2,93E-05	1,23E-05	8,46E-06	1,55E-05	2,64E-06	2,87E-05	7,56E-05	1,44E-05	**3,04E-03**
Acénaphtylène	kg/j	2,27E-05	0,00E+00	2,19E-05	9,20E-06	6,33E-06	1,16E-05	1,98E-06	2,15E-05	5,66E-05	1,07E-05	**2,27E-03**
Anthracène	kg/j	8,31E-06	9,77E-07	8,03E-06	3,37E-06	2,32E-06	4,25E-06	7,23E-07	7,87E-06	2,07E-05	3,93E-06	**1,01E-03**
Chrysène	kg/j	6,50E-06	1,84E-06	6,29E-06	2,64E-06	1,82E-06	3,33E-06	5,65E-07	6,16E-06	1,62E-05	3,08E-06	**9,15E-04**
Dibenzo(a,h)anthracène	kg/j	3,33E-07	0,00E+00	3,22E-07	1,35E-07	9,30E-08	1,70E-07	2,90E-08	3,15E-07	8,30E-07	1,58E-07	**3,47E-05**
Fluorène	kg/j	2,92E-06	4,52E-06	2,83E-06	1,19E-06	8,16E-07	1,49E-06	2,50E-07	2,77E-06	7,29E-06	1,39E-06	**9,40E-04**
Fluoranthène	kg/j	4,07E-05	2,42E-06	3,94E-05	1,65E-05	1,14E-05	2,08E-05	3,55E-06	3,86E-05	1,02E-04	1,93E-05	**4,52E-03**
Indéno(1,2,3-cd)pyrène	kg/j	2,66E-06	1,58E-07	2,57E-06	1,08E-06	7,41E-07	1,36E-06	2,31E-07	2,52E-06	6,62E-06	1,26E-06	**2,93E-04**
Phénanthrène	kg/j	9,38E-05	2,60E-06	9,07E-05	3,81E-05	2,62E-05	4,80E-05	8,17E-06	8,89E-05	2,34E-04	4,44E-05	**1,01E-02**
Pyrène	kg/j	3,06E-05	3,57E-06	2,96E-05	1,24E-05	8,54E-06	1,57E-05	2,66E-06	2,90E-05	7,63E-05	1,45E-05	**3,60E-03**

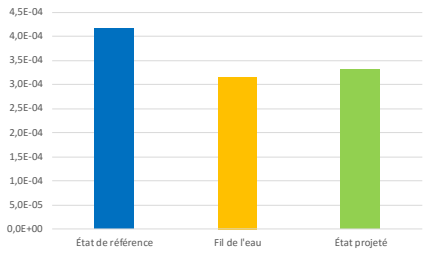
FIGURE 27 – ÉVOLUTION DES ÉMISSIONS TOTALES PAR POLLUANT ET PAR HORIZON

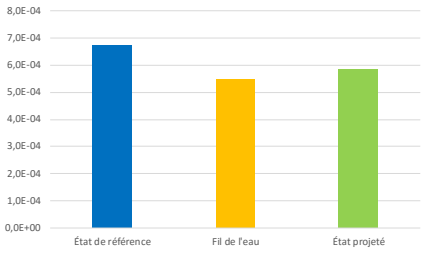
Source : Egis

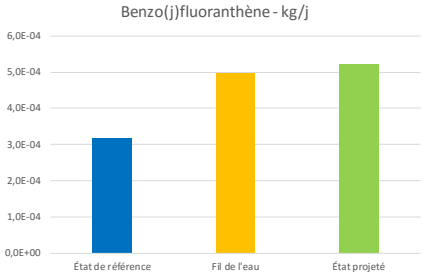


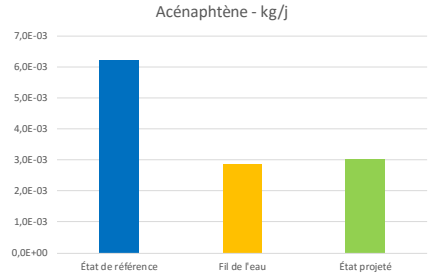

7,0E-04
6,0E-04
5,0E-04
4,0E-04
3,0E-04
2,0E-04
1,0E-04
0,0E+00
État de référence
Fil de l'eau
État projeté

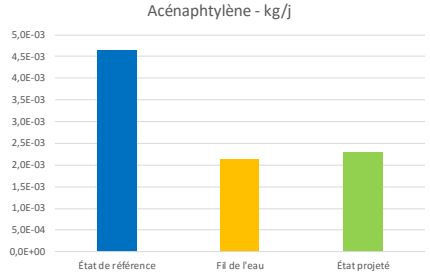

6,0E-04
5,0E-04
4,0E-04
3,0E-04
2,0E-04
1,0E-04
0,0E+00
État de référence
Fil de l'eau
État projeté

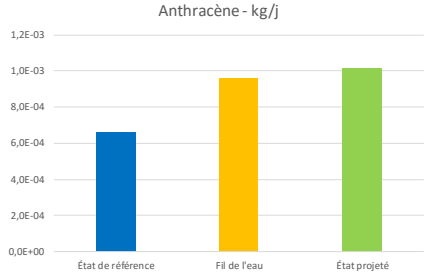

4,5E-04
4,0E-04
3,5E-04
3,0E-04
2,5E-04
2,0E-04
1,5E-04
1,0E-04
5,0E-05
0,0E+00
État de référence
Fil de l'eau
État projeté

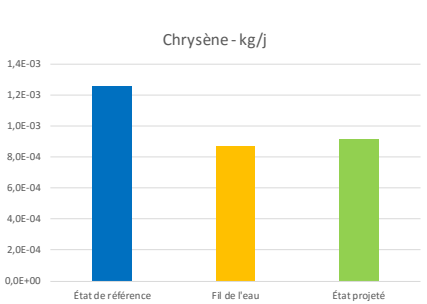

8,0E-04
7,0E-04
6,0E-04
5,0E-04
4,0E-04
3,0E-04
2,0E-04
1,0E-04
0,0E+00
État de référence
Fil de l'eau
État projeté

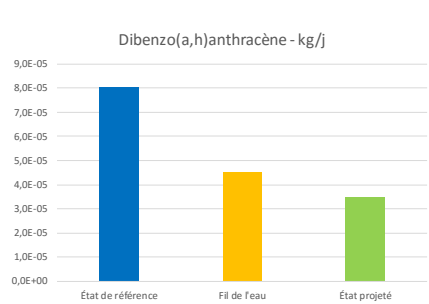

Benzo(j)fluoranthène - kg/j
6,0E-04
5,0E-04
4,0E-04
3,0E-04
2,0E-04
1,0E-04
0,0E+00
État de référence
Fil de l'eau
État projeté

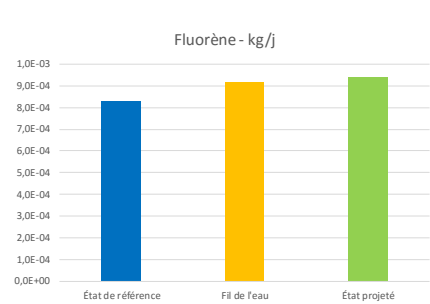

Acénaphtène - kg/j
7,0E-03
6,0E-03
5,0E-03
4,0E-03
3,0E-03
2,0E-03
1,0E-03
0,0E+00
État de référence
Fil de l'eau
État projeté

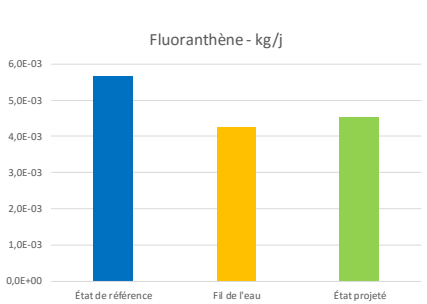

Acénaphtylène - kg/j
5,0E-03
4,5E-03
4,0E-03
3,5E-03
3,0E-03
2,5E-03
2,0E-03
1,5E-03
1,0E-03
5,0E-04
0,0E+00
État de référence
Fil de l'eau
État projeté

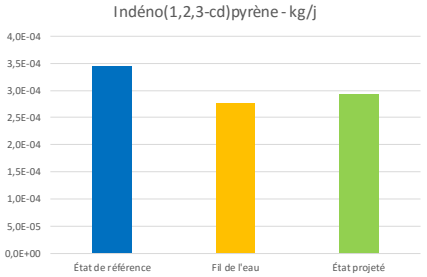

Anthracène - kg/j
1,2E-03
1,0E-03
8,0E-04
6,0E-04
4,0E-04
2,0E-04
0,0E+00
État de référence
Fil de l'eau
État projeté

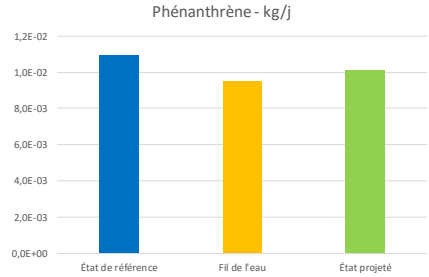

Chrysène - kg/j
1,4E-03
1,2E-03
1,0E-03
8,0E-04
6,0E-04
4,0E-04
2,0E-04
0,0E+00
État de référence
Fil de l'eau
État projeté

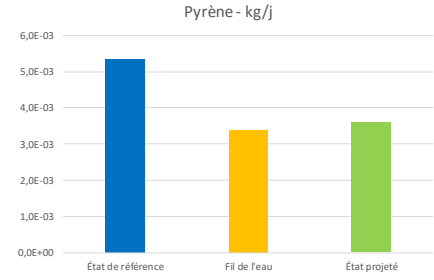

Dibenzo(a,h)anthracène - kg/j
9,0E-05
8,0E-05
7,0E-05
6,0E-05
5,0E-05
4,0E-05
3,0E-05
2,0E-05
1,0E-05
0,0E+00
État de référence
Fil de l'eau
État projeté


Fluorène - kg/j
1,0E-03
9,0E-04
8,0E-04
7,0E-04
6,0E-04
5,0E-04
4,0E-04
3,0E-04
2,0E-04
1,0E-04
0,0E+00
État de référence
Fil de l'eau
État projeté


Fluoranthène - kg/j
6,0E-03
5,0E-03
4,0E-03
3,0E-03
2,0E-03
1,0E-03
0,0E+00
État de référence
Fil de l'eau
État projeté


Indéno(1,2,3-cd)pyrène - kg/j
4,0E-04
3,5E-04
3,0E-04
2,5E-04
2,0E-04
1,5E-04
1,0E-04
5,0E-05
0,0E+00
État de référence
Fil de l'eau
État projeté


Phénanthrène - kg/j
1,2E-02
1,0E-02
8,0E-03
6,0E-03
4,0E-03
2,0E-03
0,0E+00
État de référence
Fil de l'eau
État projeté


Pyrène - kg/j
6,0E-03
5,0E-03
4,0E-03
3,0E-03
2,0E-03
1,0E-03
0,0E+00
État de référence
Fil de l'eau
État projeté

3.2.2 - Évaluation des teneurs dans l'air ambiant

Comme décrit précédemment, la dispersion et l'évaluation des teneurs en polluant dans l'air ambiant ont été déterminées avec le logiciel ADMS Roads. Les teneurs en polluant ainsi obtenues sont exprimées sous la forme de teneurs moyennes annuelles en tout point de la zone d'étude.

Ces teneurs annuelles sont comparables aux normes de qualité de l'air en vigueur et leur comparaison aux différents horizons permet d'appréhender l'impact du projet sur la qualité de l'air.

Il convient de souligner que ces résultats mettent en évidence la contribution des émissions induites par le réseau routier étudié, à l'exclusion de toute autre source d'émissions. Néanmoins, comme précisé dans le Tableau 23 – Principaux paramètres pour la dispersion atmosphérique dans ADMS Roads, des teneurs de fond sont prises en compte pour la plupart des polluants et ainsi impacter les évolutions des teneurs en polluants.

3.2.2.1 - Cartographies des teneurs en polluant

Les cartographies des teneurs en dioxyde d'azote en tout point de la bande d'étude sont présentées de la Figure 28 à la Figure 30 pour l'***État de référence*** 2013, le ***Fil de l'eau*** 2033 et l'***État projeté*** 2033.

La Figure 31 est un zoom de la zone Nord de la ZAC le long de l'autoroute A8 à l'***État projeté*** 2033.

Ces cartographies ont été réalisées sous SIG (Système d'Information Géographique) par interpolation géostatistique des teneurs évaluées, en chaque point du maillage (10 056 points pour l'***État de référence*** et le ***Fil de l'eau*** et 15 289 points pour l'***État projeté***), à l'issue des calculs de dispersion atmosphérique.

Ces cartographies mettent en évidence :

- Les **effets significatifs**, mais néanmoins géographiquement limités, des émissions polluantes induites par le trafic routier du réseau étudié sur la qualité de l'air (entre 50 et 150 m de part et d'autre des infrastructures routières en fonction des axes et des polluants) ;
- Une **diminution significative des concentrations** à l'échelle de la zone d'étude entre l'état de référence et le fil de l'eau pour le dioxyde d'azote, du fait du renouvellement du parc automobile entre 2013 et 2033 et du fait de l'abaissement de la limite de vitesse sur l'A8 ;
- Une **légère augmentation des concentrations** à l'échelle de l'emprise du projet entre le fil de l'eau et l'état projeté pour le dioxyde d'azote du fait de l'apparition de nouveaux tronçons routiers et l'augmentation du kilométrage parcouru (+6%) dans la ZAC de la Constance. Néanmoins, malgré cette légère augmentation, les normes de qualité de l'air sont respectées dans la ZAC ;
- **L'impact positif** du talus et des bâtiments sur la dispersion des polluants le long de l'autoroute A8 à l'état projeté. En effet, les concentrations diminuent rapidement entre la façade côté autoroute et la façade opposée. Les concentrations respectent les normes de qualité de l'air. À noter toutefois que la modélisation 2D ne prend en compte que de façon très simplifiée les éléments topographiques, cet aspect étant mieux mis en valeur dans la modélisation 3D du chapitre 7.3.

FIGURE 28 – TENEURS EN DIOXYDE D'AZOTE – ÉTAT DE RÉFÉRENCE 2013

Source : Egis

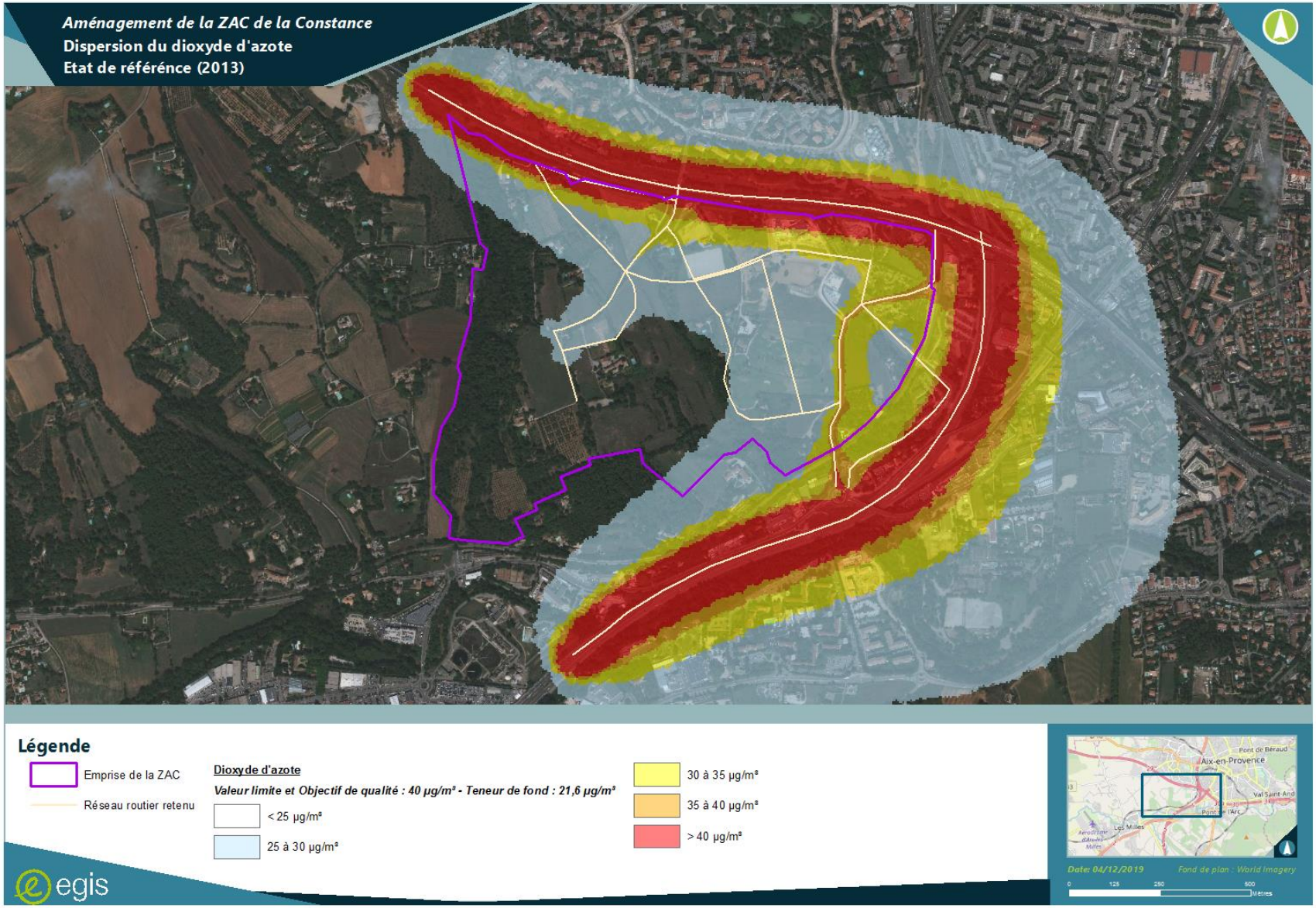


FIGURE 29 – TENEURS EN DIOXYDE D'AZOTE – FIL DE L'EAU 2033

Source : Egis

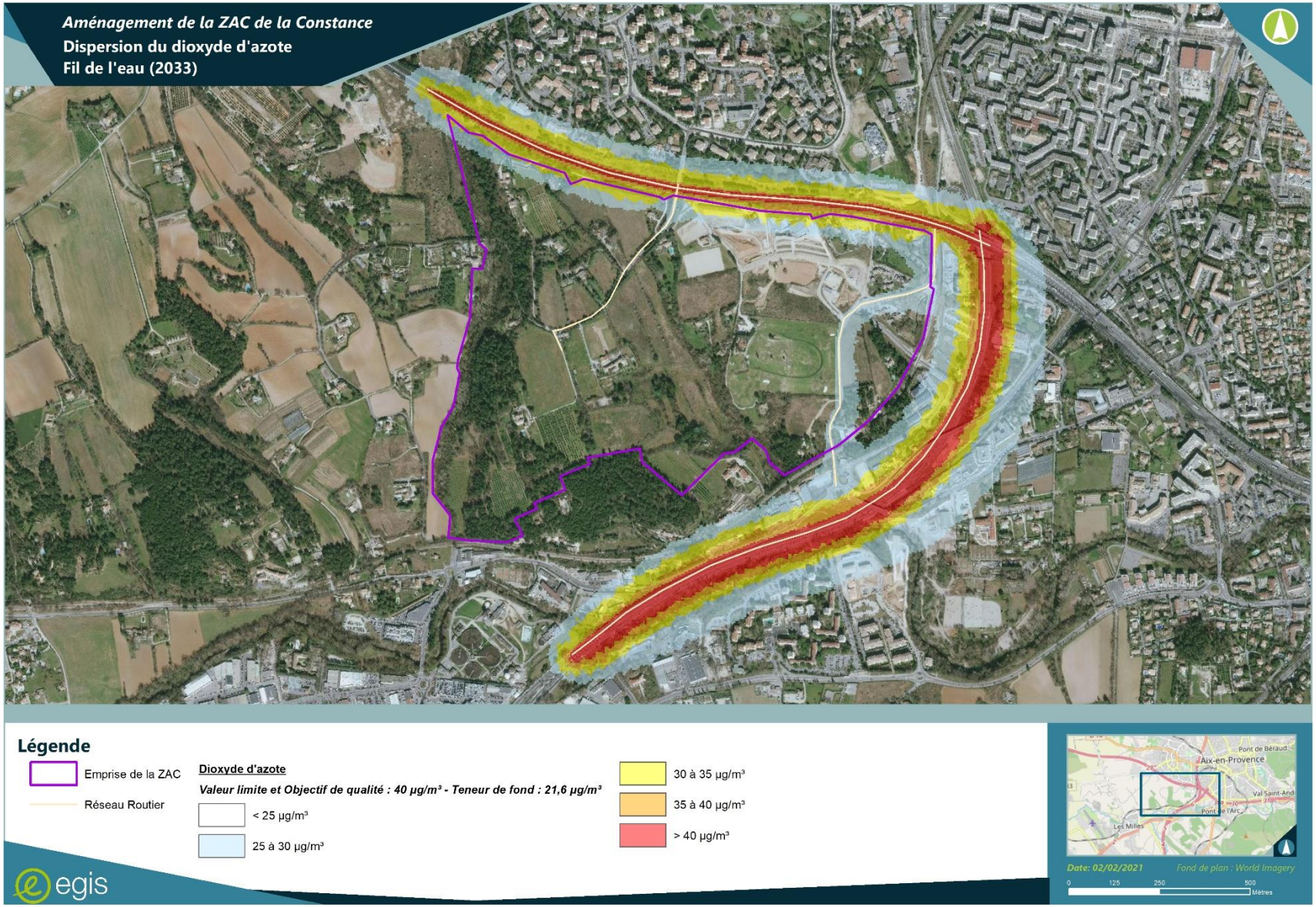


FIGURE 30 – TENEURS EN DIOXYDE D'AZOTE – ÉTAT PROJETÉ 2033

Source : Egis

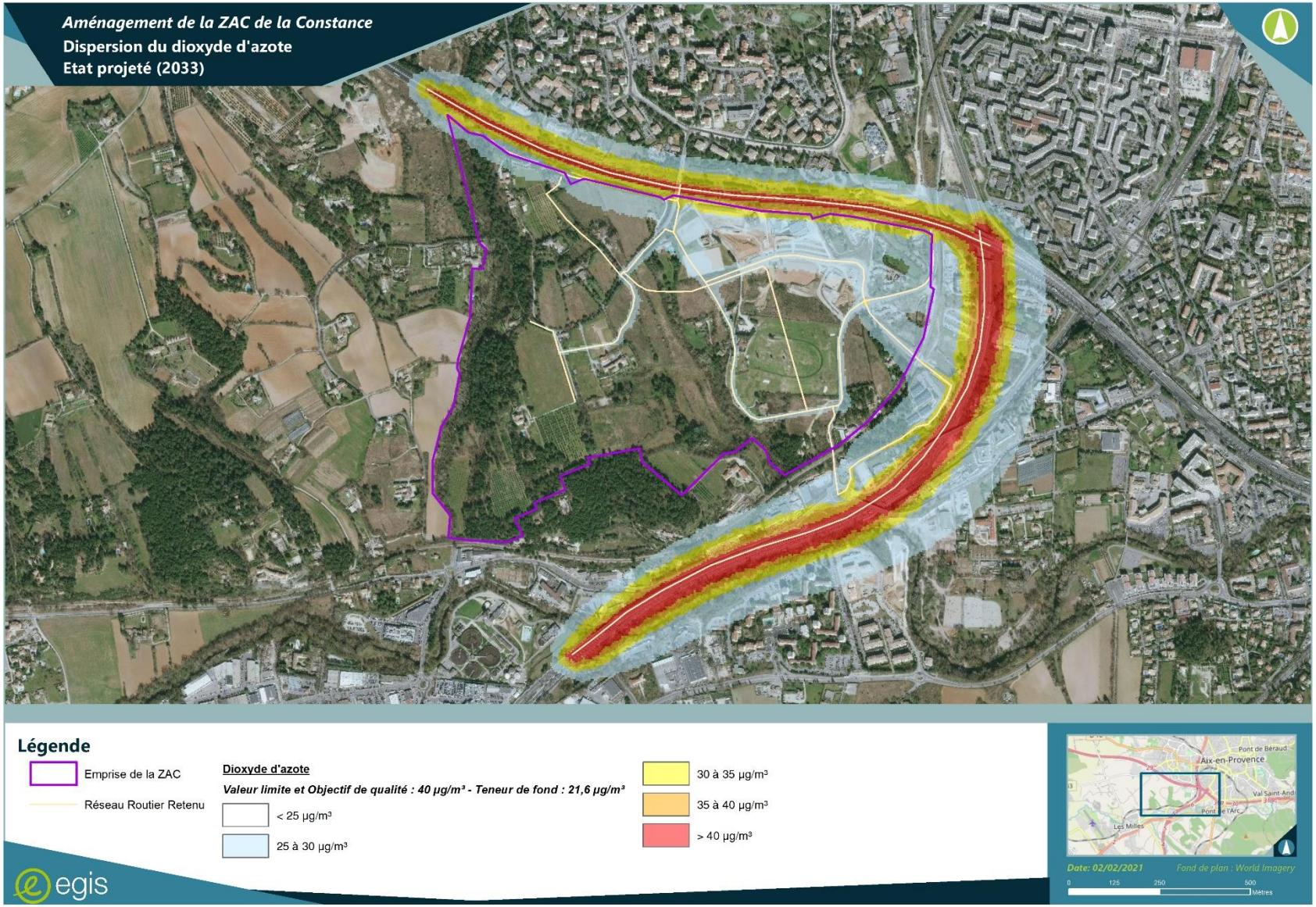
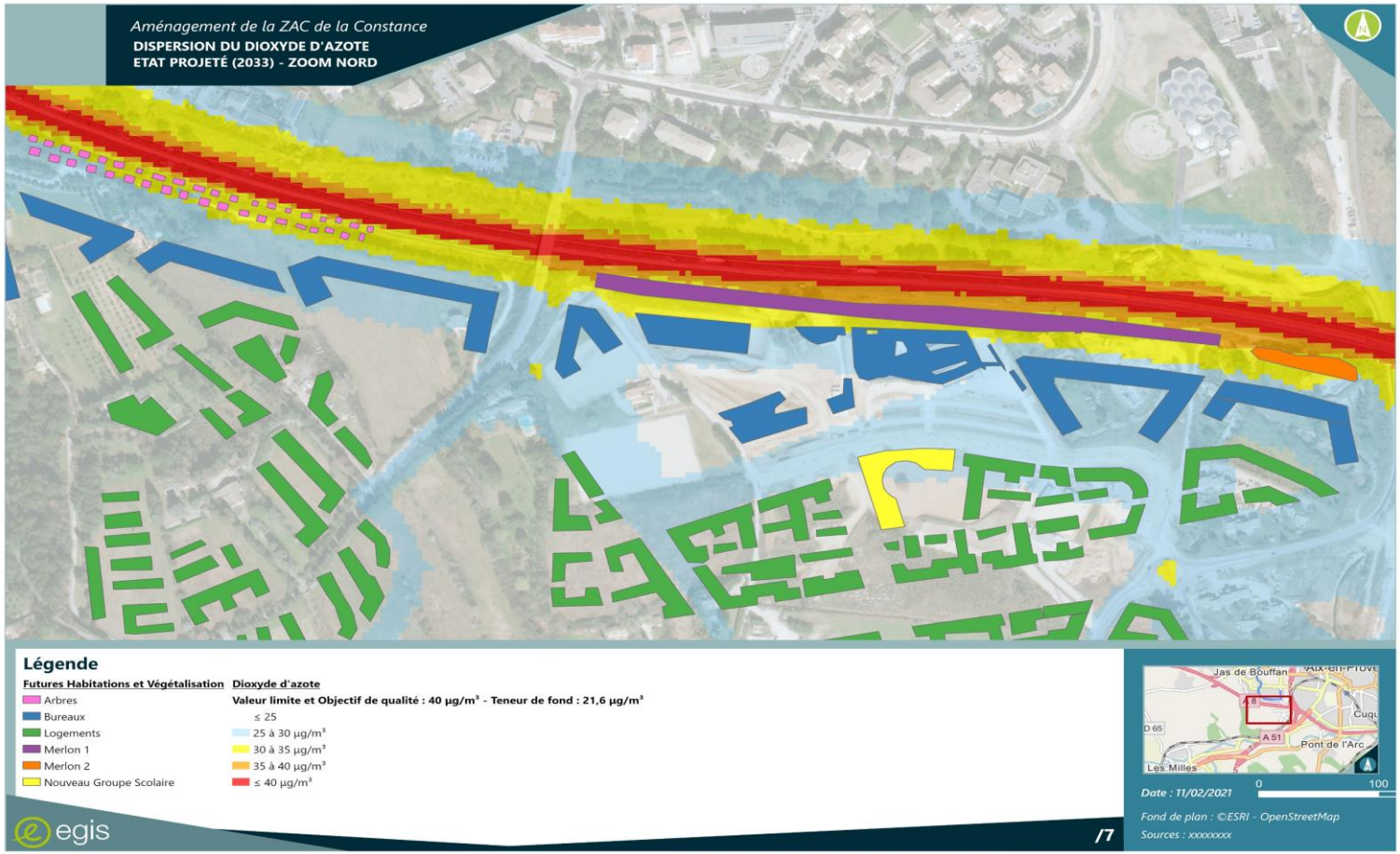


FIGURE 31 – TENEURS EN DIOXYDE D'AZOTE – ÉTAT PROJETÉ 2033 – ZOOM NORD DE LA ZAC

Source : Egis



3.2.2.2 - Teneurs en polluants dans l'emprise du projet

Les teneurs moyennes des polluants étudiés dans l'emprise du projet sont synthétisées dans le Tableau 31 pour l'***État de référence*** 2013, le ***Fil de l'eau*** et l'***État projeté*** 2033, et pour une sélection de points récepteurs.

La sélection des points récepteurs est la suivante. Cette sélection est réalisée de façon à faire état des concentrations maximales dans chaque catégorie de cible d'exposition.

Nom du point récepteur	Commentaires
Riverains les plus impactés sans le projet	Immeuble de logement les plus impactés sans le projet
Riverains les plus impactés avec le projet	Immeuble de logement les plus impactés avec le projet
Groupe Scolaire	Dans la cour d'école du Groupe Scolaire
Rmax	Point d'impact maximal, celui-ci se situant à proximité immédiate de l'autoroute dans une zone non habitée
Aération_Nord	Tôit du bâtiment (20 m), représentatif d'une prise d'air en toiture pour l'aération des immeubles de bureaux
Aération_sol	En façade sud du bâtiment, au niveau du sol, représentatif de l'air d'aération, fenêtres ouvertes

FIGURE 32 – POINTS RÉCEPTEURS

Source : Egis



Les teneurs moyennes évoluent différemment suivant les polluants entre l'***État de référence*** 2013 et le ***Fil de l'eau*** 2033 :

- Diminution forte des COVNM (-88 %), du monoxyde de carbone (- 82%). À noter que ces polluants n'ont pas de teneurs de fond prises en compte ;
- Diminution notable pour le dioxyde d'azote (de l'ordre de -30%),
- Diminution du 1,3-butadiène (-8%) et des particules PM10 (-3 %) et PM2.5 (-5 %) ; ainsi que du benzène (-2%)
- Peu de variation significative pour le benzène, le dioxyde de soufre et les métaux ;
- Augmentation ou diminution selon les HAP.

Entre le ***Fil de l'eau*** 2033 et l'***État projeté*** 2033, les teneurs moyennes présentent des évolutions différentes également suivant les polluants :

- Aucune évolution significative pour les polluants, à l'exception des COVNM et du CO (respectivement +22% et +21% en moyenne) ;
- Augmentation de +8% à +22% pour les HAP.

À noter que les évolutions significatives sont répertoriées sur les polluants sans teneurs de fond.

TABLEAU 31 – CONCENTRATIONS MOYENNES – TENEURS EN AIR AMBIANT

Traceur de risque	Unité	État	Riverains les plus impactés sans le projet	Riverains les plus impactés avec le projet	Groupe Scolaire	Aération_Nord	Aération_sol	Rmax
Dioxyde d'azote *(BF = 21,6)*	µg/m³	Etat de Référence	41,26	32,95	29,18	30,49	37,66	40,79
		Etat Fil de l'eau	25,77	23,95	23,13	23,52	24,85	25,70
		Etat Projeté	26,05	24,60	24,12	23,64	25,51	26,23
PM_{10} *(BF = 13,4)*	µg/m³	Etat de Référence	14,90	14,23	13,95	14,09	14,56	14,87
		Etat Fil de l'eau	14,15	13,83	13,68	13,76	13,98	14,14
		Etat Projeté	14,21	13,97	13,90	13,78	14,13	14,26
$PM_{2,5}$ *(BF=8,67)*	µg/m³	Etat de Référence	9,92	9,35	9,12	9,24	9,64	9,90
		Etat Fil de l'eau	9,12	8,93	8,84	8,88	9,02	9,11
		Etat Projeté	9,16	9,02	8,97	8,90	9,11	9,19
Monoxyde de carbone	µg/m³	Etat de Référence	25,58	12,65	8,58	10,10	20,18	25,40
		Etat Fil de l'eau	4,28	2,43	1,60	2,03	3,30	4,17
		Etat Projeté	4,57	3,12	2,63	2,17	3,99	4,74
COVNM	µg/m³	Etat de Référence	0,98	0,58	0,38	0,48	0,76	0,97
		Etat Fil de l'eau	0,12	0,07	0,05	0,06	0,09	0,12
		Etat Projeté	0,13	0,09	0,08	0,06	0,11	0,14
Benzène *(BF=0,68)*	µg/m³	Etat de Référence	0,70	0,69	0,69	0,69	0,70	0,70
		Etat Fil de l'eau	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68
		Etat Projeté	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68
1,3-Butadiène *(BF = 0,07)*	µg/m³	Etat de Référence	0,08	0,08	0,07	0,08	0,08	0,08
		Etat Fil de l'eau	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
		Etat Projeté	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
Dioxyde de soufre *(BF=1,3)*	µg/m³	Etat de Référence	2,35	1,45	1,36	1,37	1,42	1,45
		Etat Fil de l'eau	1,44	1,38	1,35	1,37	1,41	1,44
		Etat Projeté	1,45	1,40	1,38	1,37	1,43	1,45
Arsenic *(BF=0,3)*	ng/m³	Etat de Référence	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
		Etat Fil de l'eau	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
		Etat Projeté	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
Nickel *(BF=2,7)*	ng/m³	Etat de Référence	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70
		Etat Fil de l'eau	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70
		Etat Projeté	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70
Chrome <u>total</u> hors bruit de fond	ng/m³	Etat de Référence	0,012	0,007	0,004	0,006	0,009	0,025
		Etat Fil de l'eau	0,012	0,007	0,005	0,006	0,009	0,025
		Etat Projeté	0,013	0,009	0,007	0,006	0,011	0,028
Benzo(a)pyrène	ng/m³	Etat de Référence	0,03	0,02	0,01	0,02	0,02	0,03
		Etat Fil de l'eau	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02
		Etat Projeté	0,02	0,02	0,01	0,01	0,02	0,02
Benzo(a)anthracène	ng/m³	Etat de Référence	0,05	0,03	0,02	0,03	0,04	0,05
		Etat Fil de l'eau	0,04	0,02	0,01	0,02	0,03	0,04
		Etat Projeté	0,04	0,03	0,02	0,02	0,04	0,04
Benzo(b)fluoranthène	ng/m³	Etat de Référence	0,04	0,02	0,02	0,02	0,03	0,04
		Etat Fil de l'eau	0,04	0,02	0,01	0,02	0,03	0,04
		Etat Projeté	0,04	0,03	0,02	0,02	0,03	0,04
Benzo(k)fluoranthène	ng/m³	Etat de Référence	0,04	0,02	0,01	0,02	0,03	0,04
		Etat Fil de l'eau	0,03	0,02	0,01	0,01	0,02	0,03
		Etat Projeté	0,03	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03
Benzo(ghi)pérylène	ng/m³	Etat de Référence	0,06	0,03	0,02	0,03	0,04	0,06
		Etat Fil de l'eau	0,05	0,03	0,02	0,03	0,04	0,05
		Etat Projeté	0,06	0,04	0,03	0,03	0,05	0,06

Benzo(ghi)pérylène	***ng/m³***	Etat de Référence	0,06	0,03	0,02	0,03	0,04	*0,06*
		Etat Fil de l'eau	0,05	0,03	0,02	0,03	0,04	0,05
		Etat Projeté	0,06	0,04	0,03	0,03	0,05	0,06
Benzo(j)fluoranthène	***ng/m³***	Etat de Référence	0,03	0,02	0,01	0,01	0,02	*0,03*
		Etat Fil de l'eau	0,05	0,03	0,02	0,02	0,04	0,05
		Etat Projeté	0,05	0,03	0,03	0,02	0,04	0,05
Acénaphtène	***ng/m³***	Etat de Référence	0,54	0,31	0,20	0,28	0,41	*0,53*
		Etat Fil de l'eau	0,27	0,15	0,10	0,13	0,21	0,27
		Etat Projeté	0,29	0,20	0,17	0,14	0,25	0,20
Acénaphtylène	***ng/m³***	Etat de Référence	0,40	0,24	0,15	0,21	0,31	*0,39*
		Etat Fil de l'eau	0,20	0,11	0,07	0,10	0,16	0,20
		Etat Projeté	0,22	0,15	0,13	0,11	0,19	0,23
Anthracène	***ng/m³***	Etat de Référence	0,06	0,03	0,02	0,03	0,05	*0,06*
		Etat Fil de l'eau	0,09	0,05	0,03	0,04	0,07	0,09
		Etat Projeté	0,10	0,06	0,05	0,05	0,08	0,10
Chrysène	***ng/m³***	Etat de Référence	0,11	0,06	0,04	0,06	0,09	*0,11*
		Etat Fil de l'eau	0,09	0,05	0,03	0,04	0,07	0,09
		Etat Projeté	0,09	0,06	0,05	0,04	0,08	0,09
Dibenzo(a,h)anthracène	***ng/m³***	Etat de Référence	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	*0,01*
		Etat Fil de l'eau	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		Etat Projeté	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fluorène	***ng/m³***	Etat de Référence	0,08	0,04	0,03	0,04	0,06	*0,08*
		Etat Fil de l'eau	0,10	0,05	0,03	0,04	0,08	0,10
		Etat Projeté	0,10	0,06	0,04	0,05	0,08	0,10
Fluoranthène	***ng/m³***	Etat de Référence	0,50	0,29	0,19	0,25	0,38	*0,48*
		Etat Fil de l'eau	0,41	0,23	0,15	0,20	0,32	0,40
		Etat Projeté	0,44	0,29	0,24	0,21	0,38	0,45
Indéno(1,2,3-cd)pyrène	***ng/m³***	Etat de Référence	0,03	0,02	0,01	0,02	0,02	*0,03*
		Etat Fil de l'eau	0,03	0,01	0,01	0,01	0,02	0,03
		Etat Projeté	0,03	0,02	0,02	0,01	0,02	0,03
Phénanthrène	***ng/m³***	Etat de Référence	0,96	0,55	0,36	0,49	0,73	*0,93*
		Etat Fil de l'eau	0,91	0,51	0,33	0,44	0,70	0,89
		Etat Projeté	0,97	0,66	0,55	0,47	0,84	1,01
Pyrène	***ng/m³***	Etat de Référence	0,47	0,27	0,18	0,24	0,36	*0,46*
		Etat Fil de l'eau	0,33	0,18	0,12	0,16	0,26	0,33
		Etat Projeté	0,35	0,23	0,19	0,17	0,30	0,36

Source : Egis

3.2.2.3 - Comparaison aux normes de qualité de l'air

Parmi les polluants retenus dans cette étude, le dioxyde d'azote, le dioxyde de soufre, le benzène, les particules PM10 et PM2.5, le benzo(a)pyrène, le nickel, l'arsenic sont réglementés dans l'air ambiant par des critères nationaux.

La comparaison des teneurs en air ambiant aux normes de la qualité de l'air est présentée dans le tableau ci-après 32.

Au regard des résultats obtenus, la réalisation du projet de la ZAC de la Constance n'induirait pas de dépassement des normes de la qualité de l'air en vigueur dans la zone d'étude.

Des dépassements de valeurs limite en dioxyde d'azote sont observées pour l'état de référence (état actuel).

Aucun dépassement n'est attendu aux horizons futurs.

On note toutefois, pour les PM2.5, des valeurs proches de l'objectif de qualité de l'air, notamment du fait de la prise en compte d'un bruit de fond important.

TABLEAU 32 – COMPARAISON DES TENEURS MAXIMALES AUX NORMES EN VIGUEUR

Traceur de risque	Unité	État	Riverains les plus impactés sans le projet	Riverains les plus impactés avec le projet	Groupe Scolaire	Aération_Sud	Aération_Nord	Aération_sol	Rmax	Valeur limite (µg/m³)	Objectif Qualité air (µg/m³)
Dioxyde d'azote *(BF = 21,6)*	*µg/m³*	Etat de Référence	41,26	32,95	29,18	34,54	30,49	37,66	40,79	40	40
		Etat Fil de l'eau	25,77	23,95	23,13	24,37	23,52	24,85	25,70		
		Etat Projeté	26,05	24,60	24,12	24,54	23,64	25,51	26,23		
PM_{10} *(BF = 13,4)*	*µg/m³*	Etat de Référence	14,90	14,23	13,95	14,37	14,09	14,56	*14,87*	40	30
		Etat Fil de l'eau	14,15	13,83	13,68	13,91	13,76	13,98	14,14		
		Etat Projeté	14,21	13,97	13,90	13,94	13,78	14,13	14,26		
$PM_{2,5}$ *(BF=8,67)*	*µg/m³*	Etat de Référence	9,92	9,35	9,12	9,47	9,24	9,64	*9,90*	25	10
		Etat Fil de l'eau	9,12	8,93	8,84	8,98	8,88	9,02	9,11		
		Etat Projeté	9,16	9,02	8,97	9,00	8,90	9,11	9,19		
Benzène *(BF=0,68)*	*µg/m³*	Etat de Référence	0,70	0,69	0,69	0,70	0,69	0,70	0,70	5	2
		Etat Fil de l'eau	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68		
		Etat Projeté	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68		
Dioxyde de soufre *(BF=1,3)*	*µg/m³*	Etat de Référence	2,35	1,45	1,36	1,40	1,37	1,42	*1,45*	125 (journ)	50
		Etat Fil de l'eau	1,44	1,38	1,35	1,39	1,37	1,41	1,44		
		Etat Projeté	1,45	1,40	1,38	1,40	1,37	1,43	1,45		
Benzo(a)pyrène	*ng/m³*	Etat de Référence	0,03	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02	*0,03*		1
		Etat Fil de l'eau	0,02	0,01	0,01	0,02	0,01	0,02	0,02		
		Etat Projeté	0,02	0,02	0,01	0,02	0,01	0,02	0,02		
Arsenic *(BF=0,3)*	*ng/m³*	Etat de Référence	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	*0,30*		6
		Etat Fil de l'eau	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30		
		Etat Projeté	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30		
Nickel *(BF=2,7)*	*ng/m³*	Etat de Référence	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	*2,70*		20
		Etat Fil de l'eau	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70		
		Etat Projeté	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70		

Source : Egis - BF = valeur du bruit de fond

3.3 - Conclusion

Le projet de la ZAC de la Constance a pour impact l'augmentation du kilométrage parcouru de l'ordre de 6 % par rapport à un horizon sans projet (Fil de l'eau).

Les évolutions des émissions en polluants sont cohérentes avec les évolutions du trafic routier dans la bande d'étude. Globalement, les émissions routières augmentent de 6 % à l'État projeté par rapport au Fil de l'eau.

L'évaluation des impacts du projet sur la qualité de l'air a été menée avec le modèle de dispersion atmosphérique ADMS Roads.

Des dépassements de la valeur limite réglementaire en dioxyde d'azote sont observées pour l'état de référence (état actuel) sur les zones proches de l'A8 (campagnes de mesure et modélisation cohérente avec ce constat).

La comparaison entre les scénarios Fil de l'Eau et État projeté montre que la réalisation du projet de la ZAC de la Constance, à l'horizon 2033, n'a pas d'impact significatif sur la qualité de l'air à l'échelle de la zone d'étude. Qualité de l'air, principalement influencée par les niveaux de fond et l'A8.

Pour les scénarios futurs (Fil de l'Eau et État projeté), aucun dépassement des valeurs limites réglementaire et objectifs de qualité de l'air n'est attendu.

On note toutefois, pour les PM2.5, que les concentrations modélisées en 2033 sont proches de l'objectif de qualité de l'air (10 µg/m^3), notamment du fait de la prise en compte d'un bruit de fond important (8,67 µg/m^3 issu la campagne de mesures de 2019).

4 - ÉVALUATION DE L'IMPACT DU PROJET SUR L'EXPOSITION DES POPULATIONS

L'évaluation de l'impact du projet sur l'exposition des populations est réalisée par l'estimation d'un indicateur simplifié, l'Indice Pollution Population (IPP). Ce chapitre présente la méthodologie employée pour la détermination de l'IPP ainsi que les résultats obtenus.

4.1 - Méthodologie

L'Indice Pollution Population (IPP) est un indicateur qui permet la comparaison de différents horizons d'étude et différentes variantes de tracé eu égard à leurs impacts sur l'exposition potentielle de la population présente dans la bande d'étude. Il intègre ainsi, dans un même critère, les teneurs en polluant et la population potentiellement exposée.

L'IPP consiste à croiser les données de population avec les données de qualité de l'air (les teneurs en polluants issues des résultats du modèle de dispersion) afin d'obtenir une distribution spatiale de la population potentiellement exposée.

Il convient de préciser que cet indicateur s'utilise comme une aide à la comparaison de situation. Il n'est en aucun cas le reflet d'une exposition absolue de la population à la pollution atmosphérique.

Le polluant retenu pour l'évaluation de l'IPP est le dioxyde d'azote.

Dans le cadre de cette étude, l'IPP a été évalué à l'horizon 2013 (***État de référence***) et à l'horizon 2033 (***Fil de l'eau*** et ***État projeté***), conformément à la note technique du 22 février 2019 et le guide méthodologique sur le volet « air et santé » des études d'impact routières du CEREMA.

Suivant la note technique du 22 février 2019, la population n'est pas projetée et reste constante aux horizons futurs, sauf en cas de projets d'urbanisation ayant un impact sur le nombre d'habitants. Le projet de la ZAC de la Constance prévoit l'aménagement de 3 600 nouveaux logements, les nouveaux habitants sont donc pris en compte dans le calcul de l'IPP.

Le calcul de l'IPP est soumis aux incertitudes relatives aux calculs de dispersion des polluants (*cf.* paragraphe 3.2.2 - Évaluation des teneurs dans l'air ambiant) et aux incertitudes relatives au dénombrement des populations. Enfin, il a été considéré pour ces calculs que l'ensemble de la population est situé au niveau du sol. Les résultats sont donc surestimés.

4.2 - Estimation de la population dans la bande d'étude

Pour rappel (*cf.* 2.1.1 - Densité et population générale), les populations communales ont été estimées en 2016 sur la base des données de population INSEE les plus récentes disponibles

Les populations situées dans la bande d'étude ont ensuite été déterminées, sous SIG, en interceptant la bande d'étude et les communes avec une clef de répartition spatiale (données d'occupation des sols Open Street Map et orthophotos) afin de localiser les populations sur les zones bâties.

Les populations des IRIS interceptés par la bande d'étude du projet sont données dans le Tableau 3.

Sur la base de ces estimations, la population en 2016 située dans la bande d'étude s'établit à 75 habitants.

Le projet de la ZAC de la Constance prévoit l'aménagement de 3 600 nouveaux logements au sein de la ZAC. Le nombre exact d'habitant n'étant pas connu, il a été retenu comme hypothèse que les habitations peuvent accueillir 3 personnes/logement, soit une population de 10 800 personnes à l'***État projeté*** 2033.

4.3 - Résultats de l'IPP

Les résultats de l'IPP du dioxyde d'azote sont présentées dans le Tableau 33.

Il convient de souligner que, compte tenu de la faible variabilité des teneurs en dioxyde d'azote, l'inter-comparaison de l'IPP doit être réalisée avec prudence.

Pour ce polluant, entre l'***État de référence 2013*** et le ***Fil de l'eau* 2033**, une diminution de l'exposition des populations est observée, en cohérence avec la diminution des concentrations sur la ZAC.

Le projet de la ZAC de la Constance prévoit l'aménagement de 3 600 logements en 2033. La comparaison de l'IPP entre l'***État projeté 2033*** et le ***Fil de l'eau 2033*** n'est donc pas sur la même base de population.

Le Tableau 33 montre qu'à l'***État projeté 2033***, l'ensemble des habitants sont exposés à des concentrations < 30 µg/m^3, donc inférieures à la valeur limite (40 µg/m^3) :

- 97,8 % des habitants sont exposés à des teneurs inférieures à 25 µg/m^3 ;
- 2,2 % des habitants sont exposés à des teneurs comprises entre 25 et 30 µg/m^3 ;
- 0 % des habitants sont exposés à des teneurs comprises entre 30 et 35 µg/m^3

TABLEAU 33 – IPP DU DIOXYDE D'AZOTE DANS L'EMPRISE DU PROJET

	Population impactée en nombre d'habitants				
	Teneurs < 25 µg/m³	Teneurs comprises entre 25 et 30 µg/m³	Teneurs comprises entre 30 et 35 µg/m³	Teneurs comprises entre 35 et 40 µg/m³	Teneurs > 40 µg/m³
État de référence	34	22	12	2	5
Fil de l'eau	68	6	1	0	0
État projeté	10 566	234	0	0	0

4.4 - Conclusion de l'IPP

Avec les hypothèses de trafic prises en compte et sur la base de l'Indice Pollution Population, indicateur sanitaire simplifié, la réalisation du projet ZAC de la Constance induirait une variation significative de l'exposition des populations présentes dans l'emprise du projet pour le dioxyde d'azote. Cette augmentation est causée par l'aménagement de 3 600 logements dans la ZAC. Le nombre d'habitant passe de 75 à 10 800 et de facto la population impactée augmente. Cependant, à l'***État projeté***, l'ensemble des habitants est exposé à des teneurs en dioxyde d'azote inférieures à la valeur limite (40 µg/m^3).

5 - ÉVALUATION QUANTITATIVE DES RISQUES SANITAIRES

Conformément à la note technique du 22 février 2019 et le guide méthodologique sur le volet « air et santé » des études d'impact routières du CEREMA, l'impact sanitaire du projet de la ZAC de la Constance à Aix-en-Provence a été établi selon la démarche de l'Évaluation Quantitative des Risques Sanitaires (EQRS).

L'évaluation des risques sanitaires présentée ci-dessous a été menée pour :

- La situation nommé État de référence de l'année 2013 ;
- La situation sans projet à l'horizon de mise en service nommé Fil de l'eau de l'année 2033 ;
- La situation avec projet à l'horizon de mise en service nommé État projeté de l'année 2033.

5.1 - Rappel méthodologique

La démarche d'EQRS s'appuie sur une méthodologie définie par les documents suivants :

- Circulaire DGS n°2000-61 du 3 février 2000 relative au guide de lecture et d'analyse du volet sanitaire des études d'impacts ;
- Circulaire DGPR et DGS du 9 août 2013 relative à la démarche de prévention et de gestion des risques sanitaires des installations classées soumises à autorisation ;
- Note d'information N°DGS/EA1/DGPR/2014/307 du 31 octobre 2014 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 ;
- Note technique relative à la prise en compte des effets sur la pollution de l'air dans les études d'impact des infrastructures routières – Ministère de la Transition écologique et solidaire et Ministère des Solidarités et de la Santé – 22 février 2019 et le guide méthodologique sur le volet « air et santé » des études d'impact routières – CEREMA – 22 février 2019 ;
- Guide pour l'analyse du volet sanitaire des études d'impact – Institut de Veille Sanitaire (InVS) - février 2000 ;
- Guide méthodologique pour l'évaluation de l'état des milieux et des risques sanitaires – démarche intégrée pour la gestion des émissions des substances chimiques par les ICPE – INERIS – 2013 ;
- Sélection des agents dangereux à prendre en compte dans l'évaluation des risques sanitaires des études d'impacts routières et ferroviaires – DGS, InVS, CERTU, SETRA, ADEME - novembre 2004 ;
- Avis de l'ANSES 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 - juillet 2012.

Conformément aux guides méthodologiques cités précédemment, cette démarche est structurée en 4 étapes :

- **L'étape 1 concerne la caractérisation du site et de son environnement**. Dans cette étape, l'environnement du site est décrit et les émissions polluantes, ainsi que les populations sensibles présentes sur le domaine d'étude sont recensées.

Dans le cadre de cette étude, l'étape 1 a été menée dans le chapitre 2 ;

- **L'étape 2 traite de l'identification des dangers et de l'évaluation de la relation dose-réponse**. Elle consiste à identifier les substances susceptibles de générer un effet indésirable pour les populations et à sélectionner, pour chacune de ces substances, les valeurs toxicologiques de référence (VTR) disponibles dans la littérature ;
- **L'étape 3 concerne l'évaluation de l'exposition des populations**. Elle consiste à estimer la fréquence, la durée et l'importance de l'exposition des populations.

Dans le cadre de cette étude, les niveaux d'exposition ont été déterminés avec un modèle de dispersion atmosphérique des polluants (cf. chapitre 3) ;

- **L'étape 4 correspond à la caractérisation des risques sanitaires**. Elle constitue l'étape de synthèse et est l'expression qualitative et, si possible, quantitative du risque. Dans cette étape, les résultats sont analysés et les incertitudes sont évaluées.

L'évaluation des risques sanitaires a été conduite dans un objectif de transparence conformément aux trois principes majeurs de la démarche :

- Le principe de prudence, lié aux limites relatives à l'état des connaissances ;
- Le principe de proportionnalité qui veille à ce qu'il y ait cohérence entre le degré d'approfondissement de l'étude, l'importance de la pollution et son incidence prévisible ;
- Le principe de spécificité qui vise à tenir compte au mieux des caractéristiques propres au site, des sources de pollution et des populations cibles.

Les paragraphes suivants présentent cette méthodologie de manière détaillée.

5.2 - Identification des dangers et des scénarios d'exposition

5.2.1 - Considérations générales sur les substances et les valeurs toxicologiques de références

L'exposition de la population aux substances toxiques peut se produire :

- **Par inhalation** (voie respiratoire) pour la plupart des polluants gazeux ou particulaires (poussières, certains métaux…),
- **Par ingestion** (voie orale) pour les polluants particulaires se déposant au sol et présentant un caractère toxique par ingestion (dioxines et furanes, HAP, certains métaux).

L'exposition par ingestion peut être directe lors de l'ingestion de sol contaminé (via les mains et les objets souillés par de la terre et portés à la bouche) ou indirecte lors de l'ingestion d'aliments lorsque les retombées de polluants sont responsables d'une contamination de la chaîne alimentaire.

En termes sanitaires, un danger désigne un effet toxique, c'est-à-dire un dysfonctionnement cellulaire ou organique lié à l'interaction entre un organisme vivant et un agent chimique, physique ou biologique. La toxicité d'un composé dépend de la durée et de la voie d'exposition de l'organisme humain. Différents effets toxiques peuvent être considérés. Pour l'ensemble des substances prises en compte dans le cadre de cette étude, les effets toxiques ont été étudiés et notamment les effets cancérigènes (apparition de tumeurs), les effets mutagènes (altération du patrimoine génétique) et les effets sur la reproduction (reprotoxicité).

En fonction de la durée d'exposition, deux types de risque peuvent être observés :

- **Le risque chronique** correspond à la survenue de troubles liés à une exposition prolongée à de faibles doses. Ils surviennent en général avec un temps de latence qui peut atteindre plusieurs mois, voire des décennies, et sont habituellement irréversibles en l'absence de traitement. Dans ce cas-là, on se réfère à des concentrations en moyennes annuelles.
- **Le risque aigu** correspond à la survenue de troubles liés à une exposition très courte à forte dose. Dans ce cas-là, on se réfère à des concentrations journalières ou à défaut horaires selon les relations dose-réponse disponibles.

Enfin, selon les mécanismes toxiques mis en jeu, deux types d'effets indésirables pour la santé peuvent être classiquement distinguées :

- **Les effets survenant à partir d'un seuil** : l'effet survient au-delà d'une dose administrée, pour une durée d'exposition déterminée à une substance isolée. En-deçà de cette dose seuil, on considère qu'aucun effet ne survient. Au-delà, l'intensité de l'effet croît avec l'augmentation de la dose administrée.

Ce sont principalement les effets non cancérogènes, voire les effets non génotoxiques, qui sont classés dans cette famille. Dans le cas d'une exposition par inhalation, la dose seuil s'exprime sous la forme d'une concentration de référence (notée VTR, Valeur Toxicologique de Référence) ;

- **Les effets survenant sans seuil de dose** : l'effet apparaît quelle que soit la dose reçue. La probabilité de survenue croît avec la dose et la durée d'exposition, mais l'intensité de l'effet n'en dépend pas.

Ce sont principalement les effets cancérogènes génotoxiques. Dans le cas d'une exposition par inhalation, la VTR s'exprime alors sous la forme d'un Excès de Risque Unitaire (noté ERUi).

Un ERU de 10^{-4} signifie qu'une personne exposée durant toute sa vie à 1 µg/m^3 de polluant aurait une probabilité supplémentaire de contracter un cancer de 0,0001 (par rapport à un sujet non exposé). Cela signifie aussi que si 10 000 personnes sont exposées, 1 cas de cancer supplémentaire est susceptible d'apparaître. Le Centre International de Recherche sur le Cancer (CIRC) et l'US-EPA ont par ailleurs classé la plupart des composés chimiques en fonction de leur cancérogénicité.

À noter qu'une substance peut produire ces deux types d'effets.

Les VTR sont produites par des experts toxicologues en fonction des données de la littérature, de résultats expérimentaux et d'enquêtes épidémiologiques. Ce travail, qui nécessite une expertise particulière, est confié à des organismes tels que l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), l'US-EPA (Environmental Protection Agency) ou l'ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry).

Les VTR ne font pas l'objet d'une réglementation spécifique qui fixe les valeurs à retenir. Le choix des VTR est laissé à l'appréciation de l'auteur de l'étude. Néanmoins, le guide de l'InVS [2000] et la DGS [2014] recommandent les critères de choix suivants pour les VTR :

- L'existence d'une VTR ;
- La voie d'exposition en lien avec la voie à évaluer pour le composé considéré ;
- La durée d'exposition (aiguë, subaiguë ou chronique) en lien avec la durée à évaluer dans l'étude ;
- La notoriété de l'organisme dans l'ordre de priorité suivant : ANSES, expertise collective nationale, US-EPA, ATSDR et OMS en tenant compte de la date d'actualisation de la VTR, Santé Canada, RIVM, OEHHA et EFSA.

5.2.2 - Scénario d'exposition

L'étude air et santé lié au grand projet de la ZAC de la Constance est de niveau I, en raison notamment de la présence de populations sensibles situées au droit du projet (Nouveau groupe scolaire de la ZAC). Ainsi dans le cadre de cette étude, les voies d'exposition par inhalation pour les sites sensibles et les populations riveraines les plus impactées, et par ingestion de sol pour les enfants de la future école, seront étudiées.

5.2.3 - Choix des traceurs de risque

En conformité avec la note technique relative à la prise en compte des effets sur la pollution de l'air dans les études d'impact des infrastructures routières et du guide méthodologique sur le volet « air et santé » des études d'impact routières – CEREMA de février 2019, le Tableau 34 présente les substances retenues dans la présente étude par type d'effet pour les voies d'exposition étudiées (inhalation et ingestion). La liste proposée se base sur la note technique du 22 février 2019.

TABLEAU 34 – POLLUANTS RETENUS POUR L'ÉVALUATION DES RISQUES SANITAIRES			
Substances	Exposition aiguë par inhalation	Exposition chronique par inhalation	Exposition chronique par ingestion
Dioxyde d'azote	**X**	**X**	
Benzène		**X**	
PM10 et PM2.5	**X**	**X**	
1,3-butadiène		**X**	
Arsenic		**X**	
Chrome VI		**X**	
Nickel		**X**	
16 HAP (ci-dessous)		**X**	**X**
Acénaphtène		**X**	**X**
Acénaphtylène		**X**	**X**
Anthracène		**X**	**X**
Benzo(a)anthracène		**X**	**X**
Benzo(b)fluoranthène		**X**	**X**
Benzo(k)fluoranthène		**X**	**X**
Benzo(ghi)pérylène		**X**	**X**
Chrysène		**X**	**X**
Dibenzo(a,h)anthracène		**X**	**X**
Benzo(a)pyrène		**X**	**X**
Fluorène		**X**	**X**
Fluoranthène		**X**	**X**
Indéno(1,2,3-cd)pyrène		**X**	**X**
Phénanthrène		**X**	**X**
Pyrène		**X**	**X**
Benzo(j)fluoranthène		**X**	**X**

5.2.4 - Choix des relations dose réponse

Pour chacun des traceurs de risque retenus, les Tableau 36 à Tableau 41 présentent les relations dose-réponse (Valeurs Toxicologiques de Références et Valeurs Guides) retenues pour une exposition chronique et aigue par inhalation pour les effets avec et sans seuil.

Le choix de ces VTR est détaillé en annexe 10.2 - Fiches toxicologiques.

Cas particulier des HAP pour traiter des effets sans seuil

Pour traiter des effets sans seuil des HAP pour les voies d'exposition par inhalation et par ingestion, nous choisissons de retenir l'approche par substances ; le benzo(a)pyrène est alors retenu comme traceur du risque cancérigène pour l'ensemble des HAP et la concentration en équivalents benzo(a)pyrène est calculée selon l'équation :

$$C_{eq\ benzo(a)\ pyrène} = \sum_i (FET)_i C_i$$

Cette méthode permet de tenir compte de l'ensemble des HAP présents dans le mélange et est donnée comme appropriée pour les gaz d'échappement d'essence par l'INERIS en 2006 dans son rapport « Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAPs) – Évaluation de la dose réponse pour les effets cancérigènes : approche substance par substance (facteurs d'équivalence toxique – FET) et approche par mélanges – mise à jour 03 janvier 2006.

Les FET des HAP proposés par l'INERIS, à partir de l'étude et de la synthèse des différentes tables existantes, et en particulier de celle de Nisbet et Lagoy (1992), sont présentés dans le Tableau 35.

Pour évaluer le risque sans seuil, le calcul des concentrations et des flux de HAP exprimés en équivalent benzo(a)pyrène est donc réalisé à partir des FET préconisé par l'INERIS.

TABLEAU 35 – FACTEURS D'ÉQUIVALENCE TOXIQUE

Substances	Préconisations INERIS (2006)
Acénaphtène	0,001
Acénaphthylène	0,001
Anthracène	0,01
Benzo(a)anthracène	0,1
Benzo(a)pyrène	1,0
Benzo(b)fluoranthène	0,1
Benzo(g,h,i)perylène	0,01
Benzo(k)fluoranthène	0,1
Chrysène	0,01
Coronène	0,001
Cyclopenta(c,d)pyrène	0,1
Dibenzo(a,c)anthracène	0,1
Dibenzo(a,h)anthracène	**1**
Fluoranthène	0,001
Fluorène	0,001
Indéno(1,2,3-c,d)pyrène	0,1
Naphtalène	0,001

Substances	Préconisations INERIS (2006)
2-méthylnaphtalène	0,001
Phénanthrène	0,001
Pyrène	0,001

TABLEAU 36 – VALEURS GUIDE POUR UNE EXPOSITION CHRONIQUE PAR INHALATION

Polluants	Valeur Guide (µg/m^3)	Source	Effets et organes cibles
Dioxyde d'azote	40	OMS - 2005	Effets respiratoires
PM2.5	10	OMS - 2005	Effets respiratoires et mortalité par cancer
PM10	20	OMS - 2005	Effets respiratoires et mortalité par cancer

TABLEAU 37 – VTR POUR UNE EXPOSITION CHRONIQUE PAR INHALATION POUR DES EFFETS À SEUIL

Polluants	VTR chronique (µg/m^3)	Source	Effets et organes cibles
Benzène	10	ATSDR – 2007	Effets immunologiques (diminution du nombre de lymphocytes circulants)
1,3-butadiène	2	US-EPA – 2002 OEHHA – 2013	Ovaires (atrophie)
Nickel	0,09	ATSDR – 2005	Effets pulmonaires
Chrome VI	0,03	OMS – 2013	Effets pulmonaires
Arsenic	0,015	OEHHA – 2008	Diminution de la capacité intellectuelle chez les enfants
Benzo(a)pyrène	0,002	US-EPA – 2017	Effets sur le développement
Autres HAP	Pas de VTR		

TABLEAU 38 – ERU POUR UNE EXPOSITION CHRONIQUE PAR INHALATION POUR DES EFFETS SANS SEUIL

Polluants	ERU $(\mu g/m^3)^{-1}$	Source	Effets et organes cibles
Benzène	$2{,}6.10^{-5}$	ANSES – 2014	Leucémie
1,3-butadiène	$3{,}1.10^{-5}$	US-EPA - 2002	Leucémie
Nickel	$2{,}6.10^{-4}$	OEHHA - 2011	Cancer pulmonaire
Chrome VI	4.10^{-2}	OMS CICAD – 2013	Cancer du poumon
Arsenic	$4{,}3.10^{-3}$	US-EPA - 1998	Cancer du poumon
Benzo(a)pyrène	6.10^{-4}	US-EPA – 2017	Cancer de la région gastro-intestinale et de l'appareil respiratoire supérieur

TABLEAU 39 – VTR POUR UNE EXPOSITIN AIGUË PAR INHALATION

Polluants	VTR aiguë $(\mu g/m^3)$	Source	Effets et organes cibles
Dioxyde d'azote (1h)	200	OMS - 2000	Effets respiratoires
PM10 (24h)	50	OMS - 2005	Effets respiratoires et mortalité par cancer
PM2.5 (24h)	25	OMS - 2005	Effets respiratoires et mortalité par cancer

TABLEAU 40 – VTR POUR UNE EXPOSITION CHRONIQUE PAR INGESTION POUR DES EFFETS À SEUIL

HAP	VTR_o chronique (mg/kg pc/j)	Source	Effets et organes cibles
Benzo(a)pyrène	3.10^{-4}	US-EPA - 2017	Effet sur le développement (y compris neurologique)
Acénaphtène	6.10^{-2}	US-EPA 1990	Effets hépatiques
Anthracène	3.10^{-1}	US-EPA 1990	Pas d'effets observés
Benzo(ghi)pérylène	3.10^{-2}	RIVM 2001	Effets critiques non spécifiés
Fluorène	4.10^{-2}	US-EPA 1990	Effets hématologiques, hépatiques et cardiaques
Fluoranthène	4.10^{-2}	US-EPA 1990	Effets hématologiques
Phénanthrène	4.10^{-2}	RIVM 2001	Effets critiques non spécifiés
Pyrène	3.10^{-2}	US-EPA 1993	Effets rénaux
Autres HAP		Pas de VTR	

TABLEAU 41 – ERU POUR UNE EXPOSITION CHRONIQUE PAR INGESTION POUR DES EFFETS SANS SEUIL

HAP	ERU_o (mg/kg pc/j)$^{-1}$	Source	Effets et organes cibles
Benzo(a)pyrène	1	US-EPA - 2017	Cancer de l'estomac, trachée et œsophage

5.3 - Évaluation de l'exposition des populations

L'évaluation quantitative des expositions consiste à estimer les doses de substances auxquelles les populations (y compris les populations sensibles) sont les plus exposées.

5.3.1 - Paramètres d'exposition

Dans le cadre de cette étude, les scénarios d'exposition retenus correspondent aux populations sensibles, aux populations riveraines les plus exposées et aux occupants des immeubles de bureau.

Pour apprécier les risques sanitaires, nous retenons les points récepteurs suivants.

Nom du point récepteur	Commentaires
Riverains les plus impactés sans le projet	Immeuble de logement les plus impactés sans le projet
Riverains les plus impactés avec le projet	Immeuble de logement les plus impactés avec le projet
Groupe Scolaire	Dans la cour d'école du Groupe Scolaire
Aération_Nord	Toit du bâtiment (20 m), représentatif d'une prise d'air en toiture pour l'aération des immeubles de bureaux
Aération_sol	En façade sud du bâtiment, au niveau du sol, représentatif de l'air d'aération, fenêtres ouvertes

Cette sélection est réalisée de façon à faire état des concentrations maximales dans chaque catégorie de cible d'exposition

FIGURE 33 – POINTS RÉCEPTEURS



Les paramètres d'exposition retenus pour ces points récepteurs sont présentés dans le Tableau 42.

L'exposition par inhalation est étudiée pour tous les scénarios.

L'exposition par ingestion sera étudiée pour le scénario 1 en considérant comme cible les enfants du groupe scolaire. Cette voie d'exposition n'est pas retenue pour les populations riveraines car aucun jardin potager n'a été identifié au niveau des riverains étudiés.

TABLEAU 42 – PARAMÈTRES D'EXPOSITION DANS LE CADRE DE L'EQRS POUR UNE EXPOSITION PAR INHALATION ET PAR INGESTION

Paramètres	Hypothèses de scénarios retenues
F inhalation	F = 1 (100% du temps) en approche majorante pour toutes les cibles, **y compris les occupants des immeubles de bureaux,** sauf le Groupe scolaire F = 0,12 pour le groupe scolaire
F ingestion	F = 0,49
T (cas des effets sans seuils)	T = 8 ans pour le groupe scolaire T = 30 ans pour toutes les cibles, **y compris les occupants des immeubles de bureaux,** sauf le Groupe scolaire

La fréquence annuelle d'exposition (F) : Pour le scénario 1, les données (reprises par l'INERIS) sont issues de l'étude Gauvin (2001) : le temps passé dans les locaux d'une école est de 6h/j 180 j/an soit F = 0,12 (unités de temps d'exposition : l'heure) ou F = 0,49 (unité de temps d'exposition : le jour). Pour les scénarios 2 à 4, l'exposition est considérée comme continue 24 h/j et 365 j/an, soit F = 1.

La durée d'exposition (T) : Pour le scénario 1, les données sont issues de l'étude Gauvin citée ci-dessus, la durée d'exposition est fixée à 8 ans pour une école primaire (maternelle + élémentaire). Pour les scénarios 2 à 4, le temps d'exposition est fixé à 30 ans. En effet, des études montrent que le temps de résidence moyen d'un ménage dans un même logement est de 30 ans (percentile 90 – étude réalisée en France [Nedellec et al, 1998], percentile 95 de la distribution donnée dans l'Exposure Factor Handbook).

FIGURE 34 – LOCALISATION DES POINTS RÉCEPTEURS

Source : Egis



5.3.2 - Évaluation de l'exposition par inhalation

Pour évaluer l'exposition par inhalation une pénétration dans l'organisme de la totalité des substances inhalées est considérée.

En exposition chronique, la concentration d'exposition ou concentration inhalée est déduite de l'équation suivante :

CI = Cair x F

avec :

- CI : concentration inhalée par la cible, exprimée en µg/m^3 ;
- Cair : concentration en polluant dans l'air en moyenne annuelle, exprimée en µg/m^3 et estimée à partir de la modélisation de la dispersion atmosphérique ;
- F : fréquence annuelle d'exposition à la concentration Cair.

En exposition aiguë, la concentration inhalée est la concentration maximale d'exposition (percentiles) sur la durée d'exposition (1h ou 24 h selon la substance).

Le Tableau 43 et les Tableau 44 présentent respectivement les concentrations d'exposition associées à l'impact du projet et les concentrations maximales en expositions aigüe pour le NO_2 et les Particules Fines, pour les 3 états considérés (2013 et 2033 avec et sans projet).

Dans les tableaux sont indiqués les valeurs bruit de fond (BF) qui ont été considérées dans l'étude. En l'absence de cette indication, aucun bruit de fond n'a été retenu. Les teneurs en bruit de fond sont les valeurs mesurées lors de la campagne de mesures Egis en octobre 2019.

Pour le chrome : nous rappelons que les émissions du chrome total sont assimilées en totalité à du chrome VI. En ce qui concerne le bruit de fond, étant donné que le chrome VI a été mesuré inférieur aux limites de quantification analytique (< 0,3 ng/m^3), nous présentons les valeurs d'expositions avec et sans bruit de fond.

La concentration en eq benzo(a)pyrène a été calculée à partir des éléments présentés au paragraphe 5.2.4 sur les HAP.

Par ailleurs, les riverains les plus impactés en l'absence du projet ne devraient plus être présents avec le projet, il convient donc de ne pas tenir compte de ces valeurs. Inversement, les riverains les plus impactés par le projet ne sont pas présents dans la configuration actuelle ni au fil de l'eau.

TABLEAU 43 - CONCENTRATIONS MOYENNES ANNUELLES D'EXPOSITION POUR LES SUBSTANCES TRACEURS DU RISQUE PAR INHALATION EN EXPOSITION CHRONIQUE

Traceur de risque	Unité	État	Riverains les plus impactés sans le projet	Riverains les plus impactés avec le projet	Groupe Scolaire	Aération_Nord	Aération_sol
Dioxyde d'azote *(BF = 21,6)*	µg/m³	Etat de Référence	41,26	32,95	3,50	30,49	37,66
		Etat Fil de l'eau	25,77	23,95	2,78	23,52	24,85
		Etat Projeté	26,05	24,60	2,89	23,64	25,51
PM_{10} *(BF = 13,4)*	µg/m³	Etat de Référence	14,90	14,23	1,67	14,09	14,56
		Etat Fil de l'eau	14,15	13,83	1,64	13,76	13,98
		Etat Projeté	14,21	13,97	1,67	13,78	14,13
$PM_{2,5}$ *(BF=8,67)*	µg/m³	Etat de Référence	9,92	9,35	1,09	9,24	9,64
		Etat Fil de l'eau	9,12	8,93	1,06	8,88	9,02
		Etat Projeté	9,16	9,02	1,08	8,90	9,11
Benzène *(BF=0,68)*	µg/m³	Etat de Référence	0,70	0,69	0,08	0,69	0,70
		Etat Fil de l'eau	0,68	0,68	0,08	0,68	0,68
		Etat Projeté	0,68	0,68	0,08	0,68	0,68
1,3-Butadiène *(BF = 0,07)*	µg/m³	Etat de Référence	0,08	0,08	0,01	0,08	0,08
		Etat Fil de l'eau	0,07	0,07	0,01	0,07	0,07
		Etat Projeté	0,07	0,07	0,01	0,07	0,07
Arsenic *(BF=0,3)*	ng/m³	Etat de Référence	0,30	0,30	0,04	0,30	0,30
		Etat Fil de l'eau	0,30	0,30	0,04	0,30	0,30
		Etat Projeté	0,30	0,30	0,04	0,30	0,30
Nickel *(BF=2,7)*	ng/m³	Etat de Référence	2,70	2,70	0,32	2,70	2,70
		Etat Fil de l'eau	2,70	2,70	0,32	2,70	2,70
		Etat Projeté	2,70	2,70	0,32	2,70	2,70
Chrome total assimilé au chrome VI *Hors bruit de fond*	ng/m³	Etat de Référence	0,012	0,007	0,0005	0,006	0,009
		Etat Fil de l'eau	0,012	0,007	0,0005	0,006	0,009
		Etat Projeté	0,013	0,009	0,0009	0,006	0,011
Chrome total assimilé au chrome VI *Avec BF < 0,3*	ng/m³	Etat de Référence	< 0,31	< 0,31	<0,04	< 0,31	< 0,31
		Etat Fil de l'eau	< 0,31	< 0,31	<0,04	< 0,31	< 0,31
		Etat Projeté	< 0,31	< 0,31	<0,04	< 0,31	< 0,31
Benzo(a)pyrène	ng/m³	Etat de Référence	0,03	0,02	0,00	0,02	0,02
		Etat Fil de l'eau	0,02	0,01	0,00	0,01	0,02
		Etat Projeté	0,02	0,02	0,00	0,01	0,02
Benzo(a)anthracène	ng/m³	Etat de Référence	0,05	0,03	0,00	0,03	0,04
		Etat Fil de l'eau	0,04	0,02	0,00	0,02	0,03
		Etat Projeté	0,04	0,03	0,00	0,02	0,04
Benzo(b)fluoranthène	ng/m³	Etat de Référence	0,04	0,02	0,00	0,02	0,03
		Etat Fil de l'eau	0,04	0,02	0,00	0,02	0,03
		Etat Projeté	0,04	0,03	0,00	0,02	0,03
Benzo(k)fluoranthène	ng/m³	Etat de Référence	0,04	0,02	0,00	0,02	0,03
		Etat Fil de l'eau	0,03	0,02	0,00	0,01	0,02
		Etat Projeté	0,03	0,02	0,00	0,02	0,03

Benzo(ghi)pérylène	***ng/m³***	Etat de Référence	0,06	0,03	0,00	0,03	0,04
		Etat Fil de l'eau	0,05	0,03	0,00	0,03	0,04
		Etat Projeté	0,06	0,04	0,00	0,03	0,05
Benzo(j)fluoranthène	***ng/m³***	Etat de Référence	0,03	0,02	0,00	0,01	0,02
		Etat Fil de l'eau	0,05	0,03	0,00	0,02	0,04
		Etat Projeté	0,05	0,03	0,00	0,02	0,04
Acénaphtène	***ng/m³***	Etat de Référence	0,54	0,31	0,02	0,28	0,41
		Etat Fil de l'eau	0,27	0,15	0,01	0,13	0,21
		Etat Projeté	0,29	0,20	0,02	0,14	0,25
Acénaphtylène	***ng/m³***	Etat de Référence	0,40	0,24	0,02	0,21	0,31
		Etat Fil de l'eau	0,20	0,11	0,01	0,10	0,16
		Etat Projeté	0,22	0,15	0,02	0,11	0,19
Anthracène	***ng/m³***	Etat de Référence	0,06	0,03	0,00	0,03	0,05
		Etat Fil de l'eau	0,09	0,05	0,00	0,04	0,07
		Etat Projeté	0,10	0,06	0,01	0,05	0,08
Chrysène	***ng/m³***	Etat de Référence	0,11	0,06	0,01	0,06	0,09
		Etat Fil de l'eau	0,09	0,05	0,00	0,04	0,07
		Etat Projeté	0,09	0,06	0,01	0,04	0,08
Dibenzo(a,h)anthracène	***ng/m³***	Etat de Référence	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01
		Etat Fil de l'eau	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		Etat Projeté	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fluorène	***ng/m³***	Etat de Référence	0,08	0,04	0,00	0,04	0,06
		Etat Fil de l'eau	0,10	0,05	0,00	0,04	0,08
		Etat Projeté	0,10	0,06	0,01	0,05	0,08
Fluoranthène	***ng/m³***	Etat de Référence	0,50	0,29	0,02	0,25	0,38
		Etat Fil de l'eau	0,41	0,23	0,02	0,20	0,32
		Etat Projeté	0,44	0,29	0,03	0,21	0,38
Indéno(1,2,3-cd)pyrène	***ng/m³***	Etat de Référence	0,03	0,02	0,00	0,02	0,02
		Etat Fil de l'eau	0,03	0,01	0,00	0,01	0,02
		Etat Projeté	0,03	0,02	0,00	0,01	0,02
Phénanthrène	***ng/m³***	Etat de Référence	0,96	0,55	0,04	0,49	0,73
		Etat Fil de l'eau	0,91	0,51	0,04	0,44	0,70
		Etat Projeté	0,97	0,66	0,07	0,47	0,84
Pyrène	***ng/m³***	Etat de Référence	0,47	0,27	0,02	0,24	0,36
		Etat Fil de l'eau	0,33	0,18	0,01	0,16	0,26
		Etat Projeté	0,35	0,23	0,02	0,17	0,30

Source : Egis

TABLEAU 44 - CONCENTRATIONS MAXIMALES D'EXPOSITION POUR LES SUBSTANCES TRACEURS DU RISQUE PAR INHALATION EN EXPOSITION AIGUË

Traceurs de risque	État	Riverains les plus impactés sans le projet	Riverains les plus impactés avec le projet	Nouveau Groupe scolaire	Aération_Nord	Aération_sol
Dioxyde d'azote	État de référence	74,69				
BF = 21,6 µg/m³	Fil de l'eau	44,22				
	État projeté	0,00	43,18	36,79	29,47	55,56
PM10	État de référence	17,33				
BF = 13,4 µg/m³	Fil de l'eau	15,45				
	État projeté	0,00	16,27	14,90	14,94	20,84
PM2.5	État de référence	12,24				
BF = 8.67 µg/m³	Fil de l'eau	10,04				
	État projeté	0,00	10,85	9,75	9,60	13,16

Source : EGIS

5.3.3 - Évaluation de l'exposition par ingestion

L'exposition des populations par ingestion (calcul des doses journalières d'exposition) est estimée à partir du protocole HHRAP[22] (2005) en considérant l'ingestion directe de sol (via les mains et les objets souillés par de la terre et portés à la bouche) pour les enfants du groupe scolaire.

Les étapes de calcul des concentrations de polluant dans les sols ainsi que les doses ingérées sont présentées ci-après.

5.3.3.1 - Estimation des concentrations en polluants dans les sols

La concentration dans le sol en polluants est estimée à partir de l'équation ci-dessous :

$$C_{St} = \frac{D_t \times (1 - e^{-k.t})}{\mu \times Z \times k}$$

Avec :

- CSt : Concentration de polluant dans le sol pour une durée d'exposition t, avec CS0 = 0 à l'instant t = 0 (exprimée en mg de polluant/kg de sol) ;
- Dt : Flux de dépôts de polluant au sol (exprimé en mg de polluant/m² de surface au sol/an) ;
- k : Constante d'atténuation liée aux phénomènes d'érosion, de ruissellement, de volatilisation, de lixiviation et de dégradation (an^{-1}) ;
- t : Durée d'accumulation des dépôts au sol (an) ;
- µ : Masse volumique du sol (kg de sol / m³ de sol) ;
- Z : Épaisseur de la couche de sol où s'accumule le polluant (m de sol).

Conformément aux recommandations de l'US-EPA [HHRAP, 2005], la valeur de la constante d'atténuation k retenue est égale à 0 pour l'ensemble des polluants considérés, ce qui nous amène à utiliser la formule de calcul suivant :

$$C_{St} = \frac{D_t}{\mu \times Z} \times t$$

La densité du sol retenue dans le cadre de cette étude est de 1,3 g/cm³ [INERIS, 2003].

La concentration de polluant dans le sol est calculée pour une profondeur de sol Z de 1 cm pour les scénarios d'ingestion directe de sol par l'homme [HHRAP, 2005].

Les flux de dépôts au sol sont ramenés dans cette étude à 30 ans d'émissions des infrastructures routières. Ainsi, en retenant une valeur t égale à 30 ans, la concentration CS30 calculée correspond à la concentration en polluants dans le sol, liée à l'accumulation des dépôts au sol au bout de 30 ans d'émissions des infrastructures routières. Cette concentration est retenue pour tous les scénarios étudiés.

Les flux de dépôts au sol issus de la modélisation pour les 3 états considérés et pour les points récepteurs retenus dans l'environnement sont présentés dans le tableau suivant.

---

22 Human Health Risk Assessment Protocol

TABLEAU 45 – FLUX DE DÉPÔTS AU SOL POUR LES TRACEURS HAP

		Flux de dépôts au sol (µg/m²/s)
Traceurs de risques HAP	État	Nouveau Groupe scolaire
Benzo(a)pyrène	État de référence	0
	Fil de l'eau	0
	État projeté	2,31E-08
Eq benzo(a)pyrène	État de référence	0
	Fil de l'eau	0
	État projeté	4,53E-08
Acénaphtène	État de référence	0
	Fil de l'eau	0
	État projeté	2,88E-07
Acénaphtylène	État de référence	0
	Fil de l'eau	0
	État projeté	2,16E-07
Anthracène	État de référence	0
	Fil de l'eau	0
	État projeté	9,15E-08
Benzo(a)anthracène	État de référence	0
	Fil de l'eau	0
	État projeté	3,99E-08
Benzo(b)fluoranthène	État de référence	0
	Fil de l'eau	0
	État projeté	3,62E-08
Benzo(k)fluoranthène	État de référence	0
	Fil de l'eau	0
	État projeté	2,92E-08
Benzo(ghi)pérylène	État de référence	0
	Fil de l'eau	0
	État projeté	5,46E-08
Chrysène	État de référence	0
	Fil de l'eau	0
	État projeté	8,10E-08
Dibenzo(a,h)anthracène	État de référence	0
	Fil de l'eau	0
	État projeté	4,40E-09
Fluorène	État de référence	0

	Fil de l'eau	0
	État projeté	7,49E-08
Fluoranthène	État de référence	0
	Fil de l'eau	0
	État projeté	4,18E-07
Indéno(1,2,3-cd)pyrène	État de référence	0
	Fil de l'eau	0
	État projeté	2,71E-08
Phénanthrène	État de référence	0
	Fil de l'eau	0
	État projeté	9,38E-07
Pyrène	État de référence	0
	Fil de l'eau	0
	État projeté	3,30E-07
Benzo(j)fluoranthène	État de référence	0
	Fil de l'eau	0
	État projeté	4,41E-08

Source : EGIS

5.3.3.2 - Estimation des doses ingérées

L'exposition en polluant par ingestion est exprimée par la Dose Journalière d'Exposition (DJE), qui s'exprime en mg de substance par kg de masse corporelle et par jour (mg/kg pc/j), selon la formule :

$$DJE = \frac{\sum_i C_i \times Q_i \times F}{P}$$

Avec :

- Ci : Concentration en polluant dans le milieu i d'exposition (sol) calculée selon les équations présentées dans le chapitre précédent,
- Qi : Quantité de milieu i d'exposition administrée par la voie orale par jour,
- F : Fréquence annuelle d'exposition (présentée dans le Tableau 42)
- P : Poids corporel de la cible (kg).

L'apport de chaque polluant via l'ingestion de sol et de poussières a été estimé en considérant les quantités de terre ingérées par enfant selon les données de l'US-EPA [2011].

La source de données françaises la plus récente pour le poids corporel est l'enquête décennale santé 2002-2003 de l'INSEE Ces résultats sont disponibles dans l'article de Tanguy [2007].

L'ensemble de ces paramètres liés aux caractéristiques de la population est fourni en annexe 10.3. Les doses ingérées ainsi estimées sont présentées dans le Tableau 46.

TABLEAU 46 - DOSE JOURNALIÈRE D'EXPOSITION DES ENFANTS POUR LES TRACEURS DE RISQUE CONSIDÉRÉS PAR INGESTION EN EXPOSITION CHRONIQUE

		Dose journalière d'exposition (mg/kg pc/j) enfant
Traceurs de risques HAP	État	Nouveau Groupe scolaire
Benzo(a)pyrène	État de référence	0
	Fil de l'eau	0
	État projeté	4,76E-09
Eq benzo(a)pyrène	État de référence	0
	Fil de l'eau	0
	État projeté	9,35E-09
Acénaphtène	État de référence	0
	Fil de l'eau	0
	État projeté	5,95E-08
Anthracène	État de référence	0
	Fil de l'eau	0
	État projeté	1,89E-08
Benzo(ghi)pérylène	État de référence	0
	Fil de l'eau	0
	État projeté	3,24E-08
Fluorène	État de référence	0
	Fil de l'eau	0
	État projeté	1,55E-08
Fluoranthène	État de référence	0
	Fil de l'eau	0
	État projeté	8,63E-08
Phénanthrène	État de référence	0
	Fil de l'eau	0
	État projeté	1,94E-07
Pyrène	État de référence	0
	Fil de l'eau	0
	État projeté	6,81E-08

Source : EGIS

5.4 - Caractérisation de risques sanitaires en exposition chronique

5.4.1 - Caractérisation du risque par inhalation

Pour les polluants à effets à seuil faisant suite à une exposition par inhalation, la possibilité d'effets toxiques pour les populations exposées est matérialisée par le calcul du Quotient de Danger (QD), selon la formule suivante :

QD = CI / VTR

Avec :

- CI : concentration moyenne d'exposition inhalée, exprimée en µg/m^3 d'air inhalé,
- VTR : valeur toxicologique de référence pour les effets à seuil choisie dans cette évaluation, exprimée en µg/m^3 d'air inhalé, pour une exposition chronique par inhalation.

En termes d'interprétation, lorsque le quotient de danger est inférieur à 1, la survenue d'effet à seuil paraît peu probable, même pour les populations sensibles. Au-delà de 1, la possibilité d'apparition d'effets ne peut être exclue. À titre d'illustration, un QD égal à 2 signifie que la dose d'exposition est deux fois plus élevée que la VTR et non pas qu'il y a deux fois plus de risque de voir l'effet se manifester.

Pour les polluants à effets sans seuil (cancérogènes génotoxiques), on calcule un Excès de Risque Individuel (ERI), correspondant à la probabilité supplémentaire, par rapport au risque de base, de survenue d'un cancer au cours d'une vie entière pour les concentrations réelles d'exposition. L'Excès de Risque Individuel est calculé par la formule suivante :

ERI = ERU x CI x T/Tm

Avec :

- ERU : Excès de Risque Unitaire par inhalation pour une vie entière (conventionnellement 70 ans). C'est la probabilité de survenue d'un cancer, au cours de l'exposition d'un individu durant sa vie entière à la concentration de 1 µg/m^3 ;
- T : durée d'exposition en années définie dans le Tableau 42;
- Tm : durée de vie, fixée conventionnellement à 70 ans ;
- CI : concentration d'exposition (en µg/m^3).

En terme d'interprétation, de façon à apprécier le risque cancérogène, caractérisé par l'Excès de Risque Individuel, l'US-EPA prend en considération un risque repère de 10^{-6} pour un risque collectif touchant l'ensemble d'une population, et une valeur maximale de 10^{-4} pour juger du risque auquel un individu peut être exposé. L'ATSDR utilise souvent un intervalle de 10^{-4} à 10^{-6} pour l'excès de risque de cancer vie entière pour déterminer s'il y a une préoccupation particulière pour le risque cancérogène.

Pour sa part, la circulaire DGS et DGPR du 09/08/13 relative à la démarche de prévention et de gestion des risques sanitaires des installations classées soumises à autorisation mentionne la valeur de 10-5 comme critère d'acceptabilité de l'évaluation de risque sanitaire.

Dans le cadre de cette étude, nous retenons donc la valeur de 10^{-5} comme critère d'acceptabilité de l'Excès de Risque Individuel (ERI).

Que représente l'Excès de Risque Unitaire (ERUi) ?

L'ERUi correspond à la probabilité supplémentaire de survenue de l'effet sans seuil (cancer génotoxique) pour l'individu exposé durant sa vie entière, en plus de la probabilité de le développer uniquement à cause de la pollution de fond. C'est en ce sens que l'on parle d'excès de risque.

Comment interpréter l'Excès de Risque Individuel (ERI) ?

L'ERI est la probabilité que l'individu exposé développe au cours de sa vie l'effet associé à une exposition limitée dans le temps à un agent dangereux, compte tenu de sa dose journalière d'exposition et de l'excès de risque unitaire (ERUi) de la substance étudiée.

Par exemple, un ERI de 0.0001 signifie qu'un individu exposé toute sa vie à une substance cancérogène a 1 chance sur 10 000 de contracter un cancer lié à cette substance. Autrement dit, sur une population de 10 000 habitants, cette substance va être à l'origine d'un cas de cancer supplémentaire.

5.4.1.1 - Polluants à effets à seuil

5.4.1.1.1 - Dioxyde d'azote et particules

Pour le dioxyde d'azote et les particules qui ne disposent pas de VTR, mais d'une Valeur Guide (VG) pour la protection de la santé, les teneurs moyennes annuelles inhalées sont comparées aux valeurs guide pour la protection de la santé proposée par l'OMS pour les 3 états étudiés.

TABLEAU 47 - CONCENTRATIONS INHALÉES POUR LE DIOXYDE D'AZOTE ET LES PARTICULES VS VALEURS GUIDES OMS

Traceur de risque	Unité	État	Riverains les plus impactés sans le projet	Riverains les plus impactés avec le projet	Groupe Scolaire	Aération_Nord	Aération_sol	Valeur Guide OMS (µg/m³)
Dioxyde d'azote *(BF = 21,6)*	***µg/m³***	Etat de Référence	41,26	32,95	29,18	30,49	37,66	40
		Etat Fil de l'eau	25,77	23,95	23,13	23,52	24,85	
		Etat Projeté	26,05	24,60	24,12	23,64	25,51	
PM_{10} *(BF = 13,4)*	***µg/m³***	Etat de Référence	14,90	14,23	13,95	14,09	14,56	30
		Etat Fil de l'eau	14,15	13,83	13,68	13,76	13,98	
		Etat Projeté	14,21	13,97	13,90	13,78	14,13	
$PM_{2,5}$ *(BF=8,67)*	***µg/m³***	Etat de Référence	9,92	9,35	9,12	9,24	9,64	10
		Etat Fil de l'eau	9,12	8,93	8,84	8,88	9,02	
		Etat Projeté	9,16	9,02	8,97	8,90	9,11	
Benzène *(BF=0,68)*	***µg/m³***	Etat de Référence	0,70	0,69	0,69	0,69	0,70	2
		Etat Fil de l'eau	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	
		Etat Projeté	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	
Dioxyde de soufre *(BF=1,3)*	***µg/m³***	Etat de Référence	2,35	1,45	1,36	1,37	1,42	50
		Etat Fil de l'eau	1,44	1,38	1,35	1,37	1,41	
		Etat Projeté	1,45	1,40	1,38	1,37	1,43	
Benzo(a)pyrène	***ng/m³***	Etat de Référence	0,03	0,02	0,01	0,02	0,02	1
		Etat Fil de l'eau	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	
		Etat Projeté	0,02	0,02	0,01	0,01	0,02	
Arsenic *(BF=0,3)*	***ng/m³***	Etat de Référence	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	6
		Etat Fil de l'eau	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	
		Etat Projeté	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	
Nickel *(BF=2,7)*	***ng/m³***	Etat de Référence	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	20
		Etat Fil de l'eau	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	
		Etat Projeté	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	

Source : Egis - BF = valeur du bruit de fond

Pour le dioxyde d'azote, les teneurs inhalées dépassent la valeur guide pour la protection de la santé à l'état de référence au niveau des riverains les plus impactés sans le projet (riverains localisés proches de l'A8 qui vont être expropriés dans le futur).

Pour les particules PM10 et PM2.5, les teneurs inhalées ne dépassent pas les valeurs guide pour la protection de la santé humaine quel que soit l'état considéré. Cependant pour les PM2,5 les concentrations sont proches de la valeur guide dans tous les scénarios d'expositions considérés (présents actuellement ou avec les aménagements liés au projet) ; toutefois, il est important de noter que la valeur de fond représente au minimum 85 % des concentrations d'exposition.

Sur la base des données retenues (données de trafic et bruit de fond), un risque sanitaire à seuil associé au dioxyde d'azote ne peut être exclu pour les populations riveraines présentes actuellement et proches de l'autoroute A8.

Avec le projet de la ZAC, la répartition géographique des riverains se modifient, en outre les émissions attendues en 2033 baissent, notamment pour le dioxyde d'azote. Ainsi, aux horizons futurs, les valeurs guides seront respectées.

Le projet ne devrait pas être à l'origine d'un dépassement des valeurs guide pour la protection de la santé humaine quelle que soit la localisation prévue pour les riverains et occupants des immeubles de bureaux, pour le dioxyde d'azote, les PM10 et les PM2.5.

5.4.1.1.2 - Quotient de danger

Pour les substances disposant d'une VTR pour les effets à seuil par inhalation, le quotient de danger est calculé, à partir des concentrations d'exposition des populations et des VTR retenues (Tableau 37).

Au regard des résultats obtenus (Tableau 48) aucun indice de risque ne dépasse la valeur de 1, quel que soit l'horizon considéré. La valeur maximale est obtenue pour le benzène (QD = 0,07) au niveau des riverains sans le projet (état actuel). Cependant ces riverains ne seront plus présents dans la configuration future de la ZAC.

Pour le scénario Etat projeté, le QD le plus important est celui du benzène à hauteur de 0,068, soit largement inférieur à la valeur repère de 1.

Aucun risque sanitaire à seuil par inhalation n'est susceptible de se produire pour les populations riveraines et occupants des immeubles de bureaux. La réalisation du projet n'induit pas de risque supplémentaire pour les effets à seuil par inhalation.

TABLEAU 48 - QUOTIENT DE DANGER – EXPOSITION CHRONIQUE POUR LES EFFETS À SEUIL

		Quotient de danger				
Traceurs de risque	État	Riverains les plus impactés sans le projet	Riverains les plus impactés avec le projet	Nouveau Groupe scolaire	Aération_Nord	Aération_sol
Benzène BF = 0,68 µg/m³	État de référence	7,02E-02	6,93E-02	8,26E-03	6,91E-02	6,98E-02
	Fil de l'eau	6,83E-02	6,82E-02	8,17E-03	6,81E-02	6,82E-02
	État projeté	6,83E-02	6,82E-02	8,19E-03	6,82E-02	6,83E-02
1,3-Butadiène BF = 0,07 µg/m³	État de référence	4,15E-02	3,87E-02	4,49E-03	3,81E-02	4,00E-02
	Fil de l'eau	3,63E-02	3,57E-02	4,26E-03	3,56E-02	3,60E-02
	État projeté	3,64E-02	3,58E-02	4,29E-03	3,56E-02	3,61E-02
Nickel BF = 2,7 ng/m³	État de référence	3,00E-02	3,00E-02	3,60E-03	3,00E-02	3,00E-02
	Fil de l'eau	3,00E-02	3,00E-02	3,60E-03	3,00E-02	3,00E-02
	État projeté	3,00E-02	3,00E-02	3,60E-03	3,00E-02	3,00E-02
Chrome total assimilé au CrVI - Bruit de Fond = 0	État de référence	4,00E-04	2,21E-04	1,76E-05	1,84E-04	3,09E-04
	Fil de l'eau	4,09E-04	2,29E-04	1,81E-05	1,92E-04	3,16E-04
	État projeté	4,34E-04	2,87E-04	2,89E-05	2,03E-04	3,74E-04
Chrome total assimilé au CrVI - Bruit de Fond < 0,3 ng/m³	État de référence	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
	Fil de l'eau	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
	État projeté	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Arsenic BF = 0,4 ng/m³	État de référence	2,00E-02	2,00E-02	2,40E-03	2,00E-02	2,00E-02
	Fil de l'eau	2,00E-02	2,00E-02	2,40E-03	2,00E-02	2,00E-02
	État projeté	2,00E-02	2,00E-02	2,40E-03	2,00E-02	2,00E-02
Benzo(a)pyrène	État de référence	1,54E-02	8,89E-03	6,91E-04	7,79E-03	1,17E-02
	Fil de l'eau	1,12E-02	6,25E-03	4,89E-04	5,42E-03	8,59E-03
	État projeté	1,19E-02	8,05E-03	8,09E-04	5,76E-03	1,04E-02

Source : Egis

5.4.1.2 - Polluants à effets sans seuil (risques cancérigènes)

Les résultats de l'évaluation des effets sans seuil (cancérigènes) pour une exposition chronique par inhalation sont calculés à partir des concentrations d'exposition des populations (Tableau 43) et des ERI retenues (Tableau 38). Au regard des résultats obtenus présentés dans le tableau suivant tous les Excès de Risque Individuel sont inférieurs à la valeur repère de 1.10^{-5}.

Pour l'état projeté, les Excès de Risque Individuels les plus importants concernent le benzène avec des ERI de l'ordre de $0,76.10^{-5}$.

À noter que pour le chrome, nous présentons à titre indicatif deux résultats :

- un résultat noté « inférieur à » car avec prise en compte d'un bruit de fond correspondant à la valeur de 0,3 ng/m^3 (limite de quantification analytique obtenue lors de la campagne de mesure).
- un résultat hors bruit de fond étant donné que ce dernier a été mesuré inférieur aux limites de détection analytique

La présentation de ces deux résultats permet d'encadrer la valeur de l'ERI du chrome total assimilé au chrome VI.

Ainsi, sur la base des données et résultats obtenus, le risque cancérigène par inhalation, lié au projet de la ZAC de la Constance, pour les populations environnantes peut être qualifié d'acceptable, quelle que soit la substance considérée individuellement. Le projet de la ZAC ne sera en outre pas à l'origine d'une augmentation du risque sanitaire cancérigène.

TABLEAU 49 - EXCÈS DE RISQUE INDIVIDUEL – EXPOSITION CHRONIQUE POUR LES EFFETS SANS SEUIL

		Excès de Risque Individuel				
Traceurs de risque	État	Riverains les plus impactés sans le projet	Riverains les plus impactés avec le projet	Nouveau Groupe scolaire	Aération_Nord	Aération_sol
Benzène BF = 0,68 µg/m³	État de référence	7,83E-06	7,72E-06	2,46E-07	7,69E-06	7,77E-06
	Fil de l'eau	7,61E-06	7,60E-06	2,43E-07	7,59E-06	7,60E-06
	État projeté	7,61E-06	7,60E-06	2,43E-07	7,60E-06	7,61E-06
1,3-Butadiène BF = 0,07 µg/m³	État de référence	1,10E-06	1,03E-06	3,18E-08	1,01E-06	1,06E-06
	Fil de l'eau	9,65E-07	9,49E-07	3,02E-08	9,46E-07	9,57E-07
	État projeté	9,66E-07	9,52E-07	3,04E-08	9,46E-07	9,60E-07
Nickel BF = 2,7 ng/m³	État de référence	3,01E-07	3,01E-07	9,63E-09	3,01E-07	3,01E-07
	Fil de l'eau	3,01E-07	3,01E-07	9,63E-09	3,01E-07	3,01E-07
	État projeté	3,01E-07	3,01E-07	9,64E-09	3,01E-07	3,01E-07
Chrome total assimilé au CrVI - BF = 0, hors bruit de fond	État de référence	2,06E-07	1,14E-07	2,41E-09	9,47E-08	1,59E-07
	Fil de l'eau	2,10E-07	1,18E-07	2,49E-09	9,85E-08	1,62E-07
	État projeté	2,23E-07	1,48E-07	3,97E-09	1,04E-07	1,92E-07
Chrome total assimilé au CrVI - BF < 0,3 ng/m³	État de référence	< 5,35E-06	< 5,26E-06	< 1,67E-07	< 5,24E-06	< 5,30E-06
	Fil de l'eau	< 5,35E-06	< 5,26E-06	< 1,67E-07	< 5,24E-06	< 5,31E-06
	État projeté	< 5,37E-06	< 5,29E-06	< 1,69E-07	< 5,25E-06	< 5,34E-06
Arsenic BF = 0,4 ng/m³	État de référence	5,54E-07	5,53E-07	1,77E-08	5,53E-07	5,54E-07
	Fil de l'eau	5,54E-07	5,53E-07	1,77E-08	5,53E-07	5,54E-07
	État projeté	5,54E-07	5,54E-07	1,77E-08	5,53E-07	5,54E-07
Eq Benzo(a)pyrène	État de référence	1,53E-08	8,84E-09	1,85E-10	7,78E-09	1,17E-08
	Fil de l'eau	1,16E-08	6,41E-09	1,34E-10	5,56E-09	8,86E-09
	État projeté	1,23E-08	8,15E-09	2,18E-10	5,90E-09	1,06E-08

Source : EGIS

5.4.2 - Caractérisation du risque par ingestion

Pour la voie d'exposition par ingestion des polluants à effets à seuil, le quotient de danger se calcule par la formule suivante :

$$QD_o = \frac{DJE}{DJA}$$

Avec :

- DJE : dose journalière d'exposition exprimée en mg/kg pc/j ;
- DJA : dose journalière admissible (VTR relative à une exposition par ingestion) exprimée en mg/kg pc/j.

La valeur repère pour le quotient de danger est de 1. L'interprétation reste identique à celle présentée pour le risque par inhalation.

Le risque cancérogène pour une exposition par ingestion est estimé en calculant l'Excès de Risque Individuel (ERI), tel que :

ERIo = ERUo x DJE x T/Tm

Avec :

- ERIo : Excès de Risque Individuel pour la voie d'exposition par voie orale ;
- ERUo : Excès de Risque Unitaire pour la voie d'exposition par voie orale ;
- DJE : Dose Journalière d'Exposition ;
- T : durée d'exposition en années (définie dans le Tableau 42) ;
- Tm : durée de vie fixée à 70 ans.

Le critère d'acceptabilité de l'Excès de Risque Individuel (ERI) est de 10^{-5} tel que présenté dans le chapitre précédent.

5.4.2.1 - Polluants à effets à seuil

Pour les substances disposant de VTR par ingestion, les quotients de danger concernant les effets à seuil sont calculés pour les 3 horizons étudiés à partir des doses journalières d'exposition des populations (Tableau 46) et des VTR retenues (Tableau 40).

TABLEAU 50 – QUOTIENT DE DANGER – EXPOSITION CHRONIQUE POUR LES EFFETS À SEUIL PAR INGESTION

		Quotient de danger enfant
Traceurs de risques HAP	État	Nouveau Groupe scolaire
Benzo(a)pyrène	État de référence	0
	Fil de l'eau	0
	État projeté	1,59E-05
Acénaphtène	État de référence	0
	Fil de l'eau	0
	État projeté	9,92E-07
Anthracène	État de référence	0
	Fil de l'eau	0
	État projeté	6,30E-08
Benzo(ghi)pérylène	État de référence	0
	Fil de l'eau	0
	État projeté	1,08E-06
Fluorène	État de référence	0
	Fil de l'eau	0
	État projeté	3,87E-07
Fluoranthène	État de référence	0
	Fil de l'eau	0
	État projeté	2,16E-06
Phénanthrène	État de référence	0
	Fil de l'eau	0
	État projeté	4,84E-06
Pyrène	État de référence	0
	Fil de l'eau	0
	État projeté	2,27E-06

Source : EGIS

Au regard des résultats obtenus (Tableau) aucun quotient de danger ne dépasse la valeur de 1. Le quotient de danger maximum est de $1.59.10^{-5}$ (benzo(a)pyrène).

Aucun risque à seuil par ingestion pour une exposition chronique n'est susceptible de se produire pour les populations étudiées.

Le projet de la ZAC de la Constance n'induit pas de de risques supplémentaires pour les effets à seuil par ingestion.

5.4.2.2 - Polluants à effets sans seuil

Les excès de risque individuel concernant les effets sans seuil par ingestion sont calculés pour les 3 horizons étudiés à partir des doses journalières d'exposition des populations et des VTR retenues (Tableau 41).

TABLEAU 51 – EXCÈS DE RISQUE INDIVIDUEL – EXPOSITION CHRONIQUE POUR LES EFFETS SANS SEUIL PAR INGESTION

		Excès de Risque Individuel enfant
Traceurs de risques HAP	État	Nouveau Groupe scolaire
Eq Benzo(a)pyrène	État de référence	-
	Fil de l'eau	-
	État projeté	1,07E-09

Au regard des résultats obtenus (Tableau), l'excès de risque individuel en equivalent benzo(a)pyrène est nettement inférieurs à la valeur repère de 10^{-5}.

Aucun risque sans seuil par ingestion pour une exposition chronique n'est susceptible de se produire pour les populations étudiées.

Le projet de la ZAC de la Constance n'induit pas de risques supplémentaires pour les effets sans seuil par ingestion.

5.4.3 - Effets additifs

La caractérisation globale des risques peut être réalisée à titre indicatif dans ce chapitre en sommant les risques chroniques de la façon suivante :

- pour les polluants à effets à seuil : la somme des quotients de danger est réalisée pour ceux dont la toxicité est identique en termes de mécanisme d'action et d'organe cible ;
- pour les polluants à effets sans seuil : la somme des ERI est réalisée, quels que soient le type de cancer et l'organe touché.

5.4.3.1 - Effets additifs à seuil

Le tableau suivant présente la somme des quotients de danger considérés au niveau des récepteurs.

En approche majorante, nous sommons l'ensemble des quotients de danger même si la toxicité

Remarque : Pour le dioxyde d'azote et les poussières $PM_{2,5}$, aucun quotient de danger n'a été calculé. Ces composés ne sont donc pas pris en compte dans la caractérisation globale du risque.

Remarque : ces résultats utilisent la valeur du Quotient de Danger du Chrome VI avec le bruit de fond de 0,3 ng/m³ (limite de quantification) et correspondent donc à une borne supérieure.

La somme des quotients de danger est inférieure à 1 quel que soit l'horizon ou les cibles considérées.

Pour l'état projeté, est la somme des quotients de danger ne dépasse pas 0,17.

Ainsi, le risque sanitaire global, pour des effets à seuil, est acceptable au vu de la somme des quotients de danger (inférieure à 1).

TABLEAU 52 - CARACTÉRISATION GLOBALE DU RISQUE POUR LES EFFETS À SEUIL À R1 DANS L'ÉTAT ACTUEL

Traceurs de risque	État	Riverains les plus impactés sans le projet	Riverains les plus impactés avec le projet	Nouveau Groupe scolaire	Aération_Nord	Aération_sol
Somme des Quotient de danger	État de référence	1,88E-01	1,77E-01	2,07E-02	1,75E-01	1,82E-01
	Fil de l'eau	1,76E-01	1,70E-01	2,01E-02	1,69E-01	1,73E-01
	État projeté	1,77E-01	1,72E-01	2,05E-02	1,70E-01	1,75E-01

Source : EGIS

5.4.3.2 - Effets additifs cancérigènes

Le Tableau 53 présente la caractérisation globale du risque pour **les effets sans seuil** au niveau des différents points récepteurs retenus.

À l'état projeté, la somme des Excès de Risque Individuel pour les populations les plus exposées est comprise entre 0,96.10^{-5} et 1,48.10^{-5}.

Cet encadrement de valeur tient compte des hypothèses de bruit de fond en chrome VI dont la teneur a été mesurée inférieure à 0,3 ng/m^3.

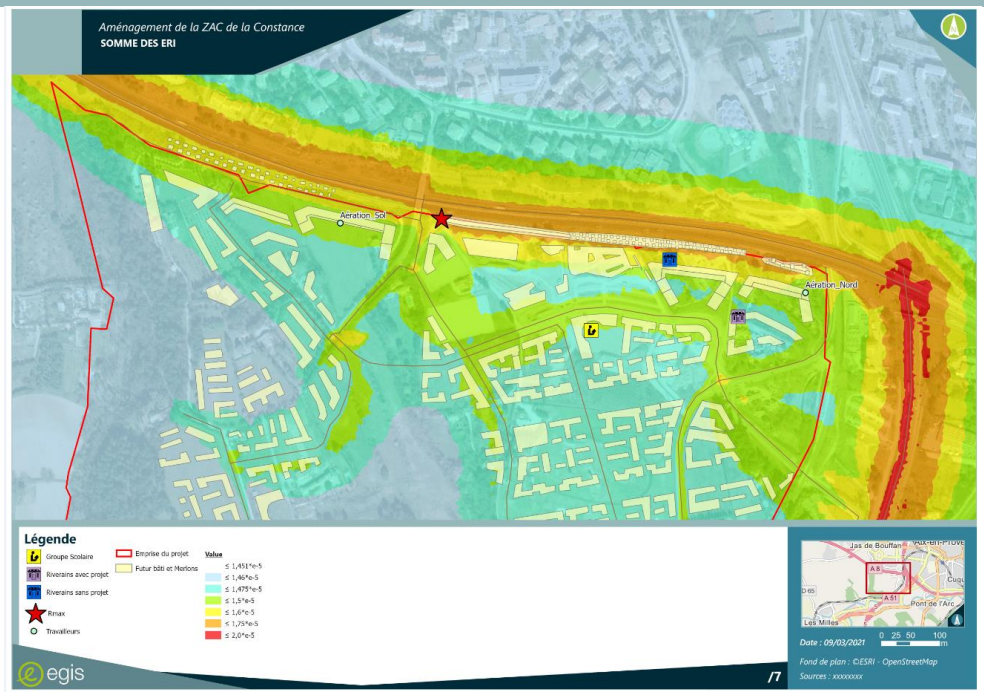
Sur la base de ces hypothèses le benzène est le contributeur majoritaire à cette somme des Excès de Risque individuels. Viennent ensuite le 1,3-butadiène, voire le chrome VI selon les hypothèses retenues en matière de bruit de fond.

TABLEAU 53 - CARACTÉRISATION GLOBALE DU RISQUE POUR LES EFFETS SANS SEUIL

Hypothèse haute pour laquelle on tient compte du bruit de fond en chrome VI

		Somme des Excès de Risque Individuel				
Traceurs de risque	État	Riverains les plus impactés sans le projet	Riverains les plus impactés avec le projet	Nouveau Groupe scolaire	Aération_Nord	Aération_sol
Somme des ERI - Hypothèse haute (bruit de fond en chrome VI pris < 0,3 ng/m^3)	État de référence	< 1,51E-05				
	Fil de l'eau	< 1,48E-05				
	État projeté		< 1,47E-05	4,70E-07	< 1,46E-05	< 1,48E-05
Contribution des différents polluants	Benzène		52%	52%	52%	52%
	1,3-Butadiène		7%	7%	7%	7%
	Nickel		2%	2%	2%	2%
	Chrome VI		36%	36%	36%	36%
	Arsenic		4%	4%	4%	4%
	Eq benzo(a)pyrène		0%	0%	0%	0%

FIGURE 35 – SOMME DES ERI À L'ETAT PROJETÉ POUR L'HYPOTHÈSE HAUTE DE CHROME VI



D'après la figure précédente, du fait du bruit de fond, l'ensemble du domaine d'étude est concerné potentiellement par le dépassement de la valeur repère (1.10^{-5}).

TABLEAU 54 - CARACTÉRISATION GLOBALE DU RISQUE POUR LES EFFETS SANS SEUIL

Hypothèse basse pour laquelle le bruit de fond du chrome VI est mis à zéro car mesuré en dessous des limites de de quantification :

		Somme des Excès de Risque Individuel				
Traceurs de risque	État	Riverains les plus impactés sans le projet	Riverains les plus impactés avec le projet	Nouveau Groupe scolaire	Aération_Nord	Aération_sol
Somme des ERI - Hypothèse basse (bruit de fond en chrome VI pris égal à 0)	État de référence	1,00E-05				
	Fil de l'eau	9,65E-06				
	État projeté		9,57E-06	3,05E-07	9,51E-06	9,63E-06
Contribution des différents polluants	Benzène		79%	80%	80%	79%
	1,3-Butadiène		10%	10%	10%	10%
	Nickel		3%	3%	3%	3%
	Chrome VI		2%	1%	1%	2%
	Arsenic		6%	6%	6%	6%
	Eq benzo(a)pyrène		0%	0%	0%	0%

Source : EGIS

FIGURE 36 – SOMME DES ERI À L'ETAT PROJETÉ POUR L'HYPOTHÈSE BASSE DE CHROME VI



D'après la figure précédente, le dépassement de la valeur repère (1.10^{-5}) est localisé (orange et rouge) sur l'autoroute et sur la façade nord des immeubles de bureaux.

Ainsi, nous pouvons conclure que le risque sanitaire global, pour des effets sans seuil, est de l'ordre de la valeur repère de 1.10^{-5}. Ces tendances étant équivalentes pour l'état actuel, comme pour les horizons futurs avec et sans le projet.

5.5 - Caractérisation de risques sanitaires en exposition aiguë

5.5.1 - Méthodologie

Pour les polluants faisant suite à une exposition aiguë par inhalation, la possibilité d'effets toxiques pour les populations exposées est matérialisée par le calcul du Quotient de Danger (QD), selon la formule suivante :

QD = CI / VTR

Avec :

- CI : concentration maximale inhalée, exprimée en µg/m^3 d'air inhalé,
- VTR : valeur toxicologique de référence pour les effets à seuil choisie dans cette évaluation, exprimée en µg/m^3 d'air inhalé, pour une exposition aiguë par inhalation.

En termes d'interprétation, lorsque le quotient de danger est inférieur à 1, la survenue d'effet à seuil paraît peu probable, même pour les populations sensibles. Au-delà de 1, la possibilité d'apparition d'effets ne peut être exclue.

5.5.2 - Caractérisation du risque sanitaire aigu

Le risque sanitaire en exposition aigu est calculé pour les 3 horizons étudiés à partir des concentrations d'exposition des populations (Tableau 44) et des VTR retenues (Tableau 39). Nous avons choisi une hypothèse majorante pour les PM10 et PM2.5 en prenant le P100 (valeur maximale d'exposition) sur une heure et non pas 24 heures.

Pour tous les polluants et les différents scénarios étudiés, les quotients de danger calculés dans sont tous inférieurs à 1. La valeur maximale concerne les PM10 (QD = 0,42) au niveau du point Aération_sol.

Aucun risque aigu n'est susceptible d'apparaitre pour les populations étudiées quelle que soit la substance considérée et quel que soit le scénario étudié.

TABLEAU 55 - QUOTIENT DE DANGER – EXPOSITION AIGUË PAR INHALATION

		Quotient de danger en exposition aigüe				
Traceurs de risque	État	Riverains les plus impactés sans le projet	Riverains les plus impactés avec le projet	Nouveau Groupe scolaire	Aération_Nord	Aération_sol
Dioxyde d'azote	État de référence	0,37	0,00	0,00	0,00	0,00
BF = 21,6 µg/m³	Fil de l'eau	0,22	0,00	0,00	0,00	0,00
	État projeté	0,00	0,22	0,18	0,15	0,28
PM10	État de référence	0,35	0,00	0,00	0,00	0,00
BF = 13,4 µg/m³	Fil de l'eau	0,31	0,00	0,00	0,00	0,00
	État projeté	0,00	0,33	0,30	0,30	0,42
PM2.5	État de référence	0,40	0,37	0,04	0,37	0,39
BF = 8.67 µg/m³	Fil de l'eau	0,36	0,36	0,04	0,36	0,36
	État projeté	0,37	0,36	0,04	0,36	0,36

Source : EGIS

5.6 - Revue des incertitudes

L'évaluation des risques sanitaires constitue un outil d'aide à la décision permettant d'apprécier l'impact sanitaire d'une infrastructure routière ou d'un aménagement urbain sur les populations exposées.

Ces résultats font l'objet d'incertitudes conduisant à une sous-estimation ou à une surestimation des risques calculés, liées notamment aux connaissances scientifiques sur les polluants et les VTR, à l'évaluation des teneurs issues de la modélisation et au choix des hypothèses retenues.

L'analyse des incertitudes a pour objet d'apprécier leurs influences sur les résultats de l'évaluation des risques sanitaires.

5.6.1 - Facteurs de sous-estimation des risques

Les incertitudes qui portent sur cette évaluation et qui conduisent à sous-estimer les risques sont les suivantes :

- **Voies d'exposition**

  Dans cette étude, l'exposition par voie cutanée n'a pas été prise en compte, ce qui peut constituer une sous-estimation potentielle des risques calculés. Néanmoins, peu de VTR existent pour cette voie et l'extrapolation d'une VTR à partir d'une autre voie est entachée d'incertitude. De plus, l'absorption cutanée des gaz est négligeable devant absorption par voies respiratoires ;

5.6.2 - Facteurs de sur-estimation des risques

Les incertitudes qui portent sur cette évaluation et qui conduisent à surestimer les risques sont les suivantes :

- **Spéciation du chrome**

  En l'absence de données précises sur la part relative des formes organiques et inorganiques, les émissions de chrome ont été totalement affectées au chrome VI, forme la plus préoccupante en termes de risque sanitaire ;

- **Teneur de fond**

  Les teneurs de fond retenues ont été extrapolées à l'année 2033 (état au fil de l'eau et état projeté) sans aucune variation alors que l'on peut raisonnablement espérer une diminution des valeurs de fond des principaux polluants atmosphériques compte tenu des évolutions réglementaires et efforts technologiques à venir.

  De plus pour les points récepteurs en hauteur (prise d'air) ces teneurs de fond ont également été retenues sans décroissance en fonction de l'altitude. L'exercice de modélisation 3D présentée au chapitre 0montre qu'il s'agit d'une hypothèse majorante.

- **Effets des bâtiments, haies végétalisées et merlon paysager**

  L'évaluation des risques sanitaires se base sur les résultats de la modélisation utilisant un modèle 2D permettant d'obtenir des concentrations moyennes annuelles fiables par la très bonne prise en compte des chroniques météorologiques du site. Cependant, les effets de la topographie et du bâti sont moins bien pris en compte. ainsi, et d'après l'exercice de modélisation 3D présentée au chapitre 0**on peut raisonnablement pensé que les résultats de l'EQRS sont surestimés en lien avec les barrières de protection prévues.**

- **Choix des VTR**

Les VTR retenues dans le cadre de cette étude, en conformité avec les préconisations de l'InVS et de la note de la DGS du 31 octobre 2014, peuvent être considérées comme bénéficiant d'un degré de confiance élevé. Des facteurs de sécurité sont systématiquement appliqués (pour l'extrapolation inter-espèces, pour les populations sensibles, la qualité des données sources, etc.) sur ces VTR établies par les grandes instances internationales de la santé. Leur application conduit donc généralement à une surestimation des risques ;

- **Scénarii d'exposition**

Dans la présente étude et en l'absence de connaissances précises du budget espace-temps des populations étudiées, **nous avons retenu des paramètres d'exposition relativement majorants pour les populations de riverains et les immeubles de bureaux, à savoir une exposition permanente 24h/24.**

5.6.3 - Facteurs d'incertitude dont l'influence sur le résultat n'est pas connue

Les incertitudes qui portent sur cette évaluation et dont le sens d'influence n'est pas connu sont les suivantes :

- **Teneurs de fond**

Les teneurs de fond retenues sont issues des mesures réalisées par Egis, sur la zone d'étude, lors d'une campagne de mesures ayant eu lieu en octobre 2019 (mesures sur 4 semaines de tous les polluants faisant l'objet de cette étude). Dans l'impossibilité de pouvoir réaliser d'autre campagne de mesures en raison des exigences de planning, nous avons assimilé le résultat de ces mesures à une moyenne annuelle.

- **Teneurs en polluant**

Nous avons considéré que les teneurs étaient identiques à l'extérieur et à l'intérieur des bâtiments, ce qui n'est probablement pas le cas. L'influence de ces hypothèses sur les risques sanitaires est difficilement appréciable pour les logements et immeubles ne disposant pas de filtration d'air ;

- **Risque global**

Les substances interagissent les unes par rapports aux autres. Si la connaissance des effets sur la santé liés à l'inhalation de chacune d'entre elles a beaucoup avancé, ce n'est pas encore le cas pour l'ensemble des substances. Les méthodes disponibles pour quantifier les risques sanitaires liés à l'exposition simultanée de plusieurs polluants (additivité des risques) sont encore limitées et il reste difficile de savoir si les effets sanitaires sont antagonistes, synergiques ou additifs.

5.6.4 - Synthèse des facteurs d'incertitude

Il ressort de l'examen des incertitudes que les facteurs qui minorent le risque seraient peu nombreux et qu'ils induiraient probablement une sous-estimation non significative des risques sanitaires estimés. Il semble donc raisonnable de conclure que **les hypothèses retenues amènent à une probable surestimation du risque**.

Toutefois, les résultats de cette ERS doivent être appréciés en l'état des connaissances disponibles aussi bien méthodologiques que descriptives. Les données et les méthodes de calculs utilisées ont été présentées et les choix ont été justifiés.

5.7 - Conclusion de l'Évaluation des Risques Sanitaires

La réalisation du projet de la ZAC de la Constance montre que les indicateurs du risque sanitaire sont globalement équivalents *Avec et Sans projet* (comparaison Fil de l'Eau et État Projeté). Ainsi le projet de ZAC n'est pas de nature à apporter significativement de nouvelles pollutions sur la zone, ou des risques sanitaires supplémentaires.

Ce projet de ZAC implique cependant l'arrivée de nouvelles populations dans une zone d'étude où la qualité de l'air est représentative d'une zone urbaine à péri-urbaine, avec présence de polluants en air ambiant issus de l'ensemble de l'agglomération et du tissu routier aixois. Il convient donc de vérifier avec soin le niveau des indicateurs du risque sanitaire, pour cet Etat Projeté, en lien en particulier avec les sources existantes actuellement que sont l'A8 et l'A51.

Pour les polluants traceurs de risque considérés dans l'évaluation, en exposition chronique par inhalation et par ingestion, ainsi qu'en exposition aigue, les résultats montrent que :

- **Les valeurs repère du risque sanitaire, pour les effets à seuil, sont toutes respectées (quotients de danger inférieurs à 1).**
- **Les valeurs repère du risque sanitaire, pour les effets sans seuil, sont toutes respectées (Excès de Risque individuels inférieurs à 1.10^{-5}).**

Ainsi, pour chaque polluant traceur de risque pris individuellement, le risque sanitaire attendu sur ce projet est qualifié d'acceptable.

À noter toutefois les points d'attention suivants :

- Les concentrations en PM2,5 sont proches de la valeur guide de l'OMS, fixée à 10 µg/m^3, la teneur en bruit de fond retenue représentant à minima 85 % de la concentration d'exposition. Une mesure d'accompagnement en lien avec ces particules fines doit donc être prévue (surveillance et filtration de l'air des immeubles de bureaux longeant l'A8).
- L'exercice de prise en compte de l'additivité des risques est réalisé à titre indicatif au chapitre 5.4.3 - . Cet exercice montre que la somme des Excès de Risque Individuel est de l'ordre de la valeur repère sanitaire de 1.10^{-5}. Sachant que le risque est porté en particulier par le benzène, ce polluant fait également l'objet d'une surveillance particulière.

6 - ÉVALUATION DE L'IMPACT DE LA POLLUTION ATMOSPHÉRIQUE SUR L'ENVIRONNEMENT

Ce chapitre contient quatre thématiques qui ne sont pas directement traités dans les impacts sur :

- La qualité de l'air : chapitre 3.2 - Évaluation de l'impact du projet sur la qualité de l'air ;
- Les populations : chapitre 2.1.1 - Densité et population générale ;
- La santé : chapitre 5 - Évaluation quantitative des risques sanitaires.

Ces thématiques concernent :

- Pollution sensible (liée à la perception) :
  - Odeurs ;
  - Transparence de l'air ;
  - Nuages de poussières ;
- Impacts de la pollution atmosphérique sur :
  - Le sol ;
  - La flore ;
  - La faune ;
  - Les bâtiments ;
  - L'économie ;
- Les émissions de dioxyde de carbone (CO_2) issues de la circulation routières et assimilées aux émissions de GES ;
- La consommation énergétique liée au trafic routier.

Les deux premiers items sont traités en fonction des sources bibliographiques existantes, les deux suivants sont les résultats des calculs des émissions sur le réseau routier retenu et les trafics étudiés.

6.1 - Pollution sensible

6.1.1 - Odeurs

De très nombreuses molécules odorantes sont présentes dans l'air. À concentration suffisante, elles deviennent perceptibles par les récepteurs olfactifs de la paroi nasale et engendrent une réponse émotionnelle (agréable ou non, sucrée, aigre, etc.), une réponse affective (souvenirs, faim, stress, etc.) avant la réponse descriptive (odeur de vanille, d'herbes sèches ou d'ordures).

La perception très fréquente d'odeurs fortes et/ou désagréables engendre un trouble important, source du deuxième motif de plainte après le bruit. Ainsi l'odeur acide, nauséabonde… est souvent associée à un risque sanitaire, mais ce rapprochement est le plus souvent sans fondement puisque les composés odorants perçus sont présents à des niveaux inférieurs aux valeurs limites d'exposition (VLE).

Cette perception chronique, bien qu'inoffensive directement, peut provoquer un stress entrainant des conséquences sur la santé (troubles respiratoires, nausées, vomissements, troubles du sommeil, etc.).

Trois types d'activités principales sont génératrices d'odeurs :

- Les émissions industrielles :
  - Activités liées à l'énergie (pétrochimie, combustion de gaz de charbon, pétrole) ;
  - Activités chimiques (chimie minérale, organique ou inorganique) ;
  - Activités de l'industrie du bois, du papier et de la viscose ;
  - Activités des industries de l'agroalimentaire (préparation d'aliments : sucres, levures alimentaires…) ;

- Les déchets d'origine :
  - Végétale : compostage, algue verte ;
  - Animale : carcasses d'animaux, déchets de poissons, fumier, épandage ;
  - Anthropique : déchets ménagers et industriels ;
- Les installations de traitement des eaux usées :
  - Réseaux de collecte et d'assainissement ;
  - Stations d'épuration urbaines et industrielles.

Par conséquent, un réseau routier et le trafic associé ne sera pas générateur d'odeurs hormis celles chroniques des échappements (liées à la combustion incomplète des carburants) ou occasionnelles suite au passage d'un transport de boues de stations d'épuration, d'ordures ménagères…

6.1.2 - Transparence de l'air

Des conditions météorologiques anticycloniques, en particulier en hiver, apportent une situation de vents calmes favorisant la stagnation au-dessus des zones géographiques fortement émissives (régions industrielles, métropoles). Il peut ainsi apparaître des cloches de pollution visibles de loin, voire des nuages opacifiant plus ou moins le ciel (*cf.* Figure 37), comme le smog (contraction anglaise de smoke – fumée et fog – brouillard). Ce smog peut provoquer des atteintes plus ou moins importantes sur la santé, en témoigne l'épisode de smog à Londres du 5 au 9 décembre 1952 à l'origine de plus de 4 000 morts dans les semaines suivantes.

FIGURE 37 – COMPARAISON DE SITUATION SANS ET AVEC UNE POLLUTION PROVOQUANT UN SMOG À PARIS

Source : Carlos Moreno



Ces niveaux de transparence, plus ou moins marqués, reflètent la qualité de l'air, et aussi sa dégradation, mesurée par les stations des AASQAs. Pour l'étude en cours, cet état des lieux est présenté au paragraphe 2.3.1.1 - Réseau de surveillance.

6.1.3 - Nuages de poussière

Les nuages de poussière sont des phénomènes occasionnels dont l'origine repose sur des conditions météorologiques spécifiques. Il s'agit de vents dont les vitesses sont supérieures à 15-20 km/h soufflant sur des sols instables : dune, plage, champ avant végétalisation et durant des phases d'exploitation, chantier, carrière, stockage de matériau de granulométrie fine…

Ces nuages de poussière naissent ainsi du ré-envol des particules (*cf.* Figure 38). Plus les vitesses des vents augmentent, plus la granulométrie des poussières augmentent également.

FIGURE 38 – RÉ-ENVOL DES RÉSIDUS DE STOCKAGE D'UNE USINE DE PRODUCTION D'ALUMINES

Source : Jean-Claude Monet



6.2 - Pollution atmosphérique et environnement

6.2.1 - Effets sur les sols

Lorsque le sol devient plus acide, sa capacité à retenir de nombreux nutriments, minéraux et éléments essentiels, comme le calcium (Ca), le magnésium(Mg) et le potassium(K), diminue. Ces derniers sont donc transportés par l'eau qui s'écoule à travers le sol et les rend moins disponibles pour les organismes qui y vivent.

De même, l'augmentation de l'acidité du sol peut accroître la mobilité des métaux lourds qui s'y trouvent et qui s'écoulent alors plus facilement dans les lacs, les cours d'eau et les ruisseaux.

6.2.2 - Effets sur la flore

Les polluants atmosphériques ont des impacts importants sur les cultures et les écosystèmes, de manière chronique (poussières sur les feuilles limitant la photosynthèse) ou de manière aiguë (action agressive engendrant ou permettant l'action de maladies).

6.2.2.1 - L'ozone

Ce polluant, particulièrement, possède des propriétés oxydantes impactant fortement la végétation. La plupart des végétaux sont sensibles à l'ozone, à des degrés divers cependant. Parmi les plantes cultivées, les plus vulnérables sont blé, le soja, la laitue, l'oignon, la tomate, le tournesol et certaines légumineuses comme le haricot.

L'ozone provoque ainsi des dégâts spectaculaires au niveau des feuilles, l'exposition de la végétation à des concentrations très fortes mais ponctuelles d'ozone entrainent des tâches ou des nécroses (*cf.* Figure 39). Cet impact reste limité aux feuilles endommagée et cesse après le pic de pollution. D'une manière plus insidieuse, l'ozone agit sur la réduction de la photosynthèse et l'augmentation de la respiration, affaiblissant ainsi les organismes et diminuant la croissance des plantes. À titre d'exemple, la pollution atmosphérique à l'ozone a réduit de 10 % sur une quinzaine d'années les rendements du blé en Île-de-France.

FIGURE 39 – IMPACT FOLIAIRE DE L'OZONE

Source : Atmo Nouvelle-Aquitaine



6.2.2.2 - Les pluies acides

Les polluants atmosphériques, portés par les vents, peuvent parcourir de longues distances et impacter des écosystèmes sensibles et éloignés des sources d'émissions. Sous l'effet des oxydes d'azote (NOx) et du dioxyde de soufre (SO_2), les précipitations (pluies et neiges) et le brouillard deviennent plus acides et altèrent alors les sols et les cours d'eau, entrainant un déséquilibre des écosystèmes et un appauvrissement de la biodiversité. Les forêts de conifères sont particulièrement sensibles aux pluies acides (*cf.* Figure 40).

FIGURE 40 – IMPACT DES PLUIES ACIDES SUR UNE FORÊT DE CONIFÈRES

Source : Atmo Nouvelle-Aquitaine



6.2.2.3 - Les bio-indicateurs

Certaines plantes sensibles à la pollution atmosphérique sont utilisées comme outils d'évaluation dans les programmes de recherches. C'est ainsi le cas pour :

- Les lichens, inexistants dans les secteurs géographiques où la pollution atmosphérique est avérée ;
- Le tabac et certains trèfles, très sensibles à l'ozone (réaction foliaire quelques heures après une exposition forte), utilisés comme outils d'alerte ;
- Les mousses, marqueurs des métaux ;
- …

6.2.3 - Effets sur la faune

La pollution atmosphérique peut être préjudiciable à la faune de deux principales façons :

- La détérioration de la qualité de l'environnement ou de l'habitat des espèces ;
- La diminution de la disponibilité et de la qualité de l'approvisionnement alimentaire.

Les pluies acides altèrent la qualité des cours d'eau et des plans d'eau en modifiant la composition chimique des eaux et en favorisant le lessivage des métaux lourds, très toxiques pour la faune aquatique. Le smog, les poussières, l'ozone, etc. par leurs effets sur la flore perturbe les milieux favorables aux espèces, entrainant parfois jusqu'à leur disparition.

Stockés par les végétaux à l'origine de la chaîne alimentaire, les polluants sont ensuite et successivement ingérés et emmagasinés dans les tissus par les différentes espèces animales. Ce processus est nommé bioaccumulation. Ces polluants peuvent être toxiques pour les animaux en :

- Perturbant leur fonction endocrinienne ;
- Endommageant leurs organes ;
- Accroissant leur vulnérabilité au stress et à la maladie ;
- Diminuant leur succès de reproduction ;
- Causant possiblement leur mort.

Les changements dans l'abondance d'une espèce causés par la pollution atmosphérique peuvent grandement influer sur l'abondance (augmentation ou diminution) et la santé des espèces dépendantes y compris l'espèce humaine.

Le déclin des espèces polinisatrices est un exemple connu des effets sur la faune de la pollution atmosphérique, plus précisément des effets des produits phytosanitaires aérosols.

6.2.4 - Effets sur les bâtiments

On observe, davantage dans les zones urbanisées, une dégradation physique et esthétique des bâtiments anciens et des statues. Il apparaît ainsi une alternance de zones sombres et claires (*cf.* Figure 41).

Les zones sombres sont formées s'une pellicule de suies associées à des faibles quantités de sulfates et de carbonates. Elles sont à l'abri de la pluie et ces zones ne sont donc pas lessivées par les précipitations, d'où leur teinte. Les zones claires, elles, sont lessivées par les eaux. Le matériau de construction est alors mis à nu et parfois érodé.

Les verres des fenêtres et des façades des immeubles contemporains souffrent moins, leur composition étant chimiquement plus stable. Toutefois, la pluie peut laisser des traces légèrement opacifiantes. Les vitraux anciens sont attaqués par les pluies jusqu'à des niveaux de corrosion avancés.

FIGURE 41 – IMPACT DE LA POLLUTION ATMOSPHÉRIQUE SUR LES MATÉRIAUX

Source : Airparif



6.2.5 - Effets sur l'économie

En 2012, le Commissariat Général au Développement durable estimait le coût de la pollution atmosphérique par les particules sur la santé entre 20 et 30 milliards d'euros par an dont plus de la moitié imputable à la mortalité. Plus récemment, la Commission d'enquête du Sénat et le rapport de l'OCDE aboutissait à des tendances similaires malgré des divergences de chiffres, avec respectivement par année 67 à 98 milliards pour le coût total de la pollution de l'air (Sénat) et 51 milliards pour la seule mortalité liée à la pollution aux particules fines (OCDE).

Au-delà des décès, les maladies dues à la pollution de l'air impactent principalement le système de soin : l'asthme, les bronchites aiguës et chroniques, les pneumopathies et les cancers des voies respiratoires.

6.3 - Gaz à effet de serre

Les polluants atmosphériques n'ont pas uniquement des effets négatifs sur l'homme et l'environnement. Ils influencent aussi directement indirectement le climat.

6.3.1 - Dérèglement climatique

Au cours du XX^{ème} siècle, le réchauffement général de la planète a été de +0,5 °C. Suivant les engagements de la COP21, à savoir limiter le réchauffement mondial moyen bien en deçà de 2 °C, tout en poursuivant les efforts pour limiter le réchauffement à 1,5 °C d'ici 2100, la persistance et l'amplification de ce phénomène est prévisible. Il conduirait, entre autres conséquences, à la fonte des glaciers et l'élévation du niveau moyen des mers.

Les émissions de Gaz à Effet de Serre – GES augmentent les quantités déjà présentes dans l'atmosphère et conséquemment accentuent le réchauffement climatique global de la planète, d'après le GIEC. Pour autant, il n'existe aucune certitude sur l'importance et les conséquences de ce réchauffement global. Toutefois, les scientifiques s'accordent sur certaines perspectives éventuelles :

- Climat – multiplication d'évènements météorologiques extrêmes (tempêtes, inondations, sécheresses, etc.) ;
- Environnement – fonte des glaces, augmentation de l'élévation des mers, modification des grands courants marins, extinction d'espèces animales et végétales, migrations climatiques animales et humaines, etc. ;
- Alimentation – diminution et perte de fertilité des sols, chute des productions agricoles, déplacements des zones de production, risque de famines ;
- Santé – développement de maladies transmises par des agents vecteurs, augmentation des affections cardio-respiratoires en lien avec le stress thermique, intensification des problèmes sanitaires pour les plus vulnérables, etc.

6.3.2 - Actions des GES

Les Gaz à Effet de Serre sont les gaz qui absorbent une partie des rayons solaires en les redistribuant sous la forme de radiations qui rencontrent d'autres molécules de gaz, répétant ainsi le processus et créant l'effet de serre, avec augmentation de la température. Les GES ont pour origine première les activités humaines et les combustibles fossiles.

Les principaux GES sont :

- La vapeur d'eau – H_2O – produit par l'évaporation des masses d'eau ;
- Le dioxyde de carbone – CO_2 – produit par la combustion de combustibles fossiles et la déforestation ;
- Le méthane – CH_4 – présent par la décomposition anaérobie de composés organiques (ruminants, rizières, décharges, etc.) et la pyrolyse des composés carbonés ;
- Le protoxyde d'azote – N_2O – produit par l'industrie chimique et les produits azotés ;

- Les hydrocarbures fluorés – HFC, PFC, SF_6, CFC et HCFC – présents dans les gaz réfrigérants et divers procédés industriels (expansion des mousses plastiques, composants électroniques, appareillage haute tension, électrolyse de l'alumine, etc.) ;
- L'ozone – O_3 – produit par réaction des COV et des oxydes d'azote.

Toutefois la vapeur d'eau et l'ozone ne sont pas pris en compte dans les évaluation s des Gaz à Effet de Serre.

Ces différents GES ont un impact plus ou moins important sur le climat. Afin de pouvoir les comparer, les émissions de GES sont exprimées dans une unité commune : le CO_{2e}, c'est-à-dire en équivalent CO_2. Un indicateur d'impact – le Potentiel de Réchauffement Global (PRG) – a été créé. Il permet de classer l'impact des GES comparativement à l'impact du CO_2, et ce, à une échéance de 100 ans.

L'indicateur PRG signifie que :

1 gramme d'un GES ayant un PRG de n sera équivalent à n gramme de CO_2

Les indicateurs PRG des différents Gaz à Effet de Serre évoluent régulièrement puisqu'ils dépendent :

- Des concentrations des divers GES déjà présents dans l'atmosphère et qui évoluent continuellement ;
- Des cycles naturels des gaz considérés qui conditionnent leur durée de vie dans l'air.

La durée de vie du CO_2 étant de 100 ans, on considère généralement cette échéance pour exprimer l'impact des GES.

Les PRG des principaux GES sont détaillés dans le Tableau 56. Ces valeurs signifient que le méthane d'origine fossile, par exemple, aura une action 30 fois supérieure à celle du dioxyde d'azote ou que celle du CFC sera de 4 660 à 13 900 fois supérieure à celle du CO_2 (en fonction de la molécule de CFC considérée).

TABLEAU 56 – TABLEAU DES PRINCIPAUX PRG À 100 ANS

Nom du gaz	PRG à 100 ans
Dioxyde de carbone fossile - CO_2	1
Méthane biogénique - CH_{4b}	28
Méthane fossile - CH_{4f}	30
Protoxyde d'azote - N_2O	265
Hexafluorure de soufre - SF_6	23 500
HFC	138 à 12 400
PFC	6 630 à 11 100
CFC	4 660 à 13 900
HCFC	79 à 1 980

Source : 5 ème rapport du GIEC

Les GES ont un effet primordial sur la destruction de l'ozone stratosphérique, en particulier par l'action de composés chimiques à base de chlore et de brome, tels que les chlorofluorocarbones (CFC) ou les bromures de méthyle (CH_3Br), résultant des activités humaines et participant ainsi à la destruction de la couche d'ozone stratosphérique, notamment au-dessus des pôles. Cette couche naturelle limite l'arrivée de certains rayons ultra-violets néfastes pour notre santé et notre environnement.

En effet, une augmentation du flux de rayons UV atteignant la surface terrestre suite à une diminution de la concentration en ozone dans la haute atmosphère pourrait avoir de graves conséquences sur les êtres vivants, à savoir :

- Pour l'environnement :
  - Réduction de la taille des feuilles ;
  - Diminution de la photosynthèse ;

- Impact sur le rendement et la qualité des cultures ;
- Disparition du plancton ;

- Pour l'homme :
  - Brûlures superficielles ;
  - Atteintes oculaires ;
  - Augmentation des cancers et vieillissement de la peau ;
  - Maladies du système immunitaire ;
  - …

6.3.3 - Calcul des émissions de GES liées au projet

La méthodologie Copert 5 (*cf.* chapitre 3.1.2 - Évaluation des émissions routières) ne permet pas de calculer l'ensemble des émissions de Gaz à Effet de Serre induites par le trafic routier retenu. Seules les émissions de dioxyde de carbone sont calculées.

Les émissions routières pour le dioxyde de carbone ont été évaluées pour chacun des tronçons du réseau routier, pour l'***État de référence*** (ER) à l'horizon 2013, pour le ***Fil de l'eau*** (FE) et l'***État projeté*** (EP) à l'horizon 2033. Elles sont présentées dans le Tableau 60.

Dans ce tableau, les pourcentages correspondent aux écarts relatifs entre :

- L'État de référence 2013 et le Fil de l'eau 2033 (noté (FE-ER)/ER) ;
- Le Fil de l'eau 2033 et l'État projeté 2033 (noté (EP-FE)/FE.

TABLEAU 57 – BILAN DES ÉMISSIONS DE DIOXYDE DE CARBONE DU RÉSEAU ROUTIER ÉTUDIÉ (EN KG/JOUR)

Groupe de tronçons	État de référence 2013	Fil de l'eau 2033	État projeté 2033	Évolution (FE-ER)/ER	Évolution (EP-FE)/FE
A51	35471,50	36910,40	36910,40	4%	0%
A8	19148,80	19002,10	19002,10	-1%	0%
VoieA	52,21	55,08	163,72	6%	66%
VoieB			37,69		100%
VoieC	172,02	177,20		3%	-100%
VoieCbis	30,68	31,79	103,85	4%	69%
VoieD	427,23	454,18	227,64	6%	-100%
VoieE	357,43	379,98	27,55	6%	-1279%
VoieF	428,0	463,0	367,3	8%	-26%
VoieG	88,5295	91,7248	200,804	4%	54%
VoieH			514,685		100%
VoieI_Bus			101,175		100%
VoieJ			497,692		100%
VoieK			250,873		100%
VoieL			172,489		100%
VoieM			263,372		100%
VoieN			53,737		100%
VoieO			585,219		100%
VoieP			1283,96		100%
VoieQ			243,718		100%
TOTAL	**56176,44**	**57565,45**	**61007,94**	**2%**	**6%**

Source : Egis

Ces résultats témoignent d'une augmentation des émissions de dioxyde de carbone entre l'***État de référence*** et les situations au ***Fil de l'eau***. Cette augmentation est directement liée à l'augmentation du kilométrage parcouru (+ 10%).

Les émissions de dioxyde de carbone augmentent entre les situations au ***Fil de l'eau*** et l'***États projeté***. Cette augmentation est directement corrélée avec la hausse du kilométrage parcouru (+6 %).

6.4 - Consommation énergétique

Les calculs de consommation énergétique sont réalisés avec Copert 5 suivant la méthodologie précisée dans le chapitre 3.1.2 - Évaluation des émissions routières. Par conséquent, cette consommation est étroitement liée au parc roulant utilisé et les incertitudes sur la réalité de ce parc se reportent sur les résultats des calculs de consommation énergétique.

Les calculs ne prennent en compte que le réseau routier retenu. Les consommations énergétiques sont reportées dans le Tableau 62.

Ces résultats témoignent d'une augmentation de la consommation d'énergie entre l'***État de référence*** et les situations au ***Fil de l'eau***. Cette augmentation est directement liée à l'augmentation du kilométrage parcouru (+ 10%).

La consommation d'énergie augmente entre les situations au ***Fil de l'eau*** et l'***États projeté***. Cette augmentation est directement corrélée avec la hausse du kilométrage parcouru (+6 %).

TABLEAU 58 – CONSOMMATION ÉNERGÉTIQUE (EN KG/JOUR)

Groupe de tronçons	État de référence 2013	Fil de l'eau 2033	État projeté 2033	Évolution (FE-ER)/ER	Évolution (EP-FE)/FE
A51	11191,60	11653,40	11653,40	4%	0%
A8	6041,62	5999,93	5999,93	-1%	0%
VoieA	16,47	17,38	51,68	6%	66%
VoieB			11,90		100%
VoieC	54,27	55,92		3%	-100%
VoieCbis	9,68	10,03	32,78	4%	69%
VoieD	134,79	143,37	71,86	6%	-100%
VoieE	112,77	119,95	8,73	6%	-1274%
VoieF	135,1	146,2	115,9	8%	-26%
VoieG	27,9319	28,947	63,3873	4%	54%
VoieH			162,466		
VoieI_Bus			32,0677		
VoieJ			157,102		
VoieK			79,1923		
VoieL			54,4492		
VoieM			83,1363		
VoieN			16,9628		
VoieO			184,734		
VoieP			405,297		
VoieQ			76,9325		
TOTAL	**17724,20**	**18175,08**	**19261,94**	**3%**	**6%**

Source : Egis

7 - LES MESURES ET LA DÉMARCHE ERC « EVITER, RÉDUIRE, COMPENSER »

7.1 - Doctrine ERC - Généralités

Dans le cadre de la démarche **Éviter Réduire Compenser** (ERC) prônée par le gouvernement et explicitée par le guide du Cerema[23], le porteur de projet se doit d'éviter (E) les atteintes à l'environnement, de réduire (R) celles qui n'ont pu être évitées, et si possible, de compenser (C) les effets notables qui n'auraient pu être ni évités ni suffisamment réduits.

Le porteur de projet doit justifier en priorité de mesures d'Évitement : l'évitement étant la seule phase qui garantisse une absence d'impact sur l'Environnement. La compensation ne doit quant à elle intervenir qu'en dernier recours.

L'application de cette séquence sur le volet spécifique de l'Air et la Santé est assez peu codifiée à ce jour (pas de guide d'application spécifique, comme c'est le cas actuellement pour le volet biodiversité).

Nous développons dans ce chapitre les éléments principaux de choix de conception du projet ayant permis d'éviter ou réduire émissions et expositions.

7.2 - Effets en phase chantier et mesures associées

7.2.1 - Effets

Le chantier peut être à l'origine de divers types de pollution de l'air ou de nuisances plus ou moins importantes pour le voisinage :

- Les émissions de poussières sur les pistes et plateformes de chantier, principalement pendant la phase de terrassement ;
- Les pollutions liées au fonctionnement des engins (gaz d'échappement).

En effet, durant la phase travaux, le recours aux engins de chantier pourra engendrer des émissions atmosphériques (ex : particules, NOx, CO, …). De plus, les reports de trafics induits sur certains axes peuvent également entraîner une augmentation des émissions.

7.2.2 - Mesures

En phase chantier, la production de poussières pourra être diminuée par des dispositions telles que :

- L'aspersion des pistes et des zones de terrassement par temps sec,
- Le respect des vitesses de circulation afin de limiter le soulèvement de poussière,
- L'utilisation d'appareils munis de dispositifs assurant le captage des poussières lorsque leur emploi en génère,
- L'utilisation, autant que possible, des aspirateurs lors du nettoyage de chantier.

Les émissions de gaz d'échappement seront limitées par un entretien régulier des engins et l'utilisation de matériel conforme aux normes d'émissions. Une consigne d'arrêt de moteur pourra être transmise au transporteur pour les camions en attente.

---

[23] Guide méthodologique sur le volet « Air et santé » des études d'impact routières – 2019

Évaluation environnementale Guide d'aide à la définition des mesures ERC JANVIER 2018

Si nécessaire, une aire de lavage pourra être installée sur le chantier. La propreté des véhicules sera alors contrôlée avant leur départ du chantier en sortie du dispositif de lavage.

Rappelons que, conformément à la réglementation en vigueur, les brulages de matériaux (emballages, plastiques, caoutchouc, etc.) sont interdits.

Au-delà, les travaux induisent souvent des nuisances olfactives causées par les centrales à bitumes, la réalisation des chaussées.

7.3 - Effets du projet et mesures associées

7.3.1 - Effets

L'étude air et santé de niveau I a montré que la sensibilité de ce projet en matière de qualité de l'air réside dans le fait que des populations nouvelles viendront s'implanter dans une zone proche de l'A8 et l'A51. Bien que ces populations ne soient pas soumis à des dépassements des valeurs limites réglementaires de qualité de l'air tel que l'a montré notre étude, et bien que les indicateurs du risque aient montré le non dépassement globalement des valeurs repères pour les polluants considérés individuellement, il convient de prendre toutes les mesures possibles permettant de protéger les usagers de la ZAC.

Les mesures présentées dans les paragraphes suivants ont été élaborées durant toute la phase de conception, et à la lumière des études Air et Santé successives. Toutes ces mesures sont mises en place afin que le projet, lors de sa mise en exploitation, entraine un impact le plus faible possible sur la qualité de l'air et sur la santé des populations.

7.3.2 - Mesures architecturales (Évitement et Réduction)

La participation d'Egis aux différentes phases de conception du projet notamment par un contact permanent avec l'architecte ainsi qu'avec notre client a permis de prendre en considération l'ensemble des caractéristiques du projet. Au fur et à mesure de la conception du projet, les bâtiments ont été positionnés dans une logique visant à éviter au maximum l'exposition des populations.

Ainsi, les principales mesures architecturales prises sont :

- Éloignement des premiers bâtiments (immeubles de bureaux) à proximité de l'autoroute. Après plusieurs retours de l'ARS et des concertations avec les différentes parties prenantes du projet, l'implantation des bâtiments le long de l'A8 a été faite de façon à réduire au maximum l'impact de l'autoroute sur les populations exposées. Ainsi dans sa dernière version, plusieurs îlots ont été reculés de l'A8 : côté Ouest, les bâtiments sont reculés de 20 m (excepté l'îlot 4E) et coté Est de 18 mètres linéaires.
- Éloignement des logements et établissements sensibles (groupe scolaire) au-delà des 100 m par rapport à l'axe des autoroutes et à l'arrière de l'écran constitué par les bâtiments de bureaux dont l'efficacité a été confirmée par les modélisations 3D de dispersion de polluants présentées ci-après. Seuls des ilots de bureaux (activité tertiaire) ont été implantés. Par ailleurs, leur implantation en façade continue et parallèle à l'A8 autant que possible vise à faire barrage à la pollution de l'A8 par rapport aux logements. Cet effet barrière a pu être vérifié par le biais d'une modélisation 3D présentée ci-après.

- Concernant ces bâtiments tertiaires implantés dans la bande des 100 ml par rapport aux autoroutes, leur conception vise également à éviter au maximum l'exposition. **Ainsi, pour ces bâtiments, imposition sera faite à travers les cahiers des charges de cession de terrains, de prendre les mesures suivantes** :
  - **Leur façade nord, exposée à l'A8 est totalement étanche**, ce qui permet de limiter l'exposition au bruit ainsi qu'à la pollution.
  - La façade sud permettra l'ouverture des fenêtres pour une ventilation naturelle. L'étude de dispersion atmosphérique en 3 dimensions a montré que cette façade était bien protégée des émissions de l'A8.
  - Le captage d'air neuf du système de ventilation interne a fait l'objet d'une réflexion avec l'architecte. Sur la base de l'étude de dispersion atmosphérique en 3 dimensions réalisée dans le cadre de l'étude d'impact, les prises d'air seront positionnées à la hauteur maximale des bâtiments (idéalement 20 m pour les immeubles R+4 et R+5), en façade opposée à la façade exposée aux nuisances de l'autoroute. Dans tous les cas, la hauteur des prises d'air ne sera pas inférieure à 10 mètres. Cette recommandation fait l'objet de la note technique présentée au chapitre 7.3.2.2 -
  - **Enfin, pour garantir une bonne qualité de l'air intérieur, pour les bâtiments de bureaux situés à l'intérieur de la bande de 100 m par rapport aux autoroutes, imposition sera faites au promoteurs par l'aménageur à travers les cahiers des charges de cession de terrains (CCCT) d'équiper les centrales de traitement d'air de filtres répondant à la norme ISO 16 890** qui permet entre autre d'arrêter plus de 80% des PM10 et plus de 70% des PM 2.5 (Filtres de type classe F7 selon l'ancienne norme EN 779-2012). Le système de filtration peut fonctionner en continu ou être asservi à un monitoring de la qualité de l'air extérieur (à positionner au niveau de différentes prises d'air).
  - In fine, le monitoring mis en place par le promoteur concernera les poussières PM10, PM2.5, le benzène, 1-3 butadiène et chrome VI afin de pouvoir réguler les systèmes de ventilation et contrôler une qualité de l'air intérieure optimale.

7.3.2.1 - Modélisation 3D fine de la zone nord de la ZAC – efficacité de l'effet barrage de l'implantation des bâtiments de bureaux

L'objectif de la présente modélisation complémentaire de dispersion atmosphérique est :

- de vérifier l'efficacité de l'effet barrage lié à l'implantation des bâtiments et obstacles inclus dans le projet le long de l'A8,
- de valider les choix de positionnement des prises d'air.

Modèle utilisé

La modélisation de la circulation/dispersion des polluants atmosphériques est réalisée avec le modèle de dispersion PARALLEL MICRO-SWIFT SPRAY (PMSS), développé par ARIA Technologies.

Il s'agit d'un modèle 3D lagrangien à particules. Sa mise en œuvre est pertinente dans le cas présent, pour lequel le domaine d'étude est petit, avec de nombreux bâtiments projetés.

Il s'agit d'un modèle qui combine :

- Un modèle d'assimilation météorologique SWIFT avec prise en compte détaillée de la topographie (terrain, rugosité).
- Un modèle 3D Lagrangien à particules pour le suivi des polluants dans le temps et dans l'espace.

Hypothèses de modélisation – Émissions, bâti et topographie

Les paramètres d'entrée du modèle sont :

- **Les caractéristiques physiques des rejets et les émissions :** les émissions de dioxyde d'azote et poussières PM2.5 ont été modélisées. Les hypothèses de calculs présentées au chapitre 3.2.1 ont été considérées.
- Le **plan de masse des bâtiments est pris en compte avec les élévations et la topographie du site dans sa situation projetée. Sont considérés en particulier :**
  - L'emplacement et la hauteur des bâtiments relatifs au projet ;
  - Les éléments topographiques du sol (relief)
  - La présence de merlons paysagers placés à l'état projeté sur certains tronçons le long de l'A8 en prolongement de ceux existants.
  - La présence de végétation de type haies d'arbres.

Hypothèses de modélisation – Données météorologiques

Les temps de calcul pour les modèles de dispersion 3D ne permettent pas de simuler l'ensemble des chroniques météorologiques d'une année type. Il est ainsi retenu de réaliser des calculs en mode « pire-cas » et « scénario moyen ».

Afin de combiner ces deux types de scénario, nous reconstituons une chronique météorologique sur une journée type qui va typiquement contenir :

- Les variations classiques diurnes/nocturnes de la température, vitesses de vent, stabilité atmosphérique. Ainsi cette journée type comprend un scénario pire-cas qui survient le plus souvent en fin de nuit lorsque la stabilité atmosphérique est très forte. Elle comprend également les conditions dites moyennes représentatives de la journée en terme de stabilité atmosphérique.
- Les directions de vent, panachées au fil de la journée pour tenir compte de la rose des vents annuelles.

Résultats

Les résultats sont présentés ci-après, pour le dioxyde d'azote, pour différentes hauteurs au-dessus du niveau du sol du projet, respectivement : la première couche au-dessus du sol (zone piétons), la couche à environ 10-12 mètres du sol (R+2 et R+3), la couche à environ 20 mètres au-dessus du sol (faîtage des immeubles en R+5 ou R+4 pour certains).

Remarque : les seuils de coupure des différentes couleurs sont volontairement fins (de 0,2 à 3 µg/m^3 au maximum pour bien mieux mettre en évidence les décroissances en fonction de l'axe de l'autoroute et en fonction de l'altitude).

Ces cartes permettent de visualiser :

- **L'effet barrière des immeubles de bureaux** : ainsi sur les îlots côté Ouest (non protégé par un merlon) et pour la première couche au-dessus du sol, on distingue clairement une différence de concentration entre la concentration modélisée sur la façade Nord et la concentration modélisée sur la façade Sud. **Ceci confirme l'effet barrière des bâtiments ainsi que la nécessité de disposer de façades étanche côté Nord, tout en permettant l'ouverture des fenêtres côté Sud**.
- **L'effet barrière du merlon paysager côté Est** est quant à lui également bien visible (carte de la la première couche au-dessus du sol).

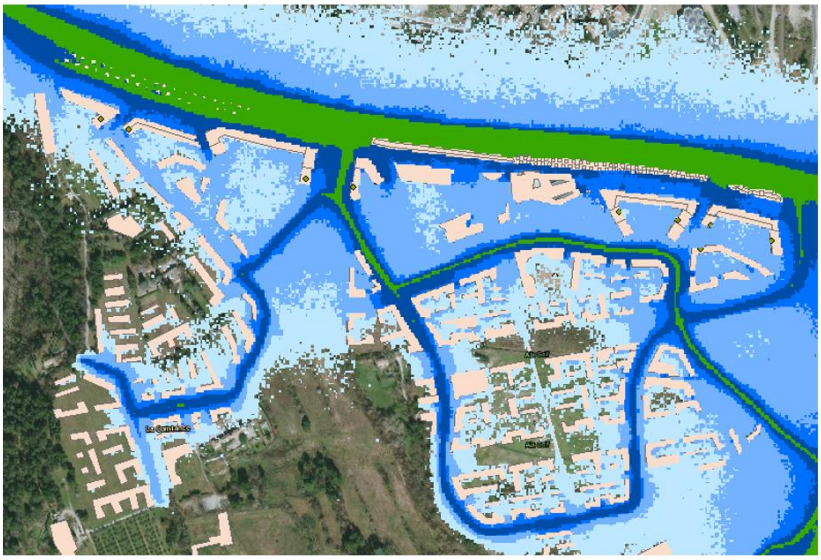
Enfin, la comparaison des concentrations en fonction de l'altitude permet de visualiser la **décroissance de la concentration à l'altitude de 20 mètres (niveau du faîtage).** À ce niveau-là, les concentrations sont de l'ordre du bruit de fond (bruit de fond pris par ailleurs contant en fonction de l'altitude, en approche majorante). Cette constatation a permis de statuer sur la recommandation de positionner les prises d'air en priorité à 20 mètres d'altitude, ou, pour les prises d'air positionnées à une altitude plus basse éventuellement, celles-ci devront observer un recul minimal de 80 mètres par rapport à l'axe de l'autoroute.

Concentration en NO2, en µg/m³ – journée type

Niveau : de 0 à 2,5 m au dessus du sol

Bruit de fond = 21,6 µg/m³

- < 21,8
- de 21,8 à 22
- de 22 à 22,5
- de 22,5 à 23
- de 23 à 25
- > 25



Concentration en NO2, en µg/m³ – journée type

Niveau : de 10 à 12,5 m au dessus du sol

Bruit de fond = 21,6 µg/m³

- < 21,8
- de 21,8 à 22
- de 22 à 22,5
- de 22,5 à 23
- de 23 à 25
- > 25



Concentration en NO2, en µg/m³ – journée type

Niveau : de 17,5 à 22 m au dessus du sol

Bruit de fond = 21,6 µg/m³

- < 21,8
- de 21,8 à 22
- de 22 à 22,5
- de 22,5 à 23
- de 23 à 25
- > 25



Les résultats sont présentés ci-après, pour les PM2.5, avec les mêmes tendances et conclusions.

Concentration en poussières PM2,5, en µg/m³ - journée type

Niveau : de 0 à 2,5 m au dessus du sol



Concentration en poussières PM2,5, en µg/m³ – - journée type

Niveau : de 10 à 12,5 m au dessus du sol



Concentration en poussières PM2,5, en µg/m³ – - journée type

Niveau : de 17,5 à 22 m au dessus du sol



7.3.2.2 - Note technique sur le traitement en air Intérieur des bâtiments Nord de la ZAC de la Constance

La présente note technique concerne la ventilation et le traitement de l'air intérieur de tous les bâtiments tertiaires situés à moins de 100 mètres linéaires de l'axe de l'autoroute.

Dans un contexte de qualité de l'air dite dégradée du fait de la proximité des autoroutes A8 et A51, un **Plan de Management de la qualité de l'Air Intérieur (PMQAI)** devra être développé pendant la phase de conception des bâtiments. Le présent document jette les premières bases de ce PMQAI et explicite les objectifs visés en lien avec les résultats de l'étude d'impact sur la qualité de l'air et la santé.

7.3.2.2.1 - Enjeux et objectifs

L'étude d'impact sur la qualité de l'air et la santé prévoit, à l'horizon du projet, des concentrations en air ambiant (air extérieur) proches des valeurs guides OMS pour les **particules fines en suspension dans l'air (PM2.5 en particulier).** En outre, l'analyse quantitative des risques sanitaire a mis en évidence des Excès de risques individuel cumulés au même niveau que la valeur seuil d'acceptabilité des risques (cf. Étude d'impact Air et Santé), avec une contribution notable du **benzène** sur ce type de risques. Les autres contributeurs notables sont le chrome VI et le 1,3-butadiène.

Ainsi, pour sécuriser ce projet, il est demandé de faire un effort particulier en terme de ventilation, traitement de l'air et maitrise de la qualité de l'air intérieur.

Le promoteur en charge de la construction des bureaux visera ainsi une certification environnementale et labellisation de type HQE, BREEAM ou WELL. **Le label WELL**[24] en particulier est recommandé afin de garantir que des actions en faveur de la qualité de l'air intérieur sont prises en compte en phase conception, en phase chantier, à la livraison et pendant l'exploitation. Pour le label retenu, **le promoteur devra viser l'atteinte des critères les plus restrictifs sur la qualité de l'air.**

Le tableau suivant donne des données chiffrées quant à l'air extérieur ainsi que les objectifs visés en air intérieur.

	Teneurs en air extérieur estimées à l'horizon du projet (µg/m³)	Teneurs maximales visées en air intérieur (moyennes annuelles)
PM2.5	Moyenne annuelle = 9 µg/m³	Valeurs guides OMS[25] = 10 µg/m³
PM10	Moyenne annuelle = 14 µg/m³	Valeurs guides OMS[26] = 20 µg/m³
Benzène	Moyenne annuelle = 0,7 µg/m³	VGAI long terme = 2 à 10 µg/m³ (respectivement pour une durée d'exposition « vie entière » et supérieure à 1 an) VGAI[27] intermédiaire (1 an) = 20 µg/m³ VGAI court terme (14 j) = 30 µg/m³

---

[24] *https://www.wellcertified.com/*

[25] *https://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health*

[26] *https://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health*

[27] *https://www.anses.fr/fr/content/valeurs-guides-de-qualit%C3%A9-d%E2%80%99air-int%C3%A9rieur-vgai*

Les différents chapitres de cette note reprennent un ensemble de recommandations afin de garantir une qualité de l'air saine à l'intérieur des bâtiments.

7.3.2.2.2 - Limiter la pénétration de la pollution venant de l'air extérieur

Façade étanche à l'air au droit de l'autoroute

L'étanchéité à l'air caractérise l'aptitude d'un bâtiment à réduire au maximum les sources d'infiltration d'air à travers les différentes composantes de son enveloppe.

Concernant les bâtiments tertiaires implantés dans la bande des 100 ml par rapport aux autoroutes, la façade au droit de l'autoroute et les façades latérales indiquées sur la fiche de lot seront totalement étanches afin d'empêcher la pénétration des polluants et de limiter les nuisances acoustiques :

- classe d'étanchéité à viser : maximum ou double paroi.
- aucun ouvrant à l'exception des accès au rez-de-chaussée protégés par sas sous pression et à l'exception des ouvrants nécessaires pour des contraintes techniques (nettoiement) ou de sécurité (accès pompier).

Localisation des prises d'air

Sur la base de l'étude de dispersion atmosphérique en 3 dimensions réalisée dans le cadre de l'étude d'impact, les prises d'air seront positionnées à la hauteur maximale des bâtiments (idéalement 20 m pour les immeubles R+4 et R+5), en façade opposée à la façade exposée aux nuisances de l'autoroute. Dans tous les cas, la hauteur des prises d'air ne sera pas inférieure à 10 mètres.

7.3.2.2.3 - Monitoring de l'air extérieur et ventilation

Un monitoring des particules fines en suspension dans l'air sera à prévoir, idéalement à proximité des prises d'air. Le monitoring peut être couplé à un algorithme capable de prévoir la qualité de l'air heure par heure afin d'anticiper un éventuel pic de pollution[28]. On prendra comme critère de pic de pollution la concentration moyenne journalière limite à ne pas dépasser : 50 µg/m^3 (moyenne 24 heures) selon la directive européenne (Directive 2008/50/CE et Directive 2004/107/CE).

Dans le cas où des pics de pollution sont prévus, et en anticipation de cet évènement, l'asservissement de la ventilation à ce monitoring permet de limiter le taux de renouvellement d'air en attendant la fin du pic de pollution, tout en garantissant le taux minimal réglementaire. Le système limite ainsi l'entrée d'air neuf afin de protéger les populations à l'intérieur des bâtiments.

Note sur le monitoring du benzène, polluant d'intérêt mis en évidence dans l'évaluation des risques sanitaires : il n'existe pas à ce jour de solution de monitoring simple, robuste et peu couteuse pour la mesure du benzène spécifiquement. Ainsi dans le cadre de ce suivi, nous pouvons recommander un monitoring aux Composés Organiques Volatils totaux. Au démarrage de l'installation de surveillance, une phase d'apprentissage et de mesures ponctuelles conjointes COV totaux ET benzène pourra permettre de définir les seuils d'alerte en COV totaux, représentatifs de teneurs hautes en benzène en air ambiant.

---

[28] *sur le modèle par exemple de l'outil INDALO Supervision de Octopus lab qui collecte des données de qualité d'air en temps réel (air extérieur via ASQAA par exemple, et air intérieur via des stations de mesures) et prévoit la qualité d'air sur les 24 heures à venir du bâtiment.*

7.3.2.2.4 - Monitoring de l'air extérieur et information du public

Pour les occupants des bureaux en façade opposée à l'autoroute, les ouvertures de fenêtres sont possibles.

Le monitoring des particules fines en suspension dans l'air (voire des COV totaux) peut alors être utilisé :

- pour informer les occupants des immeubles d'un pic de pollution et leur recommander de ne pas ouvrir les fenêtres ;
- en cas d'ouvrants motorisées, de bloquer l'ouverture des fenêtres.

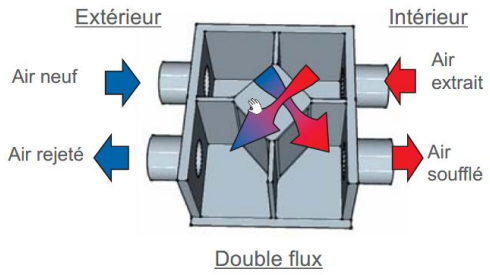
7.3.2.2.5 - Ventilation, dilution

La dilution des pollutions intérieures est permise par un bon dimensionnement et une bonne gestion des systèmes de ventilation et notamment des débits d'air. La qualité de l'air intérieur s'exprime donc en termes de niveau requis de ventilation.

Les bâtiments seront ventilés mécaniquement selon le respect des débits fixés par l'arrêté de mars 1982 (selon le label WELL prise en compte de la norme EN 15251 :2007). Un système de double-flux permettra d'apporter confort thermique et assurer une bonne qualité de l'air.

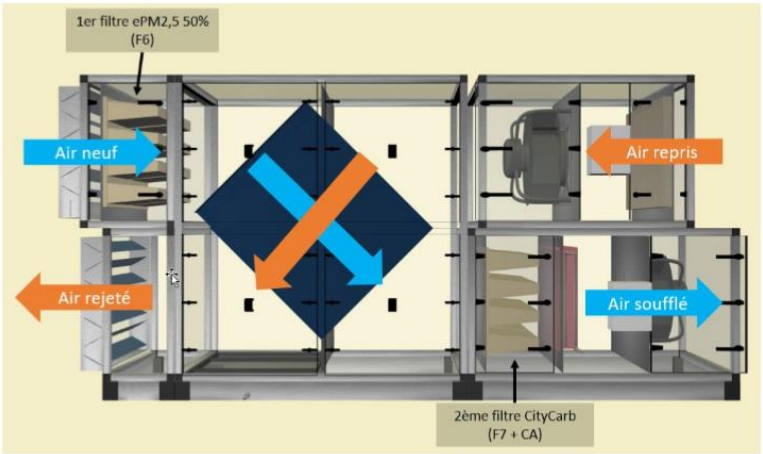
La ventilation double-flux consiste en des échanges d'air entre l'extérieur et l'intérieur mais sans mélange d'air comme le montre la Figure 42. Les échanges thermiques dans le boitier permettront de chauffer ou refroidir les bâtiments plus facilement.

FIGURE 42 - SCHÉMA DE FONCTIONNEMENT D'UNE VENTILATION DOUBLE-FLUX



Lors de la mise en place d'une ventilation double-flux on utilise une combinaison de deux filtres permettant le traitement de l'air. L'un permet de filtrer l'air entrant, le deuxième est installé juste avant que l'air ne rentre dans le local. La figure suivante montre un exemple de ventilation par double-flux couplé avec un système de filtration.

FIGURE 43 - PRINCIPE DE LA VENTILATION DOUBLE FLUX AVEC FILTRE



L'utilisation des filtres fait l'objet du paragraphe suivant.

7.3.2.2.6 - Filtration de l'air

Le niveau de filtration à mettre en place sera à déterminer dans le cadre du Plan de Management de la qualité de l'Air Intérieur (PMQAI) et en application de la **norme EN 16 798.** *cf encadré ci-après*.

L'analyse du niveau de filtration nécessaire pour ce projet correspond à une filtration F7 simple (SUP 2/ODA1(P)). Néanmoins, pour ce projet, il sera visé l'atteinte de critères plus restrictifs sur la qualité de l'air.

Selon la norme ISO 16-890 un filtre F7 unique permet d'avoir une efficacité moyenne entre 80 et 90% pour les particules de 10 µm et 65 à 70% pour les PM2.5.

L'objectif d'une double filtration F7, c'est-à-dire deux filtres F7 en série (F7 + F7) permet d'augmenter la filtration et la durée de vie des filtres. Ce double étage permet donc d'accéder à une **filtration de l'ordre de 96%.** En ce sens, il sera visé pour ce projet a minima **une efficacité élevée de filtration combinée correspondant à une filtration de type F7+F7** (SUP2/ODA3(P)) et ce afin d'assurer une bonne qualité de l'air aux occupants.

Le double étage de filtration particulaire sera associé à un **filtre moléculaire (GF) pour protéger également des polluants gazeux en application de la norme ISO 10121[29].**

Concernant la filtration du benzène, polluant d'intérêt dans le cadre de ce projet, la filtration moléculaire, qui implique généralement des filtres de type charbon actif, est tout à fait adaptée au polluant benzène.

L'efficacité de ce type de filtration est rarement testée sur le benzène, nous n'avons donc pas de rendement épuratoire à avancer spécifiquement pour cette substance et pour les gammes de concentrations attendues en air ambiant. Néanmoins, on notera que pour le toluène (substance très proche chimiquement), des efficacités de l'ordre de 30 à 90% sont données par certains fournisseurs.[30]

---

[29] *https://www.camfil.com/fr-fr/produits/filtres-moleculaires/filtres-compacts-cadre-a-bride/citycarb*

[30] *Données CAMFIL sur le Toluène pour les conditions opératoires suivantes : 9 ppm de toluène, 23°C, RH 50% - filtre CityCarb I 242412*

Focus Norme EN 16 798

Selon la norme EN 16 798, il est recommandé un type de filtration sur les CTA en fonction de la qualité de l'air extérieure (ODA) et du niveau de qualité de l'air fourni (SUP).

L'air neuf est classé en 3 catégories ODA définies en fonction des concentrations des particules et des gaz comparés aux valeurs guides de l'OMS (Organisation Mondiale de la Santé).

ODA 1	Extérieur qui peut être temporairement pollué	Concentration ≤ 1 x valeur guide	soit PM2,5 ≤ 10 ou PM10 ≤ 20 µg/m^3
ODA 2	Extérieur avec une haute concentration en polluant	Concentration ≤ 1,5 x valeur guide	soit PM2,5 ≤ 15 ou PM10 ≤ 30 µg/m^3
ODA 3	Extérieur avec une très haute concentration en polluant	Concentration ≥ 1,5 x valeur guide	soit PM2,5 > 15 ou PM10 > 30 µg/m^3

La **qualité de l'air fourni** (SUP) est classée en 4 catégories. Elle dépend notamment des usages ou encore des matériaux qui seront utilisés au sein du bâtiment.

SUP	SUP1	SUP2	SUP3	SUP4	SUP5
Description	une très faible concentration de particules et/ou de gaz	Air fourni ayant une faible concentration de particules et/ou de gaz	Air fourni ayant des concentrations modérées de particules et/ou de gaz	Air fourni ayant des concentrations élevées de particules et/ou de gaz	
Caractéristiques		Locaux avec occupation permanente (crèches, etc.)	Locaux avec occupation temporaire (centres commerciaux, local de lavage, etc.)	Locaux avec occupation court-terme (cages d'escaliers etc.)	Locaux sans occupations (local poubelle, parking souterrain etc.)
Calcul	≤ 0,25 x Valeur Guide	≤ 0,5 x Valeur Guide	≤ 0,75 x Valeur Guide	≤ 1 x Valeur Guide	≤1,5 x Valeur Guide

Sur la base de ces critères, les tableaux ci-dessous, extraits de la norme EN 16 798, permettent de déterminer **l'efficacité moyenne de filtration combinée** à mettre en œuvre sur les systèmes de ventilation.

QAE	Classe de SUP				
	SUP1	SUP2	SUP3	SUP4	SUP5
ODA (P) 1	M+F7	F7	F7	F7	
ODA (P) 2	F7+F7	M5+F7	F7	F7	M5
ODA (P) 3	F7+F9	F7+F7	M6+F7	F7	F7

QAE	Classe de SUP			
	SUP1	SUP2	SUP3	SUP4
ODA (P) 1	88%	80%	80%	80%
ODA (P) 2	96%	88%	80%	80%
ODA (P) 3	99%	96%	92%	80%

La norme EN 16798 exige de plus une filtration gazeuse (G) en complément de la filtration particulaire et en fonction de la qualité d'air extérieur en polluants gazeux.

QAE	Classe de SUP			
	SUP1	SUP2	SUP3	SUP4
ODA (G) 1	Recommandé			
ODA (G) 2	Requis	Recommandé		
ODA (G) 3	Requis	Requis	Recommandé	

7.3.2.2.7 - Limiter les sources internes de pollution

Les principales sources de contamination de l'air intérieur proviennent des équipements, des matériaux de construction et de décoration, du sol et des activités humaines. Elles sont de trois ordres :

- Des polluants chimiques : COV, formaldéhydes, monoxyde de carbone, etc.
- Des polluants biologiques : agents infectieux ou allergènes (moisissures, insectes, légionnelles, …)
- Des particules (fumée de tabac) et fibres (laines minérales, isolation, matériaux, …)

Pour favoriser le retrait de ces sources de contamination, un certain nombre de prescriptions sont à respecter.

Choix des matériaux

Il sera interdit d'utiliser, de prescrire et de mettre en œuvre :

- Des matériaux contenant de l'amiante (usage de l'amiante interdit au Luxembourg depuis 2001),
- Des matériaux contenant plus de 100 ppm de plomb,
- Des équipements contenant du mercure (thermomètre, commutateur, relais électriques, panneaux de sortie éclairés…).

En outre, le PMQAI devra préciser les dispositions à retenir dans le cadre du choix des matériaux (limitation des résines UF urée-formaldéhydes, limitation de l'utilisation de DEHP, DBP, BBP, DINP, DIDP ou DNOP, etc.)

Le choix et la mise en œuvre des matériaux devra favoriser l'utilisation de matériaux peu émissifs en COV et en particulier formaldéhyde (à noter que l'étiquette française au niveau A+ ne répond pas aux exigences des certifications).

Les matériaux intérieurs et extérieurs choisis devront respecter les exigences listées dans les documents de certifications choisis :

- BREEAM 2016 – Guidance notes 22 (Tableau 2 : Colonne « General level criteria »)
- WELL – 04 VOC Reduction,
- DGNB – Appendix 1 (Colonne « Quality class 1 »).

Cela se traduit notamment par le choix de produits qui présentent un label, du type (exemple) :

- Labels acceptés pour les revêtements de sol : M1, Indoor Air Comfort - Gold, GreenGuard Gold, GUT
- Mobilier, ameublement : AgBB, M1, Indoor Air Comfort - Gold Certification, GreenGuard Gold Certification, Floorscore, GUT
- Labels acceptés pour les peintures : M1, Indoor Advantage Gold, eco-INSTITUT-Label (2015 version), EMICODE EC1/EC1Plusetc.
- etc.

Tabagisme

La fumée de tabac dans l'environnement (F.T.E.) produite à une température de six cents degrés centigrades comporte de plus petites particules et présente des concentrations plus élevées de composants chimiques que la fumée inspirée par le fumeur. On note par exemple l'ammoniac (quarante à cent soixante-dix fois plus), le benzène (dix fois plus) et l'aniline (trente fois plus)[31].

La loi du 10 janvier 1991 relative à la lutte contre le tabagisme et l'alcoolisme, dite loi Evin, établit le principe d'une interdiction de fumer dans les lieux affectés à un usage collectif. Le projet est soumis à cette règlementation et est par conséquent, un site entièrement non-fumeur dans ses locaux.

Concernant l'extérieur, **la certification WELL demande la mise en place d'une signalisation** qui indique une interdiction de fumer sur tous les balcons, patios, terrasses et autres espaces extérieurs occupés régulièrement mais également, à moins de 7,5 m de toute entrée, fenêtre ouvrante ou entrée d'air dans le bâtiment.

Des espaces fumeurs seront donc dédiés hors des bâtiments afin de limiter la dispersion des polluants issus de la fumée des cigarettes.

7.3.2.2.8 - Contrôle et Surveillance

Le PMQAI permettra de développer, en lien avec la certification retenue, des actions en faveur de la qualité de l'air intérieur en phase chantier, à la livraison et pendant l'exploitation.

A la livraison, le label WELL impose notamment des procédures du type : mesure de concentrations des polluants par une tierce-partie, purge avant occupation (flush-out).

Lors de la **phase d'exploitation**, nous recommandons également **un monitoring de la qualité de l'air** visant :

- à sensibiliser les occupants à la qualité de l'air et aux bonnes pratiques de ventilation
- à asservir la ventilation au monitoring, notamment pour les cas de pic de pollution (limitation de la ventilation pour limiter le taux de pénétration de la pollution extérieure vers l'intérieur).

Sur la base des recommandations du label WELL, le monitoring en phase d'exploitation pourra être le suivant, pour les capteurs positionnés dans l'enceinte du bâtiment (*https://v2.wellcertified.com/v/en/air/feature/8*) :

- Capteurs de mesures en continu et en temps réel, pas de temps d'enregistrement au minimum toutes les 10 min.
- Donnée analysées pour les heures d'occupation du bâtiment, avec résultats traduisant des valeurs moyennes, médianes, percentile 75 et percentile 95.
- Capteurs calibrés ou remplacés chaque année, avec documentation attestant de leur maintenance annuelle.
- Mesure des polluants suivants :
    - $PM_{2.5}$ et PM_{10} (précision 5 µg/m³ + 15% - gamme de mesure 0 à 50 µg/m³).
    - CO_2 (précision 50 ppm + 3% - gamme de mesure 400 à 2000 ppm).
    - NO_2 (précision 20 ppb - gamme de mesure 0 à 100 ppb).

---

[31] *https://www.picbleu.fr/page/fumee-tabac-environnementale-est-elle-polluant-air*

- COV totaux (précision 20 µg/m³ + 20% - gamme de mesure 150 à 2000 µg/m³).

Remarque : Le CO_2 est monitoré dans tous les cas car il a un impact sur la performance des collaborateurs et qu'il est un marqueur d'occupation du bâtiment (on ne ventile qu'en présence d'occupants).

- Densité des capteurs : minimum 1 par étage ou 1 par surface de 325 m² (retenir l'option la plus contraignante). Les emplacements étant définis comme suivent :
  - à environ 1,5 m du sol, à des endroits où des occupants séjournent régulièrement,
  - à plus de 1 m d'une porte, fenêtre ou organe de ventilation.

Les résultats des mesures en temps réel sont affichés dans le bâtiment avec un affichage tous les 930 m² d'espace occupé. Cet affichage est complété par une signalétique (symboles, couleurs) des effets sanitaires par gammes de concentration.

En outre, comme préconisé dans le paragraphe *Monitoring de l'air extérieur et ventilation*. des capteurs de mesure ($PM_{2.5}$ et PM_{10} NO2 et COV totaux) seront également positionnés **à proximité des entrées d'air de ventilation.**

Ces mesures en continu et temps réel sont valorisées comme suit :

- Un affichage et une information est mise en place pour informer les occupants des immeubles tertiaires d'un pic de pollution et leur recommander de ne pas ouvrir les fenêtres (coté ouvrants). En cas d'ouvrants motorisées, la consigne permet de bloquer l'ouverture des fenêtres.
- Pour les locaux coté autoroute, la consigne permet d'asservir la ventilation (limitation du transfert de l'air extérieur vers l'air intérieur au taux minimum de ventilation pendant le pic de pollution).

Les capteurs de mesures positionnés au droit des prises d'air répondent aux mêmes spécifications techniques que celles mentionnées pour les capteurs de l'air intérieur.

<u>Remarque sur le suivi des concentrations en 1,3-Butadiène, Benzène et Chrome VI :</u>

Le suivi en continu et temps réel du Chrome VI, 1,3-Butadiène et du Benzène nécessite de déplacer d'importants et coûteux moyens de prélèvements. Afin de répondre favorablement à l'avis de la MRAe, la proposition de suivi a donc été orientée vers des campagnes de mesures ponctuelles et régulières pour le Chrome VI, le 1,3-Butadiène et le Benzène plutôt qu'un suivi en continu 24h/24 toute l'année.

L'évaluation des concentrations en 1,3-Butadiène et Benzène se fera idéalement à l'aide d'échantillonneurs passifs, par campagnes de mesures, comme ce fut le cas lors de la campagne de mesure de 2019. Concernant le Chrome VI, l'évaluation des concentrations se fera par préleveur automatique de poussières puis analyse du support en laboratoire.

Il est à noter que concernant l'étude du Chrome VI, on visera idéalement une limite de quantification inférieure à 0,2 ng/m³ de sorte de pouvoir comparer les résultats aux valeurs toxicologiques de référence pour le risque cancérigène. Pour atteindre cette limite de quantification, un prélèvement sur support PTFE ou Teflon est préconisé.

Les campagnes de mesures mises en place seront effectuées avec des moyens matériels équivalents à ceux utilisés lors des campagnes de mesures relatives à l'étude d'impact de la ZAC de la Constance, ou du moins permettant les mêmes limites de quantification :

- Échantillonneurs passifs pour le benzène et le 1,3-butadiène avec une limite de quantification respectivement inférieure à 0,5 µg/m³ et 0,01 µg/m³ pour le 1,3-butadiène.
- Préleveurs automatiques pour le Chrome VI avec une limite de quantification inférieure à 0,2 ng/m³.

La campagne de mesure comprendra 6 points pour le benzène et le 1,3 butadiène (3 en extérieur et 3 en intérieur) et deux pour le Chrome VI (1 en extérieur et un en intérieur). Les points en intérieur seront choisis dans les bureaux les plus exposés (les plus proches de l'autoroute). Les points extérieurs sont idéalement situés au niveau des prises d'air afin de caractériser la différence entre la concentration intérieure et la concentration extérieure en polluants.

Le protocole de suivi des polluants se fera selon un échéancier qui pourra s'alléger au fil du temps dans le cas où les valeurs de référence (valeurs réglementaires et valeurs toxicologiques de référence) s'avèrent être respectées et si les concentrations tendent à diminuer :

- 1ère et 2ème année :
  - Chrome VI : une campagne de mesures de 1 semaine par an avec un point en air intérieur et un point en air extérieur au point le plus exposé
  - Benzène et 1,3-Butadiène : 2x2 semaines de mesures par an en 3 points de mesures en air intérieur et 3 points de mesures en air extérieur afin d'établir le ratio polluants extérieur/polluants intérieurs et d'observer si des sources de pollution intérieure peuvent être mises en évidence.
- Années suivantes :
  - Si aucun dépassement des valeurs seuils sanitaires, allègement du programme de mesures :
    - Chrome VI : une campagne de mesure 1 semaine par an – 1 année sur 2
    - Benzène et 1,3-Butadiène : 2x2 semaines de mesures par an – 6 points de mesures (intérieur/extérieur) – 1 année sur 2

En cas de dépassements des valeurs réglementaires :

- L'ARS en sera immédiatement informé ;
- Un audit de la ventilation pourra être diligenté afin de vérifier son bon état de maintenance ;
- Si l'état de maintenance n'est pas en cause, une étude de faisabilité pour renforcer le système de filtration sera mis en œuvre ;
- En dernier lieu, des mesures de réduction propres à la zone pourront être ré-explorées, en fonction de l'avancée des nouvelles connaissances sur certains sujets (veille technologique sur la gestion de la mobilité, la modification du parc roulant, l'amélioration des systèmes de ventilation etc.).

Pour conclure, le Cahier des Charges de Cession des Terrains (CCCT) et le CPAUPE imposeront que les résultats de l'ensemble du monitoring mis en place par l'exploitant du bâtiment, ou son propriétaire, soit restitué à la SPLA pendant toute la durée du traité de concession soit jusqu'à 2032. Les résultats seront transmis à la SPLA a minima à échéance semestrielle.

La SPLA confiera si besoin l'exploitation plus approfondie de ces données à un bureau d'étude spécialisé.

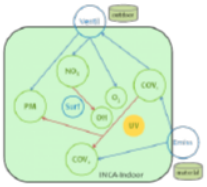
7.3.2.2.9 - Synthèse

En conclusion, la garantie d'une qualité de l'air intérieure saine pour les immeubles de bureaux longeant les autoroutes se basera en particulier sur :

- La réalisation d'un **Plan de Management de la qualité de l'Air Intérieur (PMQAI)**
- L'atteinte d'une certification ambitieuse, **WELL de préférence**. Celle-ci imposera la mise en place d'une filtration d'air a minima type F7+F7 ainsi que d'une filtration moléculaire
- La mise en place d'un **système de surveillance et monitoring** afin d'adapter au mieux la gestion de la ventilation.

7.3.2.2.10 - Liste des fournisseurs potentiels de solution de monitoring intégré de la qualité de l'air

OCTOPUS LAB, *www.octopuslab.fr*



Grâce à l'utilisation du modèle INCA-Indoor et de bases de données d'émissions de polluants, **Octopus Lab** simule la qualité de l'air intérieur de bâtiments existants ou à construire. Le couplage des différents modèles et jeux de données permettent de calculer des profils temporels de concentrations de polluants au sein d'un bâtiment en fonction de plusieurs paramètres qui lui sont spécifiques (conception bioclimatique, système de ventilation, choix des matériaux, environnement, etc.).

ETHERA, *www.ethera.fr*



NEMo est un appareil intégrant dans un seul et même boitier des mesures en continu, sélectives et sensibles du formaldéhyde (HCHO) permettant ainsi de calculer l'exposition réelle des occupants d'un local. Il dispose également de capteurs mesurant la température, la pression, l'humidité relative, le dioxyde de carbone (CO_2) et les COV légers (composés gazeux contenant jusqu'à 4 atomes de carbones (Aldéhydes, Alcools…).

NanoSense, *www.nanosense.net*



Le **capteur MOX MEMS**, issu du projet collaboratif européen SENSIndoor est un système multi-capteurs intelligent basé sur les nanotechnologies avec pré-concentration sélective pour le contrôle de la qualité de l'air intérieur. Il permet d'identifier et de quantifier les concentrations en benzène, en formaldéhyde, en naphtalène voire d'autres COV. Il fournit un outil de mesure en continu conforme au décret de 2011 sur la surveillance de la QAI dans les ERP.

RUBIX, *www.rubixisi.com*



Le **RubiX PoD** permet de collecter en temps réel des données sur sept paramètres liés à la santé, à la pénibilité et au confort au poste de travail : la température, l'hygrométrie, la lumière, le bruit, les particules, les vibrations et la qualité de l'air intérieur. Pour la QAI, jusqu'à six capteurs de gaz sensibles peuvent être installés (dont COV légers, CO, H_2S, formaldéhyde, etc.) et quatre capteurs d'odeurs. Sur leur téléphone, grâce à un QR code, les usagers peuvent décrire leur perception de l'environnement intérieur

7.3.3 - Mesures paysagères – haies végétalisées

De manière générale, les barrières végétales permettent de capter et d'absorber les polluants. Lorsque implantées à proximité immédiate d'une route, elles permettent également de modifier la dispersion des polluants pour protéger les piétons et faire écran à la pollution. Il peut donc être conseillé d'avoir également recours à des barrières végétalisées envisagées aux abords de l'école et en particulier autour de la cour d'école.

Des éléments complémentaires sur cette mesure sont donnés dans le tableau suivant et permette d'améliorer l'efficacité de la mesure lors de sa mise en service :

Caractéristique de la barrière	Conseils	Description
Caractéristiques physiques		
Hauteur	5m ou plus (ou 1m au-dessus d'une barrière classique)	Plus la barrière végétale est grande plus elle réduit la concentration de polluants. 5m permet de contenir avec une bonne efficacité la pollution des véhicules sur la route.
Épaisseur	10m ou plus	Un minimum de 10m d'épaisseur permet de capture les particules tout en évitant de laisser des trous dans la barrière végétale. On doit considérer une barrière avec plusieurs couches (buissons, arbustes, arbres…) afin d'élimer les différents polluants.
Porosité	0.5 à 0.9	La porosité ne doit pas être trop grande pour capturer les polluants mais pas non plus trop faible afin de ne pas concentrer les polluants d'un seul côté du mur et de ne pas bloquer la circulation du vent. Pour le cas des particules il faut au contraire une très faible porosité afin de ne pas laisser passer les PM[32].
Longueur	50m ou plus au-delà de la zone concernée	Permettre de capturer plus de polluants que sur la seule zone concernée
Caractéristique de la végétation		
Composition	½ à 2/3 de conifères	Permet de garder une absorption tout au long de l'année
Effets de la saison	La végétation ne doit pas changer en fonction de la saison	Utilisation de végétaux qui résistent quel que soit la saison afin de garder une efficacité de la barrière tout au long de l'année[33].

---

[32] *Efficiency differences of roadside greenbelts with three configurations in removing coarse particles (PM10): A street scale investigation in Wuhan, China*

[33] *les_arbres_une_bouffée_dair_pur_pour_la_ville-wageningen_university_and_research_252244.pdf*

Émissions	Aucune émission de polluants	Faire attention aux émissions de certains arbres (COV, pollens…)[34]
Résistance à la pollution	Résistants aux effets de la pollution et autre stress	Garder des végétaux qui résistent bien à l'absorption continue de polluants

De même, des surfaces importantes d'espaces verts (notamment dans l'axe médian nord-sud de la ZAC) seront préservées par rapport à l'état initial afin de former des îlots de verdure. Ces îlots de végétation peuvent également contribuer à limiter et à « piéger » la pollution particulaire et gazeuse.

7.3.4 - Mesures liées au transport (Evitement et Réduction)

Un moyen d'éviter et de réduire les émissions polluantes est de favoriser les modes de transport les moins polluants. Ainsi, le projet d'aménagement de la circulation au sein de la ZAC s'articule autour de plusieurs actions :

- Mise en place d'un Transport en Commun en Site Propre (TCSP) sur la zone (bus, vélo). Ce TCSP a été défini de telle sorte que tous les logements se trouvent à moins de 400 mètres d'un arrêt de bus.
- Prise en compte et mise en avant des modes doux : présence de pistes cyclables, présence d'itinéraires piéton, voies limitées à 30 km/h voire 20km/h pour les véhicules…
- Le schéma de circulation et des mobilités, incluant le TSCP et les modes doux est présenté sur la figure suivante.

FIGURE 44 : SCHÉMA DE CIRCULATION ET DES MOBILITÉS

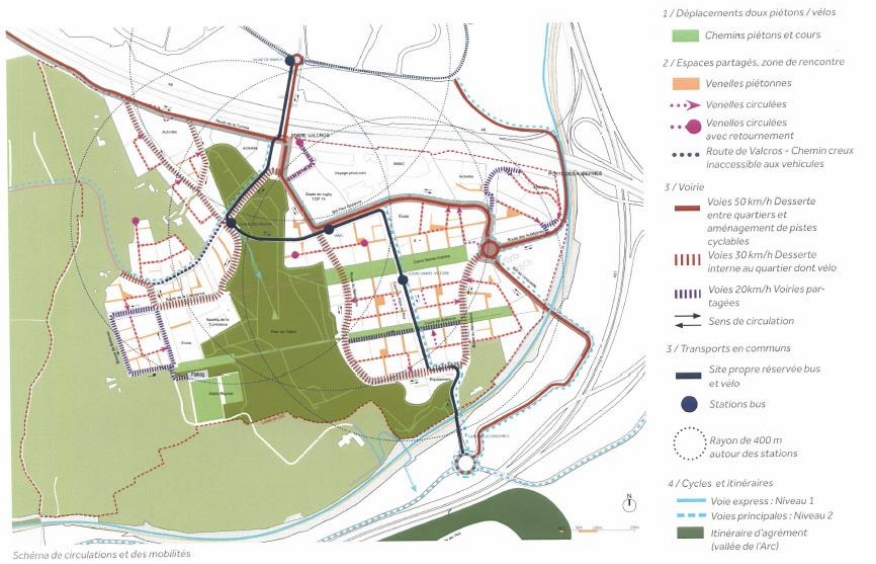


Schéma de circulations et des mobilités

En novembre 2019, le projet de loi d'orientation des mobilités a été adopté devant le conseil des ministres, demandant aux agglomérations de plus de 100 000 habitants d'évaluer l'opportunité de mettre en place des Zones à Faibles Émissions (ZFE), un dispositif permettant de diminuer les concentrations de polluants dans l'air.

---

[34] *les_arbres_une_bouffée_dair_pur_pour_la_ville-wageningen_university_and_research_252244.pdf*

La métropole Aix-Marseille Provence fait partie des zones retenues et à ce titre, des mesures de réduction de trafic ou de restrictions d'accès à certains véhicules devraient être mises en place. Néanmoins, à ce stade, seule l'agglomération de Marseille est concernée.

7.3.5 - Mesures technologiques

Modification du type de chaudière – production de chaud-froid

Dans le cadre de cette étude, une mesure forte de réduction des émissions concerne également le choix énergétique retenu pour le réseau de chaleur bas carbone.

La solution initiale consistait à développer une solution basée sur une chaudière biomasse permettant d'atteindre plus de 50 % d'ENR. Or, la centrale biomasse existante étant saturée, il aurait fallu en construire une nouvelle d'une puissance de production de l'ordre de 8 MW bois.

De fait que cette solution présente l'inconvénient d'émettre une quantité non négligeable de polluants atmosphériques (PM, NOx…), il a été décidé de retenir une autre solution. La solution retenue est basée sur la mise en place d'une centrale à boucle d'eau tempérée utilisant, pour son équilibrage, l'énergie grise des eaux de rejet de la STEP d'Aix en Provence. Cette solution présente l'avantage de répondre aux besoins de chaud mais également de froid (pour desservir les bureaux et les commerces – besoins = 5.5 MW) alors que la solution biomasse nécessite la réalisation de groupes froids électriques générateurs de phénomène d'îlots de chaleur. Cette solution est également plus vertueuse car le taux d'ENR est supérieur à 70%, bas carbone, et n'engendre pas d'émissions de polluants atmosphériques.

Remarque, à titre indicatif :

- Une chaudière biomasse de 2 MW peut émettre jusqu'à 15 mg/m^3 de poussières (valeur limite réglementaire) pour un débit de l'ordre de 5800 Nm^3/h, correspondant ainsi à **87 g/h**.
- Cette émission peut être comparée aux émissions de poussières PM10 engendrée directement par le projet : *Émissions de PM10 à l'état projeté (EP) – Émissions de PM10 à l'état fil de l'eau (EF) = 7,84 kg/j – 7,26 kg/j = 0,58 kg/j* = **0,16 g/h**.

Le choix d'une centrale à boucle d'eau chaude, évitant la mise en place d'une solution biomasse, permet de compenser les émissions de poussières liées au projet.

Utilisation des espaces vert pour la pratique sportive

Les surfaces importantes d'espaces verts permettent de favoriser la pratique du sport. Une récente étude prospective[35] estime à 3 ans le gain en espérance de vie d'une pratique sportive régulière (15 minutes par jour ou 92 minutes hebdomadaires). Le fait de favoriser la pratique du sport via l'aménagement d'espaces verts permet ainsi de compenser les effets néfastes de la pollution atmosphérique de fond, bien ue ceci ne puisse être quantifier précisément dans le cadre de cette étude.

Monitoring de la qualité de l'air

Egis demande dans le cadre des mesures d'accompagnement de mettre en place un système de monitoring de la qualité de l'air et de communiquer (applications riverains, panneaux d'affichage…) pour sensibiliser la population à la problématique de la pollution atmosphérique et ainsi renforcer les pratiques de déplacement en transport en commun (évite des émissions), ou pour adapter ses pratiques (évite les expositions tel que le sport en période de pic de pollution).
De plus un monitoring précis de la qualité de l'air pour asservir les systèmes de ventilation/filtration de l'air dans les bâtiments les plus impactés permettra aussi de réduire les expositions des populations (mesure cité précédemment).

---

[35] www.sports.gouv.fr/IMG/pdf/sporteco_sportsantefinancespubliques2018.pdf

8 - MONÉTARISATION ET ANALYSE DES COÛTS COLLECTIFS LIÉS À LA POLLUTION ATMOSPHÉRIQUE ET À L'EFFET DE SERRE

8.1 - Méthodologie

La monétarisation et l'analyse des coûts collectifs liés à la pollution atmosphérique et à l'effet de serre ont été réalisées conformément à la ***Note technique du 27 juin 2014 relative à l'évaluation des projets de transport et aux fiches outils associées*** (version du 1er octobre 2014). Ces documents de référence ont été rédigés par la Direction générale des Infrastructures, des Transports et de la Mer du Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie.

8.1.1 - Monétarisation des coûts collectifs liés à la pollution atmosphérique

La fiche outil intitulé ***Effets sur la pollution locale de l'air***[36] avertit sur les limites de la monétarisation des coûts collectifs liés à la pollution atmosphérique.

Il est indiqué que « *les connaissances actuelles (données et outils disponibles) ne permettent pas de déterminer les pics de pollution, les variations saisonnières ou journalières de la pollution dues au projet* ».

Les résultats obtenus doivent davantage être lus comme des tendances plus que comme des valeurs formelles.

8.1.1.1 - Valeurs de référence

La fiche outil du 1er octobre 2014 intitulée ***Valeurs de référence prescrites pour le calcul socio-économique*** précise les valeurs de la pollution atmosphérique pour le mode routier devant être utilisées dans le calcul des coûts collectifs liés à la pollution atmosphérique. Ces valeurs sont indiquées par type de véhicules et par densité d'urbanisation des territoires (*cf.* Tableau 59).

Le calcul des coûts collectifs liés à la pollution atmosphérique s'appuie sur :

- Les types de véhicules et carburants associés ;
- La densité de l'urbanisation ;
- Le taux de croissance du PIB par tête.

TABLEAU 59 – VALEURS DE RÉFÉRENCE DE LA POLLUTION ATMOSPHÉRIQUE POUR LE MODE ROUTIER

€$_{2010}$/100 véh.km	Urbain très dense	Urbain dense	Urbain	Urbain diffus	Interurbain
VL essence	4.5	1.3	0.6	0.5	0.5
VL diesel	20.4	5.5	2.2	1.6	1.1
VL GPL	3.5	1.0	0.4	0.3	0.1
Utilitaire essence	6.3	1.9	0.9	0.8	0.8
Utilitaire diesel	33.7	9.1	3.5	2.5	1.6
PL diesel	186.6	37.0	17.7	9.4	6.4
Bus	125.4	24.8	11.9	6.3	4.2

Source : Egis

8.1.1.2 - Répartition des véhicules et carburants aux horizons de l'étude

La répartition par type de véhicules est directement issue du parc roulant IFSTTAR 2011, défini à l'heure actuelle jusqu'en 2030. Cette répartition est présentée, pour les horizons d'étude 2013 et 2033, dans le Tableau 60.

---

[36] *MEDDE - Fiche outil Effets sur la pollution de l'air – 01/10/14 – 3 Limites et précautions - page 2*

TABLEAU 60 – RÉPARTITION DES VÉHICULES EN 2013 ET EN 2033

Type de véhicules	Etat de référence	Fil de l'eau	Etat projeté
	2013	2033	2033
VL essence	36,2%	59,7%	59,7%
VL diesel	63,7%	39,2%	39,2%
VL GPL	0,2%	1,1%	1,1%
Utilitaire essence	3,5%	14,7%	14,7%
Utilitaire diesel	96,5%	85,3%	85,3%
PL diesel	100,0%	100,0%	100,0%
Bus diesel	97,4%	59,4%	59,4%
Bus biodiesel	0,0%	15,8%	15,8%
Bus CNG	2,6%	24,8%	24,8%

Source : EGIS

8.1.1.3 - Répartition de l'urbanisation aux horizons de l'étude

Les critères retenus pour la détermination de la densité d'urbanisation s'appuient sur la ***Méthode de construction de la grille de densité (typologie européenne) mise en œuvre au PSAR AT***[37]. Ils tiennent également compte de la définition officielle de l'Unité urbaine[38] telle qu'elle est décrite par l'INSEE, l'IGN, le MEDDE.

Ces valeurs de surfaces s'obtiennent, sous SIG, par la détermination des secteurs urbanisés (Corine Land Cover, Open Street Map, numérisation) et l'affectation des populations légales (Insee). Á défaut, il est possible d'utiliser la répartition de l'urbanisation (en ajoutant et en quantifiant les zones interurbaines) définies par l'INSEE[39].

Les populations communales ont été estimées en 2013 et en 2033 sur la base des données de population INSEE de 2016, actualisées avec les aménagements de la ZAC à l'***État projeté***.

Les classes de densité retenues sont issues de la fiche outil concernant les ***Valeurs de référence prescrites pour le calcul socio-économique*** (paragraphe 3 – Externalités environnementales). Cette répartition est présentée dans le Tableau 61.

TABLEAU 61 – RÉPARTITION DE L'URBANISATION DANS L'EMPRISE DU PROJET

	Urbain très dense	Urbain dense	Urbain	Urbain diffus	Interrurbain
Classes de densité	> 4 500 hab/km²	1 500 à 4 500 hab/km²	450 à 1 500 hab/km²	37 à 450 hab/km²	< 37 hab/km²
Horizon 2013	0%	0%	0%	2%	98%
Horizon 2033 FE	0%	0%	0%	2%	98%
Horizon 2033 EP	25%	0%	0%	1%	74%

Source : Egis

---

[37] *INSEE, Méthode de construction de la grille de densité (typologie européenne) mise en œuvre au PSAR AT37 - © Insee - Mars 2015*

[38] *INSEE - http://insee.fr/fr/methodes/default.asp?page=definitions/unite-urbaine.htm*

[39] *INSEE - http://www.insee.fr/fr/methodes/default.asp?page=zonages/grille-densite.htm*

8.1.1.4 - Croissance du PIB

Les croissances du PIB sont fournies par la Banque Mondiale[40] pour les années 1961 – 2017, par la Commission Européenne[41] pour les années 2006 à 2017 et par l'Organisation de Coopération et de Développement Économiques (OCDE) jusqu'en 2020.

En l'absence de données prévisionnelles à utiliser pour les horizons prospectifs au-delà de 2020, le taux de croissance du PIB ne peut pas être intégré dans cette méthodologie.

La croissance du PIB n'a donc pas été considérée dans le cadre de cette évaluation. Cette absence de donnée n'entrave toutefois pas l'analyse comparative entre le ***Fil de l'eau 2023*** et l'***État projeté 2033***, puisqu'elle concerne les mêmes horizons d'étude.

8.1.2 - Monétarisation des coûts collectifs liés à l'effet de serre

Le calcul des coûts collectifs liés à l'effet de serre s'appuie sur les émissions de dioxyde de carbone pour l'ensemble des tronçons et des véhicules et sur le cout de la tonne de CO_2 en $€_{2010}$ pour l'année considérée.

8.1.2.1 - Valeurs de référence

Les valeurs de référence du prix de la tonne de dioxyde de carbone sont indiquées dans les fiches outil Valeurs de référence prescrites pour le calcul socio-économique[42] et Valeurs recommandées pour le calcul socio-économique[43].

Ces documents proposent deux hypothèses du coût de la tonne de dioxyde de carbone à l'horizon 2050

- Une hypothèse basse de 150 $€_{2010}$ la tonne de CO_2 ;
- Une hypothèse haute de 350 $€_{2010}$ la tonne de CO_2.

8.1.2.2 - Coûts de la tonne de CO_2 aux horizons d'étude

Les valeurs de référence du coût de la tonne de dioxyde de carbone sont présentées dans le Tableau 62. En l'absence d'une hypothèse plus probable que l'autre et suivant la préconisation du rapport Quinet, le tableau présente une valeur médiane de 250 $€_{2010}$ la tonne de dioxyde de carbone en 2050.

TABLEAU 62 – VALEURS DE RÉFÉRENCE DE LA TONNE DE DIOXYDE DE CARBONE

Année	Coût de la tonne de CO_2
2018	54 $€_{2018}$
2030	250 $€_{2018}$
2050	775 $€_{2018}$

Source : Egis

À partir de ces valeurs de référence, des taux d'évolution annuel ont été déterminés pour la période 2010 – 2030 et pour la période 2030 – 2050. Ils sont présentés dans le Tableau 63.

---

[40] *Banque Mondiale* - http://donnees.banquemondiale.org/indicateur/NY.GDP.PCAP.KD.ZG

[41] *Commission européenne* - https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=File:Real_GDP_growth,_2006-2016_(%25_change_compared_with_the_previous_year;_%25_per_annum)_YB17-fr.png

[42] *MEDDE - Valeurs de référence prescrites pour le calcul socio-économique - 01/10/14 - 3.1 Pollution atmosphérique - page 4*

[43] *MEDDE - Valeurs recommandées pour le calcul socio-économique - 01/10/14 - 3. Externalités environnementales : valeurs recommandées - page 7*

TABLEAU 63 – TAUX D'ÉVOLUTION DU PRIX EN €$_{2010}$ DE LA TONNE DE DIOXYDE DE CARBONE

Période	Taux d'évolution
2018 - 2030	14%
2030 - 2050	6%

Source : Egis

Les coûts de la tonne de dioxyde d'azote en €$_{2010}$ pour les horizons concernés sont indiqués dans le Tableau 64.

TABLEAU 64 – COÛT DE LA TONNE DE CO_2 EN €$_{2010}$

Scénario	Année	Coût de la tonne de CO_2 en €$_{2018}$
État de référence	2013	54
Fil de l'eau / État projeté	2033	296

Source : Egis

8.1.3 - Monétarisation des effets amont – aval

Ces coûts intègrent la prise en charge des externalités, à savoir la production et la distribution des énergies, la fabrication, la maintenance et le retrait des véhicules, ainsi que la construction, la maintenance et la fin de vie de l'infrastructure.

Les valeurs tutélaires des émissions Atmosphériques, précisées dans la fiche outil ***Valeurs recommandées pour le calcul socio-économique***, sont données dans le Tableau 65.

Les valeurs pour l'étude sont calculées à partir des valeurs tutélaires et du kilométrage parcouru.

TABLEAU 65 – VALEURS TUTÉLAIRES DES ÉMISSIONS ATMOSPHÉRIQUES EN €$_{2010}$ POUR 100 VÉH.KM

Transport routier	VL	0,90
	Utilitaire	1,14
	PL	2,96
	Bus - Car	2,83

Source : Egis

8.1.4 - Prise en compte des risques

La monétarisation intègre la notion de risques pouvant affectés les effets du projet.

D'origines multiples, physiques (aléas naturels, industriels, malveillance) ou économiques (coûts, croissance, prix relatifs, etc.), ces risques sont classés en :

- Risques non systémiques (données insuffisamment fiables, erreurs d'estimation des coûts…) dont l'évaluation n'intervient pas dans la monétarisation des coûts collectifs liés à la pollution atmosphérique et à l'effet de serre ;
- Risques systémiques (contexte macro-économique, prix de l'énergie…) qui sont évaluées dans la monétarisation.

La prise en compte du risque systémique est réalisée par la méthode de calcul élémentaire qui consiste à « *évaluer l'ensemble des coûts et avantages du projet dans un scénario de contexte macro-économique unique (dit 'tendanciel')* » [44]. Le taux d'actualisation est alors fixé à 4,5 %.

Toutefois, comme les projets concernant les trajets de longues distances sont réputés plus risqués que les projets locaux, le rapport Quinet introduit un facteur risque qui implique la prise en compte d'un taux variable en fonction du type de projet.

Le rapport propose d'introduire la notion de risque dans le taux d'actualisation (méthode dite du dénominateur). En pratique il s'agit de considérer un taux d'actualisation selon la formule suivante :

$$r = rf + \varphi\beta$$

Avec :

- **r** taux d'actualisation risqué propre au projet ;
- **rf** taux sans risque de 2,5 % passant à 1,5 % au-delà de 2070 ;
- **φ** prime de risque du projet, de 2 % passant à 3 % au-delà de 2070 ;
- **ß** corrélation entre la valeur du projet et le PIB.

On distingue trois types de corrélation ß en fonction :

- Du gain de temps et qui ne concerne pas la présente monétarisation ;
- Des coûts de construction et fixée à 0,5 par défaut dans le rapport Quinet[45] ;
- Des effets carbone et fixée à 1 par défaut dans le rapport Quinet[46].

Les taux d'actualisation utilisés pour la monétarisation des coûts collectifs liés à la pollution atmosphérique, à l'effet de serre et aux effets amont – aval sont présentés dans le Tableau 66.

TABLEAU 66 – TAUX D'ACTUALISATION DES RISQUES LIÉS À LA CONSTRUCTION

Actualisation	État de référence	Fil de l'eau et État projeté	Fil de l'eau et État projeté
Horizon	2013	2033	2033
Pollution atmosphérique	3,5%	3,5%	3,5%
Gaz à effet de serre	4,5%	4,5%	4,5%
Effets amont - aval	3,5%	3,5%	3,5%

Source : Egis

8.2 - Résultats de la monétarisation

8.2.1 - Monétarisation des coûts collectifs liés à la pollution atmosphérique

Les coûts collectifs liés à la pollution atmosphérique ainsi obtenus sont présentés dans le Tableau 67.

---

[44] *MEDDE – Prise en compte des risques dans l'analyse monétarisée - 01/10/14 - 3. Prise en compte des risques systémiques dans l'analyse monétarisée - page 5*

[45] *Commissariat général à la stratégie et à la prospective – Évaluation socio-économique des investissements publics – rapport de la mission présidée par Émile Quinet – Chapitre 1 – 3.5.3. Les considérants concernant le système d'actualisation – page 82*

[46] *Commissariat général à la stratégie et à la prospective – Évaluation socio-économique des investissements publics – rapport de la mission présidée par Émile Quinet – Chapitre 1 – 9.2. Comment envisager la révision 2013 – page 123*

TABLEAU 67 – MONÉTARISATION DES COÛTS ANNUELS LIÉS À LA POLLUTION ATMOSPHÉRIQUE

Coût annuel en k€	État de référence	Fil de l'eau	État projeté	Ecart relatif (en %) (FE-ER)/ER	Ecart relatif (en %) (EP-FE)/FE
	ER2013	FE2033	EP2033	2033	2033
VL	1,529	0,847	0,903	-45%	7%
Utilitaires	0,579	0,321	0,342	-45%	7%
PL	0,551	0,307	0,313	-44%	2%
Total	**2,658**	**1,475**	**1,560**	**-45%**	**6%**

Source : Egis

La monétarisation des coûts collectifs liés à la pollution atmosphérique permet d'estimer une augmentation annuelle de 1 266 k€ à l'horizon 2033, du fait de la réalisation du projet de la ZAC de la Constance.

8.2.2 - Monétarisation des coûts collectifs liés à l'effet de serre

Les coûts collectifs liés à l'effet de serre ainsi obtenus sont présentés dans le Tableau 68.

TABLEAU 68 – MONÉTARISATION DES COÛTS ANNUELS LIÉS À L'EFFET DE SERRE

Coût annuel en $k€_{2018}$	État de référence	Fil de l'eau	État projeté	Ecart relatif (en %) (FE-ER)/ER	Ecart relatif (en %) (EP-FE)/FE
	ER2013	FE2033	EP2033	2033	2033
Gaz à effet de serre	2 658	6 196	6 567	133%	6%

Source : Egis

La monétarisation des coûts collectifs liés à l'effet de serre permet d'estimer une stagnation à l'horizon 2033.

8.2.3 - Monétarisation des coûts collectifs liés aux effets amont – aval

Les coûts collectifs liés aux effets amont – aval ainsi obtenus sont présentés dans le Tableau 69.

TABLEAU 69 – MONÉTARISATION DES COÛTS COLLECTIFS LIÉS AUX EFFETS AMONT – AVAL

Coût annuel en k€	État de référence	Fil de l'eau	État projeté	Ecart relatif (en %) (FE-ER)/ER	Ecart relatif (en %) (EP-FE)/FE
	ER2013	FE2033	EP2033	2033	2033
VL	151	69	325	-54%	370%
Utilitaires	81	42	257	-48%	509%
PL	120	67	546	-44%	714%
Bus - Car	0	0	3		
Total	**352**	**179**	**1 132**	**-49%**	**534%**

Source : Egis

La monétarisation des coûts collectifs liés aux effets amont-aval permet d'estimer une augmentation annuelle de 0,09 k€ à l'horizon 2033, du fait de la réalisation du projet de la ZAC de la Constance.

8.2.4 - Synthèse

Les coûts collectifs liés à la pollution atmosphérique, à l'effet de serre et aux effets amont – aval sont cumulés dans le Tableau 70.

TABLEAU 70 – SYNTHÈSE DES COÛTS ANNUELS LIÉS À LA POLLUTION ATMOSPHÉRIQUE, À L'EFFET DE SERRE ET AUX EFFETS AMONT – AVAL

Coût annuel en k€		État de référence	Fil de l'eau	État projeté	Ecart relatif (en %) (FE-ER)/ER	Ecart relatif (en %) (EP-FE)/FE
		ER2013	FE2033	EP2033	2033	2033
Pollution de l'air	VL	150,9	69,2	325,2	-54%	370%
	Utilitaires	80,7	42,2	256,8	-48%	509%
	PL	120,3	67,1	546,1	-44%	714%
	Bus	0,0	0,0	3,5		
Effet de serre		2658,3	6196,3	6566,9	133%	6%
Effets Amont - Aval		2,7	1,5	1,6	-45%	6%
Total en k€		**3 013**	**6 376**	**7 700**	**112%**	**21%**

Source : Egis

La monétarisation des coûts collectifs liés à la pollution atmosphérique, à l'effet de serre et aux effets amont – aval permet d'estimer une augmentation annuelle de 1 324 k€ à l'horizon 2033, du fait de la réalisation du projet de la ZAC de la Constance.

Cette augmentation résulte principalement de l'accroissement globale du kilométrage parcouru (+6 %) entre le ***Fil de l'eau 2033*** et l'***État projeté 2033*** et est principalement lié la pollution de l'air (99,9 % des coûts collectifs suivant l'horizon d'étude considéré).

9 - CONCLUSION

Cadre réglementaire

L'étude air et santé de niveau I du projet de la ZAC de la Constance a été menée conformément à la réglementation en vigueur, notamment la note technique du 22 février 2019 et le guide méthodologique sur le volet « air et santé » des études d'impact routières du CEREMA.

État initial et enjeux

Sur la base des éléments bibliographiques disponibles, la caractérisation de l'état actuel à proximité immédiate de l'emplacement projeté de la ZAC de la Constance a permis de mettre en évidence :

- Un environnement caractérisé principalement par des espaces périurbains ;
- Aucun établissement à caractère sanitaire et social et 3 sites sensibles dans l'emprise du projet ;
- Trois stations permanentes de mesure AtmoSud situées à 1,7 km, 1,9 km et 5 km de celui-ci.

Sur la base de la campagne de mesure et des études de dispersion atmosphérique, des dépassements de la valeur limite réglementaire en dioxyde d'azote sont observées pour l'état de référence (état actuel) à proximité immédiate des axes A8 et A51.

Ce projet de ZAC implique l'arrivée de nouvelles populations dans une zone d'étude où la qualité de l'air est représentative d'une zone urbaine à péri-urbaine, avec présence de polluants en air ambiant issus de l'ensemble de l'agglomération et du tissu routier aixois. L'enjeu principal de l'étude d'impact est donc de vérifier avec soin le niveau des indicateurs du risque sanitaire, pour l'Etat Projeté, en lien en particulier avec les sources existantes actuellement que sont l'A8 et l'A51.

Impact du projet sur la qualité de l'air (comparaison Fil de l'Eau – État projeté)

Le projet de la ZAC de la Constance a pour impact l'augmentation des émissions routières de l'ordre de 6 % par rapport à un horizon sans projet (Fil de l'eau) sur l'emprise du domaine d'étude retenu.

Néanmoins, la comparaison entre les scénarios Fil de l'Eau et État projeté sur les concentrations atmosphériques en air ambiant montre que la réalisation du projet de la ZAC de la Constance, à l'horizon 2033, n'a pas d'impact significatif sur la qualité de l'air à l'échelle de la zone d'étude. En effet, la qualité de l'air étant principalement influencée par les niveaux de fond et l'A8.

Respect des valeurs réglementaires de qualité de l'air

Pour les scénarios futurs (Fil de l'Eau et État projeté), aucun dépassement des valeurs limites réglementaire et objectifs de qualité de l'air n'est attendu.

On note toutefois, pour les PM2.5, que les concentrations modélisées en 2033 sont proches de l'objectif de qualité de l'air (10 µg/m^3), notamment du fait de la prise en compte d'un bruit de fond important (8,67 µg/m^3 issu la campagne de mesures de 2019).

Risques sanitaires

Pour les polluants traceurs de risque considérés dans l'évaluation, en exposition chronique par inhalation et par ingestion, ainsi qu'en exposition aigue, les résultats montrent que :

- Les valeurs repère du risque sanitaire, pour les effets à seuil, sont toutes respectées (quotients de danger inférieurs à 1).
- Les valeurs repère du risque sanitaire, pour les effets sans seuil, sont toutes respectées (Excès de Risque individuels inférieurs à 1.10^{-5}).

Ainsi, pour chaque polluant traceur de risque pris individuellement, le risque sanitaire attendu sur ce projet est qualifié d'acceptable.

À noter toutefois les points d'attention suivants :

- Les concentrations en PM2,5 sont proches de la valeur guide de l'OMS, fixée à 10 µg/m^3, la teneur en bruit de fond retenue représentant à minima 85 % de la concentration d'exposition. Une mesure d'accompagnement en lien avec ces particules fines doit donc être prévue (surveillance et filtration de l'air des immeubles de bureaux longeant l'A8).
- L'exercice de prise en compte de l'additivité des risques est réalisé à titre indicatif au chapitre 5.4.3 - . Cet exercice montre que la somme des Excès de Risque Individuel est de l'ordre de la valeur repère sanitaire de 1.10^{-5}. Sachant que le risque est porté en particulier par le benzène, ce polluant doit également faire l'objet d'une surveillance particulière. On notera que le risque sanitaire du benzène est porté en grande partie par sa teneur de fond (de l'ordre de 0,7 µg/m^3) qui est représentative des teneurs habituellement mesurées en zone urbaine et périurbaine.

<u>Mesures d'évitement et de réduction</u>

En lien avec la présente évaluation, les choix de conception visant à réduire au maximum les émissions, expositions et risques sanitaires ont été présentées.

En phase de réalisation et afin d'accompagner ce projet vers une maitrise des impacts sanitaires, imposition sera faite aux promoteurs, à travers les cahiers des charges de cession de terrains, de prendre en compte un certain nombre de mesures détaillées dans cette évaluation. Mesures concernant notamment : le positionnement des prises d'air, la filtration de l'air, l'étanchéité des façades ou encore le monitoring de la qualité de l'air.

10 - ANNEXES

10.1 - Fiches de mesure

Fiche de mesure - ZAC Constance
Site 01

CARACTÉRISTIQUES DU SITE

Ambiance : Fond rural
Intérêt du site : Non renseigné
Établissement / Lieu vulnérable : Aucun

Campagne Automnale 1

du 02/10/2019 12:46:30 au 16/10/2019 12:38:19

Polluants :	N° capteurs :
NO_2	435
C_6H_6	257
SO_2	76
CO	
1,3-butadiène	1767

Remarque :
Partisol

Campagne Automnale 2

du 16/10/2019 2:39:00 au 31/10/2019 10:25:00

Polluants :	N° capteurs :
NO_2	433
C_6H_6	276
SO_2	86
CO	
1,3-butadiène	1755

Remarque :
Partisol

LOCALISATION DU SITE

Coordonnées : X 895569 m - Y 6271854 m
Projection : Lambert 93
Commune : Aix En Provence
Adresse : 255 route de Valcros
Topographie :
Support et Hauteur :





PHOTOGRAPHIES DU SITE



Fiche de mesure - ZAC Constance
Site 02

CARACTÉRISTIQUES DU SITE

Ambiance : Proximité routière
Établissement / Lieu vulnérable : Aucun
Intérêt du site : Proximité A8 et habitations

Campagne Automnale 1

du 02/10/2019 12:08:32 au 16/10/2019 12:27:06

Polluants :	N° capteurs :
NO_2	429
C_6H_6	258
SO_2	85
CO	29
1,3-butadiène	1759

Remarque :

Aucune

Campagne Automnale 2

du 16/10/2019 2:27:00 au 31/10/2019 10:16:00

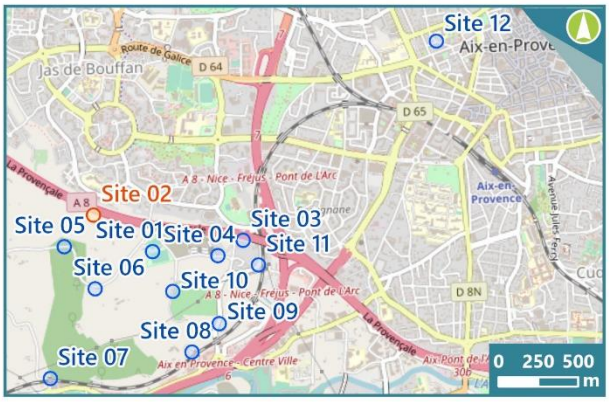
Polluants :	N° capteurs :
NO_2	437
C_6H_6	268
SO_2	96
CO	41
1,3-butadiène	1772

Remarque :

Aucune

LOCALISATION DU SITE

Coordonnées : X 895199 m - Y 6272084 m
Commune : Aix En Provence
Topographie :
Projection : Lambert 93
Adresse :
Support et Hauteur :





PHOTOGRAPHIES DU SITE



Fiche de mesure - ZAC Constance
Site 03

CARACTÉRISTIQUES DU SITE

Ambiance : Proximité routière **Établissement / Lieu vulnérable :** Aucun
Intérêt du site : Proximité A8 et A51 et futurs bureaux

Campagne Automnale 1

du 02/10/2019 13:43:31 au 16/10/2019 11:25:34

Polluants :	N° capteurs :
NO_2	422
C_6H_6	267
SO_2	95
CO	
1,3-butadiène	1784

Remarque :

Aucune

Campagne Automnale 2

du 16/10/2019 1:25:00 au 31/10/2019 9:39:00

Polluants :	N° capteurs :
NO_2	423
C_6H_6	272
SO_2	96
CO	
1,3-butadiène	1772

Remarque :

Aucune

LOCALISATION DU SITE

Coordonnées : X 896182 m - Y 6271887 m **Commune :** Aix En Provence **Topographie :**
Projection : Lambert 93 **Adresse :** Résidence les Hameaux de Martelly **Support et Hauteur :**





PHOTOGRAPHIES DU SITE



Fiche de mesure - ZAC Constance
Site 04

CARACTÉRISTIQUES DU SITE

Ambiance : Fond rural **Établissement / Lieu vulnérable :** Aucun
Intérêt du site : Proximité futur groupe scolaire

Campagne Automnale 1

du 02/10/2019 13:56:53 au 16/10/2019 11:31:06

Polluants :	N° capteurs :
NO_2	424
C_6H_6	266
SO_2	91
CO	
1,3-butadiène	

Remarque :
Aucune

Campagne Automnale 2

du 16/10/2019 1:33:00 au 31/10/2019 9:45:00

Polluants :	N° capteurs :
NO_2	424
C_6H_6	271
SO_2	80
CO	
1,3-butadiène	1764

Remarque :
Aucune

LOCALISATION DU SITE

Coordonnées : X 895929 m - Y 6271747 m **Commune :** Aix En Provence **Topographie :**
Projection : Lambert 93 **Adresse :** **Support et Hauteur :**





PHOTOGRAPHIES DU SITE



Fiche de mesure - ZAC Constance
Site 05

CARACTÉRISTIQUES DU SITE

Ambiance : Fond rural
Intérêt du site : Fond
Établissement / Lieu vulnérable : Aucun

Campagne Automnale 1

du 02/10/2019 11:47:45 au 16/10/2019 12:11:36

Polluants :	N° capteurs :
NO_2	420
C_6H_6	260
SO_2	93
CO	18
1,3-butadiène	1769

Remarque :

Aucune

Campagne Automnale 2

du 16/10/2019 2:13:00 au 31/10/2019 10:07:00

Polluants :	N° capteurs :
NO_2	438
C_6H_6	278
SO_2	83
CO	42
1,3-butadiène	1750

Remarque :

Aucune

LOCALISATION DU SITE

Coordonnées : X 895015 m - Y 6271885 m
Projection : Lambert 93
Commune : Aix En Provence
Adresse : 1043 route de Valcros
Topographie :
Support et Hauteur :





PHOTOGRAPHIES DU SITE



Fiche de mesure - ZAC Constance
Site 06

CARACTÉRISTIQUES DU SITE

Ambiance : Fond rural **Établissement / Lieu vulnérable :** Aucun
Intérêt du site : Proximité habitations et fond

Campagne Automnale 1

du 02/10/2019 11:56:22 au 16/10/2019 12:18:50

Polluants :	N° capteurs :
NO_2	426
C_6H_6	259
SO_2	84
CO	21
1,3-butadiène	1752

Remarque :
Aucune

Campagne Automnale 2

du 16/10/2019 2:19:00 au 31/10/2019 10:12:00

Polluants :	N° capteurs :
NO_2	439
C_6H_6	277
SO_2	88
CO	22
1,3-butadiène	1785

Remarque :
Aucune

LOCALISATION DU SITE

Coordonnées : X 895209 m - Y 6271620 m **Commune :** Aix En Provence **Topographie :**
Projection : Lambert 93 **Adresse :** 621 route de Valcros **Support et Hauteur :**





PHOTOGRAPHIES DU SITE



Fiche de mesure - ZAC Constance
Site 07

CARACTÉRISTIQUES DU SITE

Ambiance : Proximité routière
Intérêt du site : Chemin de Valcros
Établissement / Lieu vulnérable : Aucun

Campagne automnale 1

du 02/10/2019 11:40:37 au 16/10/2019 12:02:49

Polluants :	N° capteurs :
NO_2	436
C_6H_6	261
SO_2	90
CO	30
1,3-butadiène	1773

Remarque :

Aucune

Campagne Automnale 2

du 16/10/2019 2:02:00 au 31/10/2019 10:03:00

Polluants :	N° capteurs :
NO_2	416
C_6H_6	269
SO_2	73
CO	25
1,3-butadiène	1778

Remarque :

Aucune

LOCALISATION DU SITE

Coordonnées : X 894928 m - Y 6271057 m
Projection : Lambert 93
Commune : Aix En Provence
Adresse : 2497 route de Valcros
Topographie :
Support et Hauteur :





PHOTOGRAPHIES DU SITE



Fiche de mesure - ZAC Constance
Site 08

CARACTÉRISTIQUES DU SITE

Ambiance : Fond rural
Intérêt du site : Proximité habitations
Établissement / Lieu vulnérable : Aucun

Campagne Automnale 1

du 02/10/2019 14:23:51 au 16/10/2019 11:52:38

Polluants :	N° capteurs :
NO_2	427
C_6H_6	
SO_2	74
CO	34
1,3-butadiène	1768

Remarque :

Aucune

Campagne Automnale 2

du 16/10/2019 1:52:00 au 31/10/2019 09:56:00

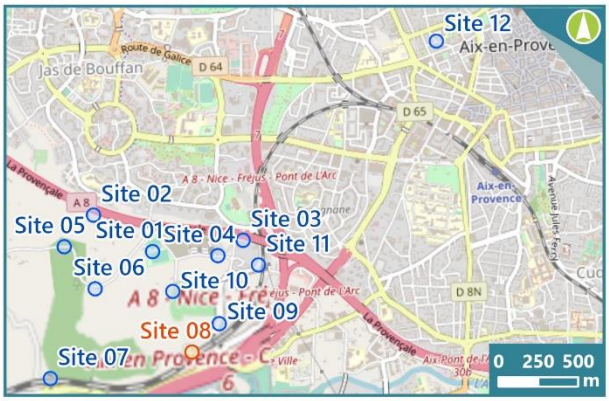
Polluants :	N° capteurs :
NO_2	419
C_6H_6	273
SO_2	87
CO	36
1,3-butadiène	1763

Remarque :

Aucune

LOCALISATION DU SITE

Coordonnées : X 895798 m - Y 6271203 m
Projection : Lambert 93
Commune : Aix En Provence
Adresse : Chemin Guiseppe Varacalli
Topographie :
Support et Hauteur :





PHOTOGRAPHIES DU SITE

Fiche de mesure - ZAC Constance
Site 09

CARACTÉRISTIQUES DU SITE

Ambiance : Proximité routière
Intérêt du site : Proximité A51
Établissement / Lieu vulnérable : Aucun

Campagne Automnale 1

du 02/10/2019 14:10:54 au 16/10/2019 11:43:15

Polluants :	N° capteurs :
NO_2	425
C_6H_6	265
SO_2	92
CO	
1,3-butadiène	1757

Remarque :

Aucune

Campagne Automnale 2

du 16/10/2019 1:43:00 au 31/10/2019 09:51:00

Polluants :	N° capteurs :
NO_2	428
C_6H_6	270
SO_2	78
CO	
1,3-butadiène	1760

Remarque :

Aucune

LOCALISATION DU SITE

Coordonnées : X 896008 m - Y 6271471 m
Projection : Lambert 93
Commune : Aix En Provence
Adresse : 705-365 Chemin des Aubépines
Topographie :
Support et Hauteur :





PHOTOGRAPHIES DU SITE



Fiche de mesure - ZAC Constance
Site 10

CARACTÉRISTIQUES DU SITE

Ambiance : Fond rural
Intérêt du site : Proximité Golf
Établissement / Lieu vulnérable : Aucun

Campagne Automnale 1

du 02/10/2019 12:57:21 au 16/10/2019 13:01:53

Polluants :	N° capteurs :
NO_2	421
C_6H_6	256
SO_2	94
CO	19
1,3-butadiène	1777

Remarque :

Aucune

Campagne Automnale 2

du 16/10/2019 3:02:00 au 31/10/2019 10:41:00

Polluants :	N° capteurs :
NO_2	415
C_6H_6	275
SO_2	77
CO	33
1,3-butadiène	1776

Remarque :

Aucune

LOCALISATION DU SITE

Coordonnées : X 895693 m - Y 6271567 m
Projection : Lambert 93
Commune : Aix En Provence
Adresse : Aix Golf Route de Valcros
Topographie :
Support et Hauteur :





PHOTOGRAPHIES DU SITE



Fiche de mesure - ZAC Constance
Site 11

CARACTÉRISTIQUES DU SITE

Ambiance : Proximité routière
Établissement / Lieu vulnérable : Aucun
Intérêt du site : Chemin des Aubépines

Campagne Automnale 1

du 03/10/2019 10:43:53 au 16/10/2019 11:18:33

Polluants :	N° capteurs :
NO_2	440
C_6H_6	262
SO_2	75
CO	20
1,3-butadiène	1780

Remarque :

Aucune

Campagne Automnale 2

du 16/10/2019 1:19:00 au 31/10/2019 09:36:00

Polluants :	N° capteurs :
NO_2	434
C_6H_6	263
SO_2	89
CO	28
1,3-butadiène	1770

Remarque :

Aucune

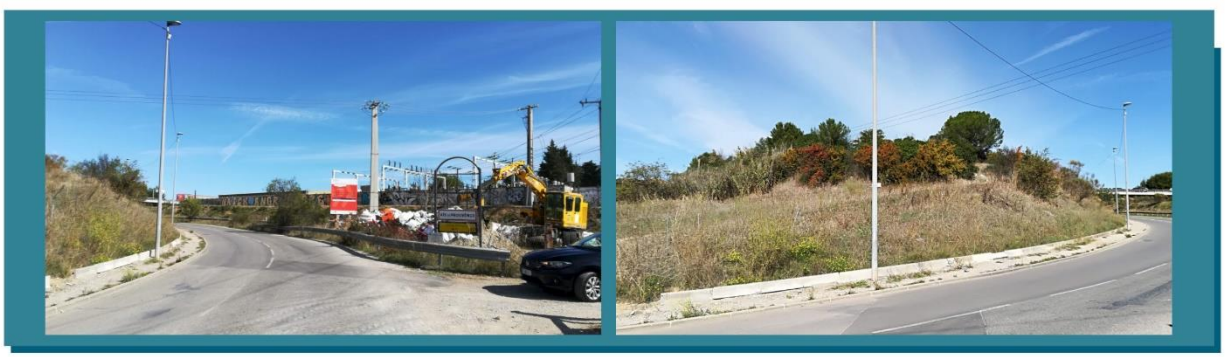
LOCALISATION DU SITE

Coordonnées : X 895315 m - Y 6271320 m
Commune : Aix En Provence
Topographie :
Projection : Lambert 93
Adresse :
Support et Hauteur :





PHOTOGRAPHIES DU SITE



Fiche de mesure - ZAC Constance
Site 12

CARACTÉRISTIQUES DU SITE

Ambiance : Fond urbain **Établissement / Lieu vulnérable :** Aucun
Intérêt du site : Doublons avec station Atmo SUD Aix Ecole Art

Campagne Automnale 1

du 03/10/2019 12:19:49 au 16/10/2019 11:04:24

Polluants :
NO_2
C_6H_6
SO_2
CO
1,3-butadiène

N° capteurs :
432

Remarque :
Aucune

Campagne Automnale 2

du 16/10/2019 1:19:00 au 31/10/2019 09:36:00

Polluants :
NO_2
C_6H_6
SO_2
CO
1,3-butadiène

N° capteurs :
418

Remarque :
Aucune

LOCALISATION DU SITE

Coordonnées : X 897364 m - Y 6273183 m **Commune :** Aix En Provence **Topographie :**
Projection : Lambert 93 **Adresse :** 16-8 Rue Emile Tavan **Support et Hauteur :**





PHOTOGRAPHIES DU SITE



10.2 - Résultats des mesures

Polluants	Numéro Campagne	Site 01		Site 02	Site 03	Site 04	Site 05	Site 06	Site 07	Site 08	Site 09	Site 10	Site 11	Site 12
		Rural		Proximité routière	Proximité routière	Rural	Rural	Rural	Proximité routière	Rural	Proximité routière	Rural	Proximité routière	Urbain
		capteur 1	*capteur 2*											
Dioxyde d'azote	Période 1	20.30		28.60	39.80	30.10	18.30	23.50	20.60	11.80	30.80	17.90	34.40	24.50
en µg/m³	Période 2	24.80	25.90	32.90	46.10	30.10	18.30	27.10	23.10	14.20	38.70	22.10	40.90	25.00
PM_{10}	Période 1	13.43												
en µg/m³	Période 2													
$PM_{2.5}$	Période 1													
en µg/m³	Période 2	21.25												
Benzène	Période 1	0.60		0.40	0.60	0.60	0.60	0.60	0.50	0.50	0.60	1.00	0.60	
en µg/m³	Période 2	0.70	0.70	0.60	0.90	0.80	0.80	0.60	0.80	0.70	0.80	0.70	0.80	
1,3 - butadiène	Période 1	0.04		0.07	<LQ		0.05	0.08	0.06	0.05	0.06	0.07	0.08	
en µg/m³	Période 2	0.03		0.02	0.09	0.11	0.07	0.08	0.08	0.08	0.09	0.12	0.14	
Dioxyde de soufre	Période 1	<LQ		<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	1.30	<LQ	<LQ	<LQ	
en µg/m³	Période 2	<LQ		0.70	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	
Monoxyde de carbone	Période 1	<LQ		<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	
en µg/m³	Période 2	<LQ		<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	
Chrome	Période 1	7.50												
en ng/m³	Période 2													
Nickel	Période 1	2.70												
en ng/m³	Période 2													
Arsenic	Période 1	0.30												
en ng/m³	Période 2													
Benzo(a)pyrène	Période 1	<LQ												
en ng/m³	Période 2													
Acénaphtène	Période 1	<LQ												
en ng/m³	Période 2													
Acénaphtylène	Période 1	<LQ												
en ng/m³	Période 2													
Anthracène	Période 1	<LQ												
en ng/m³	Période 2													
Benzo(a)anthracène	Période 1	<LQ												
en ng/m³	Période 2													
Benzo(b+j)fluoranthène	Période 1	<LQ												
en ng/m³	Période 2													
Benzo(k)fluoranthène	Période 1	<LQ												
en ng/m³	Période 2													
Benzo(ghi)pérylène	Période 1	<LQ												
en ng/m³	Période 2													
Chrysène	Période 1	<LQ												
en ng/m³	Période 2													
Dibenzo(a,h)anthracène	Période 1	<LQ												
en ng/m³	Période 2													
Fluorène	Période 1	<LQ												
en ng/m³	Période 2													
Fluoranthène	Période 1	<LQ												
en ng/m³	Période 2													
Indéno(1,2,3-cd)pyrène	Période 1	<LQ												
en ng/m³	Période 2													
Phénanthrène	Période 1	<LQ												
en ng/m³	Période 2													
Pyrène	Période 1	<LQ												
en ng/m³	Période 2													

Source : Egis - Tera Environnement- PASSAM

10.3 - Fiches toxicologiques

10.3.1 - Arsenic

L'arsenic (As) est un élément naturel qui existe sous forme de différents minerais dans l'environnement. Sa présence dans l'air sous forme de particules provient des manipulations de minerais sous haute température qui permettent l'extraction d'arsenic mais aussi de l'incinération de produits contenant de l'arsenic. L'arsenic dans l'air est présent sous la forme d'un mélange de composés trivalents et pentavalents. Bien que la pénétration de l'arsenic soit possible par toutes les voies, la principale source d'apport d'arsenic de la population générale est la voie orale par l'intermédiaire de l'alimentation et secondairement par inhalation pour les personnes vivant au voisinage de site de pollution. L'arsenic, selon sa forme, traverse aisément la barrière pulmonaire et intestinale (80 à 100 %). Les particules inhalées peuvent être soit absorbées par les poumons, soit avalées par déglutition puis absorbées au niveau des intestins.

L'arsenic est un poison bien connu qui entraîne la mort lorsqu'il est administré à forte dose par ingestion d'eau ou d'aliments. Les composés arsenicaux considérés les plus toxiques sont les dérivés inorganiques solubles trivalents.

Par inhalation, l'exposition à l'arsenic contenu dans des poussières provoque surtout une irritation des voies respiratoires et une atteinte des muqueuses (rhinite, gingivite, laryngite, perforation de la cloison nasale). Les troubles neurologiques apparaissent après inhalation d'arsenic trivalent à des concentrations supérieures à 0,5 µg/m3. Ces troubles sont caractérisés par une polynévrite sensitivomotrice (douleurs dans les membres inférieurs, marche difficile, faiblesse musculaire).

Les effets par ingestion se traduisent tout d'abord, dans l'heure qui suit, par des troubles digestifs (fortes douleurs abdominales, vomissements, diarrhées parfois hémorragiques). Dans les formes moins importantes, on observe une encéphalopathie, des troubles cardiovasculaires (anomalies du rythme cardiaque), une diminution de la production des globules rouges et blanc ou encore, une anomalie de la coagulation du sang. Les atteintes nerveuses peuvent apparaître avec une sensation de "fourmis" dans les mains et les pieds. Des atteintes hépatiques, rénales ou cutanées peuvent survenir pour des doses d'exposition moins importantes.

Le rôle mutagène de l'arsenic trivalent a été montré in-vitro sur des cellules animales et humaines en induisant des échanges de chromatides sœurs. Des études épidémiologiques ont révélé un nombre accru de cas de cancers du poumon et de la peau respectivement par inhalation et par ingestion d'arsenic. L'arsenic a été classé comme carcinogène humain par le CIRC (Groupe 1) et l'US-EPA (Groupe A). Cette classification est basée sur des preuves suffisantes chez l'homme et des preuves limitées ou inadéquates chez l'animal.

L'arsenic est étudié dans cette étude pour ses effets sans seuil et à seuil par inhalation et par ingestion.

Les ERU proposés pour les effets sans seuil par inhalation chronique de l'arsenic sont présentés dans le Tableau 71.

TABLEAU 71 – PRÉSENTATION DES ERU POUR LES EFFETS SANS SEUIL PAR INHALATION DE L'ARSENIC

Substance	ERU_i $(\mu g/m^3)^{-1}$	Effets critiques associés, type d'étude et source
Arsenic	$4{,}3.10^{-3}$	Cancer du poumon, étude sur l'homme, US-EPA 1998
	$1{,}5.10^{-3}$	Cancer du poumon, étude sur l'homme, OMS, 1999
	$6{,}4.10^{-3}$	Cancer du poumon, étude sur l'homme, Santé Canada, 1992
	$3{,}3.10^{-3}$	Cancer du poumon, étude sur l'homme, OEHHA, 2002

Source : US-EPA - OMS - Santé Canada - OEHHA

Quatre organismes proposent des valeurs de référence pour les effets sans seuil par inhalation de l'arsenic. La valeur de l'OMS n'est pas retenue en raison du manque de transparence du mode de construction. Par ailleurs, la méthode de construction utilisée par Santé Canada pour l'établissement de sa VTR n'est pas décrite en détail. Par exemple, le modèle pris en compte pour calculer cette VTR n'est pas mentionnée. Dans ce cas, il est préférable de ne pas retenir la valeur proposée par Santé Canada.

L'US EPA retient six études réalisées dans des fonderies situées aux Etats-Unis et l'OEHHA retient une étude menée sur 8 fonderies différentes localisées aux Etats-Unis. Les fonderies étudiées étant souvent les mêmes. Toutefois, la VTR proposée par l'OEHHA est basée sur les résultats d'une seule fonderie. La VTR proposée par l'US-EPA repose sur le calcul de différents Excès de Risque Unitaire à partir des études ou des niveaux de concentrations en arsenic qui sont mentionnés. Une moyenne géométrique a ensuite été utilisée pour déterminer la valeur finalement proposée. L'INERIS dans sa fiche toxicologique de 2010 relative à l'arsenic juge que cette méthode de construction est plus appropriée que celle de l'OEHHA et préconise de retenir l'ERU de l'US-EPA. Compte tenu de cette analyse, nous suivons les recommandations de l'INERIS et retenons la valeur de l'OEHHA de 4,3.10-3 $(\mu g/m^3)^{-1}$. On notera toutefois que les valeurs de l'US EPA et de l'OEHHA sont très proches.

Les VTR proposées pour les effets à seuil par inhalation chronique de l'arsenic sont présentées dans le TABLEAU 72.

TABLEAU 72 – PRÉSENTATION DES VTR POUR LES EFFETS À SEUIL PAR INHALATION DE L'ARSENIC

Substance	VTR_i $(\mu g/m^3)$	Effets critiques associés, type d'étude et source
Arsenic	1	Cancer du poumon, étude sur l'homme, RIVM, 2001
	0,015	Diminution de la capacité intellectuelle chez les enfants, étude sur l'homme, OEHHA 2008

Source : RIVM - OEHHA

Compte tenu du manque de transparence dans l'établissement de la VTR proposée par le RIVM (il n'est pas fait mention de l'étude ayant permis d'établir le LOAEC, ce LOAEC n'a pas été retrouvé dans le rapport de l'ATSDR de 1999 dont est issu cette valeur), nous ne retenons pas cette valeur.

La valeur proposée par l'OEHHA est une extrapolation à partir de la VTR établie pour la voie orale Cette dernière est jugée de bonne qualité par l'INERIS dans sa fiche toxicologique de 2010 et l'INERIS recommande ainsi que retenir la valeur de l'OEHHA pour une exposition chronique par inhalation à l'arsenic. Compte tenu des données disponibles, nous suivons le choix de l'INERIS et retenons la valeur de l'OEHHA.

Les ERU proposés pour les effets sans seuil par ingestion chronique de l'arsenic sont présentés dans le TABLEAU 73.

TABLEAU 73 – PRÉSENTATION DES ERU POUR LES EFFETS SANS SEUIL PAR INGESTION DE L'ARSENIC

Substance	ERU_i $(mg/kg\ pc/j)^{-1}$	Effets critiques associés, type d'étude et source
Arsenic	1,5	Cancer de la peau, étude sur l'homme, US-EPA 1998
	2,7	Cancer de la peau, étude sur l'homme, Santé Canada, 2004
	1,5	Cancer de la peau, étude sur l'homme, OEHHA, 2009

Source : US-EPA - Santé Canada - OEHHA

Pour les effets sans seuil par ingestion d'arsenic, l'OEHHA propose la même valeur que l'US-EPA. La valeur de Santé Canada présente des contradictions dans les explications données et les valeurs utilisées pour sa construction. Aussi, nous retenons celles de l'OEHHA et de l'US-EPA et suivons le choix de l'INERIS dans sa fiche de 2010.

Les VTR proposées pour les effets à seuil par ingestion chronique de l'arsenic sont présentées dans le TABLEAU 74.

TABLEAU 74 – PRÉSENTATION DES VTR POUR LES EFFETS SANS SEUIL PAR INGESTION DE L'ARSENIC

Substance	VTR_i $(mg/kg\ pc/j)$	Effets critiques associés, type d'étude et source
Arsenic	3.10^{-4}	Troubles cutanées, études sur l'homme, ATSDR, 2007
	3.10^{-4}	Troubles cutanées, études sur l'homme, US-EPA, 1993
	1.10^{-3}	Troubles cutanées, études sur l'homme, RIVM, 2001
	$3,5.10^{-6}$	Diminution de la capacité intellectuelle chez les enfants, étude sur l'homme, OEHHA 2008
	$4,5.10^{-4}$	Troubles cutanées, études sur l'homme, FoBiG, 2009

Source : ATSDR - US-EPA - RIVM - OEHHA - FoBiG

Cinq organismes proposent des VTR pour une exposition par ingestion à l'arsenic. L'US-EPA et l'ATSDR propose la même valeur toxicologique de référence à partir des mêmes études épidémiologiques liées à la consommation d'eau de boisson. Un NOAEL basé sur une moyenne arithmétique est retenu pour élaborer la VTR.

Le RIVM s'appuie sur une valeur provisoire proposée par l'OMS en 1996 sans mention des sources utilisées. Or, dans son nouveau rapport de 2008, l'OMS ne propose plus de valeur pour l'arsenic. La valeur du RIVM est donc écartée du choix des VTR.

L'OEHHA a élaboré une VTR pour l'ingestion d'arsenic à partir des études épidémiologiques qui rapportent une diminution des capacités intellectuelles et des effets néfastes sur le comportement chez 200 enfants âgés de 10 ans, exposés depuis leur naissance via l'eau de boisson.

Par ailleurs, les chercheurs du FoBiG ont quant à eux dérivés une VTR à partir d'une étude transversale de plus de 10 000 personnes, dans laquelle les différences de lésions cutanées observées, en fonction du sexe et du statut nutritionnel, ont été prises en compte. L'ensemble des sources de contaminations (eau de boisson et alimentation) a été considéré.

Une benchmark Dose a pu être calculée. De par sa construction, cette VTR est plus robuste et plus solide que les autres VTR disponibles et nous retenons dons la valeur du FoBiG dans le cadre de cette étude. Nous suivons ainsi le raisonnement et le choix de l'INERIS dans sa fiche de 2010 toxicologique sur l'arsenic.

10.3.2 - Benzène

Le benzène, retrouvé dans l'air, l'eau et le sol, peut être d'origine naturelle (volcans, feux de forêts, pétrole ou gaz naturel) mais il a surtout une origine anthropique (gaz d'échappement, manufactures, industrie, fumée de tabac).

La forme gazeuse du benzène est caractérisée par une odeur agréable qui peut provoquer, à des concentrations élevées, une narcose similaire à celle observée pour d'autres gaz anesthésiants. L'exposition aiguë à plusieurs centaines de ppm agit sur le système nerveux central entraînant notamment des états de somnolence, d'ébriété et des maux de tête. Des expositions plus faibles mais prolongées peuvent altérer la mémoire et certaines capacités psychiques. Enfin, le benzène est responsable d'effets irritants sur la peau et les muqueuses (oculaires et respiratoires en particulier).

En exposition chronique, cette substance se distingue, pour l'espèce humaine, par sa grande toxicité pour les cellules sanguines et les organes qui les produisent (moelle osseuse). Ceci se manifeste par une réduction des globules rouges, blancs ou des plaquettes. L'importance de ces effets est fonction des doses de benzène auxquelles le sujet est exposé. L'affection qui préoccupe le plus, tant au niveau professionnel qu'environnemental, est la survenue de cancers du sang liés à l'exposition répétée à des concentrations de benzène de quelques ppm pendant plusieurs dizaines d'années. En effet, celui-ci provoque certaines leucémies myéloïdes. Ces atteintes surviendraient plus fréquemment après des expositions faibles et continues plutôt qu'élevées et intermittentes (pics de pollution). Elles sont souvent précédées par certaines des anomalies sanguines. De plus, il a été démontré chez l'animal que le benzène peut induire des altérations génétiques transmissibles à la descendance.

Le benzène est reconnu comme cancérogène (risque de leucémie) et génotoxique par le CIRC (groupe 1A).

L'inhalation de concentrations élevées entraîne une narcose similaire à celle observée pour d'autres gaz anesthésiants. Cette dépression du système nerveux central peut s'accompagner de convulsions, et la mort résulte d'une dépression respiratoire. L'exposition à 20 000 ppm (64 980 mg/m3) pendant 5 à 10 minutes est fatale. Dans les formes légères d'intoxication, une excitation puis des troubles de la parole, des céphalées, des vertiges, des insomnies, des nausées, des paresthésies dans les mains et les pieds et de la fatigue sont rapportés.

Le benzène est étudié dans cette étude pour ses effets à seuil (en exposition chronique et en exposition aigue) et sans seuil par inhalation.

Les VTR proposées pour les effets à seuil par inhalation chronique du benzène sont présentées dans le TABLEAU 75.

TABLEAU 75 – PRÉSENTATION DES VTR POUR LES EFFETS À SEUIL PAR INHALATION DU BENZÈNE

Substance	VTR_i ($\mu g/m^3$)	Effets critiques associés, type d'étude et source
Benzène	30	Diminution des lymphocytes, étude sur l'homme, US-EPA, 2003
	10	Diminution des lymphocytes B, étude sur l'homme, ATSDR, 2007
	3	Effet sur les systèmes hématopoïétiques, étude sur l'homme, OEHHA, 2014

Source : OEHHA - US-EPA

Pour les effets à seuil (non cancérogènes) par inhalation, trois valeurs sont proposées à partir d'études épidémiologiques. La valeur de l'ATSDR est basée sur une étude postérieure à l'évaluation réalisée par l'US-EPA. Cette étude (Lan et al., 2004) a été privilégiée par rapport à celle choisie par l'US- EPA (Rothman et al., 1996) car basée sur une cohorte plus importante. La VTR de l'ATSDR paraît donc plus pertinente que celle de

l'US-EPA. Par ailleurs, l'OEHHA et l'ATSDR s'appuient sur la même étude épidémiologique pour proposer leur VTR. A qualité d'études égales, l'ATSDR est privilégié par rapport à l'OEHHA [Note d'information DGS du 31 octobre 2014]. Le choix réalisé suit les recommandations de l'Agence Nationale de Sécurité Sanitaire de l'Alimentation de l'Environnement et du Travail (ANSES, 2008) qui retient comme Valeur Guide de la Qualité de l'Air Intérieur la VTR de l'ATSDR pour plusieurs raisons :

- Le nombre d'individus est plus important (240 versus 44) ;
- Le nombre de groupes d'exposition est plus important (3 versus 2) ;
- Les concentrations d'exposition au benzène sont plus faibles.

Les ERU proposés pour les effets sans seuil par inhalation chronique de benzène sont présentés dans le TABLEAU 76.

TABLEAU 76 – PRÉSENTATION DES VTR POUR LES EFFETS SANS SEUIL PAR INHALATION DU BENZÈNE

Substance	ERU_i $(\mu g/m^3)^{-1}$	Effets critiques associés, type d'étude et source
Benzène	$2,2.10^{-6}$ à $7,8.10^{-6}$	Leucémie, étude sur l'homme, US-EPA, 2000
	$4,4.10^{-6}$ à $7,5.10^{-6}$	Leucémie, étude sur l'homme, OMS, 2000
	$3,3.10^{-6}$	Néoplasmes lymphatiques et hématopoïétiques et leucémies, étude sur l'homme, Santé Canada, 1991
	5.10^{-6}	Leucémie, étude sur l'homme, RIVM, 2001
	$2,9.10^{-5}$	Leucémie, études sur l'homme et l'animal, OEHHA, 2002
	$2,6.10^{-5}$	Leucémies aiguës, étude sur l'homme, ANSES 2014

Source : US-EPA - OMS - Santé Canada - RIVM - OEHHA - ANSES

Pour les effets sans seuil (cancérogènes) par inhalation, six organismes proposent des valeurs à partir d'études sur l'homme. À qualité d'études égales, nous retenons l'excès de risque unitaire fixé par l'ANSES, 2,6.10-5 $(\mu g/m^3)^{-1}$ conformément à la note d'information de la DGS du 31 octobre 2014. Cette valeur bénéficie par ailleurs d'un fort niveau de confiance en raison de la qualité de l'étude retenue, du choix de l'effet critique retenu (études épidémiologiques de bonne qualité scientifique et effets cohérents avec les études toxicologiques) et de la dose critique retenu.

Les VTR proposées pour l'exposition aigue au benzène sont présentées dans le TABLEAU 77.

TABLEAU 77 – PRÉSENTATION DES VTR POUR DES EFFETS EN EXPOSITION AIGUË POUR LE BENZÈNE

Substance	VTR $(\mu g/m^3)$	Durée d'exposition	Effets critiques associés, type d'étude et source
Benzène	30	1-14 jours	Effets immunologiques, étude sur l'animal, ATSDR, 2007
	3	8 heures	Effets hématologiques, études sur l'homme, OEHHA, 2014
	27	1 heure	Effets sur le développement, le système immunitaire et hématologique, études sur l'animal, OEHHA, 2014

Source : ATSDR - OEHHA

Dans le cadre de cette étude, pour rendre compte des risques sanitaires aigus du benzène, nous retenons la valeur de l'ATSDR en accord avec à la note d'information de la DGS du 30 octobre 2014.

10.3.3 - Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques - HAP

Les Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP) forment un vaste groupe de composés. Ils se présentent le plus souvent sous forme de mélanges complexes. L'US-EPA a établi une liste de 16 HAP à analyser en priorité dans un mélange. Parmi les HAP, le **benzo(a)pyrène (B(a)P)** est considéré comme la molécule la plus toxique.

Le **benzo(a)pyrène** peut être absorbé par voie orale, pulmonaire ou cutanée. Après absorption, il est rapidement et largement distribué. L'absorption à travers l'épithélium pulmonaire est rapide. Le produit est stocké dans les tissus adipeux et mammaires.

Le benzo(a)pyrène est considéré comme un cancérogène local et systémique pour de nombreuses espèces animales. Des effets mutagènes ont été démontrés chez l'animal (il se fixe sur l'ADN) et sont soupçonnés chez l'humain.

Le CIRC a classé le benzo(a)pyrène dans le groupe 2A, cancérogène probable pour l'homme (preuves limitées chez l'homme, suffisantes chez l'animal). L'US EPA a classé le composé dans le groupe 2B (preuves non adéquates chez l'homme, suffisantes chez l'animal).

Dans le cadre de cette étude le benzo(a)pyrène est étudié pour ses effets à seuil et sans seuil par inhalation et par ingestion.

Pour les effets sans seuil, pour une exposition par inhalation les ERU existantes sont présentées dans le TABLEAU 78.

TABLEAU 78 – PRÉSENTATION DES ERU POUR LES EFFETS SANS SEUILPAR INHALATION DE BENZO(A)PYRÈNE

Substance	ERU_i $(\mu g/m^3)^{-1}$	Organisme, année et effet critique
Mélange de HAP de cokerie	$8{,}7.10^{-2}$	Cancer du poumon, étude sur l'homme, OMS, 2000
Benzo(a)pyrène	$1{,}1.10^{-3}$	Cancer du tractus respiratoire supérieur, études sur l'animal, OEHHA, 2002
	Valeur provisoire : $3{,}13.10^{-5}$	Cancer du tractus respiratoire supérieur, études chez l'animal, Santé Canada, 1993
	6.10^{-4}	Cancer de la région gastro-intestinale et de l'appareil respiratoire supérieur, étude sur l'animal, US-EPA, 2017

Source : OMS - OEHHA - Santé Canada - US-EPA

La valeur de Santé Canada n'est pas retenue car elle est provisoire. La valeur de l'OMS (2000), établie à partir de données épidémiologiques chez des salariés travaillant dans une cokerie et exposés à un mélange de HAP (et donc non spécifique au B(a)P) n'est pas applicable dans le présent cas.

Deux organismes proposent des ERU spécifiquement établis pour le benzo(a)pyrène, l'OEHHA et l'US-EPA se basant sur la même étude sur des hamsters. Seule la méthode d'extrapolation pour le calcul de l'ERU diffère. Aussi, en accord avec à la note d'information de la DGS du 30 octobre 2014.nous retenons la valeur de l'US-EPA, plus récente et préférée à l'organisme de l'OEHHA.

Pour les effets à seuil par inhalation, les VTR proposées sont présentées dans le TABLEAU 79.

TABLEAU 79 – PRÉSENTATION DES VTR POUR LES EFFETS À SEUILPAR INHALATION DE BENZO(A)PYRÈNE

Substance	VTR_i ($\mu g/m^3$)	Effets critiques associés, type d'étude et source
Benzo(a)pyrène	2.10^{-3}	Effet sur le développement, étude sur l'animal, US-EPA 2017

Source : US-EPA

Seul l'US-EPA propose une VTR pour des effets à seuil par inhalation du benzo(a)pyrène avec un niveau de confiance moyen à faible. En l'absence d'autre valeur disponible nous retenons donc la VTR de l'US-EPA pour la suite de cette étude.

Pour les effets sans seuil par voie orale, les VTR existantes sont présentées dans le TABLEAU 80.

TABLEAU 80 – PRÉSENTATION DES VTR POUR LES EFFETS SANS SEUIL PAR INGESTION DES HAP

Substance	ERU_o $(mg/kg\ pc/j)^{-1}$	Effets critiques associés, type d'étude et source
Benzo(a)pyrène	1	Cancer de l'estomac, trachée et œsophage, études (2) sur l'animal, US-EPA 2017
	12	Cancer de l'estomac, des poumons et leucémie, études sur l'animal, OEHHA, 2002
	0,2	Cancers du foie, estomac, intestin grêle, rein, œsophage, cavité orale, peau, glande mammaire, canal auditif, études chez l'animal, RIVM, 2001

Source : US-EPA - OEHHA - RIVM

Trois organismes proposent des ERU pour la voie orale spécifiquement établis pour le benzo(a)pyrène, l'OEHHA, l'US-EPA et le RIVM se basant sur des études sur l'animal.

Nous choisissons de retenir la valeur de l'US-EPA, s'appuyant sur deux études sur l'animal (dont une ayant servie à l'établissement de l'ERU du RIVM), plus récente et en accord avec la note d'information de la DGS du 30 octobre 2014

Pour les effets à seuil par voie orale, les VTR existantes sont présentées dans le TABLEAU 81.

TABLEAU 81 – PRÉSENTATION DES VTR POUR LES EFFETS À SEUIL PAR INGESTION DU BENZO(A)PYRÈNE

Substance	VTR_o ($mg/kg\ pc/j$)	Effets critiques associés, type d'étude et source
Benzo(a)pyrène	3.10^{-4}	Effet sur le développement (y compris neurologique), études sur l'animal, US-EPA 2017

Source : US-EPA

Seul l'US-EPA propose une VTR pour la voie orale d'exposition au benzo(a)pyrène à partir d'une étude sur des rats avec un niveau de confiance moyen. À défaut d'autres données, nous retenons la seule valeur disponible pour cette exposition.

10.3.4 - 1,3-butadiène

Le 1,3-butadiène est un gaz produit lors de la fabrication d'éthylène et utilisé en synthèse organique, dans la fabrication des caoutchoucs, des résines, d'émulsions latex styrène-butadiène et du néoprène. Les concentrations ubiquitaires dans l'air sont de 0,2 $\mu g.m^{-3}$.

Chez l'homme, la toxicité s'observe essentiellement par inhalation. Des effets hématologiques minimes sont retrouvés (exposition à 20 ppm de 1,3-butadiène) et, potentiellement, des effets cardiovasculaires. Chez

l'animal, la toxicité s'observe également par inhalation. Plusieurs effets sont décrits : nécrose du foie, atrophie des organes génitaux, modifications des cavités nasales (inflammation, fibrose, métaplasie…), hyperplasie de l'estomac et de l'épithélium respiratoire et altérations rénales. Chez l'homme, il semble qu'il existe un lien entre la survenue de leucémies et les expositions au 1,3-butadiène.

Deux types d'effets sont étudiés pour le 1,3-butadiène dans la présente étude : les effets à seuil et les effets sans seuil par inhalation.

Les VTR proposées pour les effets à seuil par inhalation chronique du 1,3 butadiène sont présentées dans le TABLEAU 82.

TABLEAU 82 – PRÉSENTATION DES VTR PAR INHALATION DU 1,3-BUTADIÈNE

Substance	VTRi ($\mu g/m^3$)	Effets critiques associés, type d'étude et source
1,3-butadiène	2	Effets d'atrophie ovarienne, étude sur l'animal, OEHHA, 2013
	2	Effets d'atrophie ovarienne, étude sur l'animal, US-EPA, 2002

Source : OEHHA - US-EPA

Pour les effets chroniques à seuil par inhalation, deux organismes proposent une valeur identique : l'OEHHA et l'US-EPA. Ces organismes se sont basés sur la même étude pour calculer un benchmark dose. Nous retenons donc la valeur proposée à la fois par l'US-EPA et l'OEHHA

Les ERU proposés pour les effets sans seuil par inhalation chronique du 1,3 butadiène sont présentés dans la TABLEAU 83.

TABLEAU 83 – PRÉSENTATION DES ERU PAR INHALATION DU 1,3-BUTADIÈNE

Substance	ERU_i $(\mu g/m^3)^{-1}$	Effets critiques associés, type d'étude et source
1,3-butadiène	$1{,}7.10^{-4}$	Cancer des poumons et des bronches, étude sur l'animal, OEHHA, 2008
	6.10^{-6}	Leucémie, étude sur l'homme, Santé Canada 2000
	6.10^{-6}	Leucémie, étude sur l'homme, OMS 2001
	$3{,}5.10^{-5}$	Leucémie, étude sur l'homme, US-EPA, 2002

Source : OEHHA - Santé Canada - OMS - US-EPA

Pour des effets sans seuil, quatre organismes proposent une valeur: l'OEHHA, Santé Canada, et l'US -EPA. Santé Canada et l'OMS (IPCS) se basent sur une étude épidémiologique menée sur 15 000 travailleurs. L'étude établie une association entre l'exposition au 1,3-butadiène et l'apparition de leucémies. Néanmoins, ces travailleurs sont co-exposés au styrène et au benzène. De plus, Santé Canada indique que ces valeurs ne sont pas établies pour une utilisation dans le cadre d'évaluation de risques. Pour cette raison, la valeur n'est pas retenue. De même, la valeur de l'US-EPA qui se base sur l'analyse faite par Santé Canada en ajoutant un facteur d'incertitude de 2 pour protéger la population générale, n'est pas retenue. L'OEHHA se base sur plusieurs études expérimentales et choisit la plus pertinente pour calculer l'ERUi. L'étude utilisée est une étude de bonne qualité chez la souris, ne prenant en compte que les effets du 1,3-butadiène. Nous choisissions donc la valeur de l'OEHHA et suivons ainsi le choix de l'INERIS dans sa fiche de 2011 relative au 1,3-butadiène.

10.3.5 - Chrome

Dans l'atmosphère, le chrome existe surtout sous forme de particules et provient essentiellement de l'industrie chimique et de la combustion de gaz, charbon et pétrole. Les principales voies de pénétration dans l'organisme sont pulmonaires, digestives et accessoirement cutanées. Ce sont essentiellement les sels hexavalents hydrosolubles (acide chromique, chromate et bichromate de sodium et potassium…) qui sont à l'origine de la toxicité systémique et de la cancérogénicité du chrome.

Dans l'organisme, la majeure partie du chrome (VI) est transformée en chrome (III) après pénétration dans les globules rouges, mais aussi le foie, la surface des alvéoles pulmonaires et les macrophages alvéolaires.

Par inhalation, en exposition chronique, le tractus respiratoire est la principale cible d'expression de la toxicité du chrome. L'exposition répétée par inhalation de vapeurs et poussières de chrome peut provoquer, dès 2 µg/m3, des irritations, des épistaxis, un écoulement nasal chronique, du prurit, une sécheresse du nez, une perforation et une atrophie des muqueuses nasales, des bronchites et des diminutions de la fonction pulmonaire. Des cas d'asthme ont été observés chez des travailleurs sensibilisés.

Par ingestion en exposition chronique, des troubles gastro-intestinaux (ulcères) ont été rapportés par des travailleurs suite à la déglutition de particules inhalées. Mais ces effets gastro-intestinaux doivent être considérés avec précaution du fait de la méthodologie peu stricte des études à partir desquelles ils ont été rapportés.

Le Cr (VI) est cancérogène pour l'homme par inhalation (groupe 1 du CIRC et groupe A de l'US-EPA). Plusieurs études épidémiologiques en milieu professionnel ont montré une corrélation entre l'exposition au chrome et le cancer du poumon.

Dans le cadre de cette étude, nous retenons la forme chrome VI (forme la plus préoccupante) pour une exposition chronique, par inhalation, pour ses effets à seuil et sans seuil.

La forme chrome III sera retenue pour une exposition chronique, pour ses effets à seuil par ingestion. En effet, le chrome VI est largement transformé en chrome III dans les sols et les sédiments (favorisé en conditions anaérobiques et à un pH faible).

Les ERU proposés pour les effets sans seuil par inhalation chronique de chrome VI sont présentés dans le TABLEAU 84.

TABLEAU 84 – PRÉSENTATION DES ERU POUR LES EFFETS SANS SEUIL PAR INHALATION DU CHROME VI

Substance	ERU_i $(\mu g/m^3)^{-1}$	Effets critiques associés, type d'étude et source
Chrome VI	$1,2.10^{-2}$	Cancer du poumon, étude sur l'homme, US-EPA, 1998
	$7,6.10^{-2}$	Cancer du poumon, étude sur l'homme, Santé Canada, 1993
	4.10^{-2}	Cancer du poumon, étude sur l'homme, RIVM, 1999
	4.10^{-2}	Cancer du poumon, étude sur l'homme, OMS CICAD, 2013
	4.10^{-2}	Cancer du poumon, étude sur l'homme, OMS, 2000
	$1,5.10^{-1}$	Cancer du poumon, étude sur l'homme, OEHHA, 2002

Source : US-EPA - Santé Canada - RIVM - OMS CICAD - OEHHA

Les effets sans seuil par inhalation (risque cancérogène) pour le chrome VI ont été évalués par 6 organismes. Toutes les évaluations sont basées sur des études épidémiologiques. La valeur de l'OMS CICAD est basée sur des données issues d'une cohorte de salariés travaillant dans une usine de production de chrome (étude

de1979) réanalisées en 2000. Les valeurs de l'US-EPA, OEHHA et Santé Canada, se basent sur une même étude de 1975 et la valeur de de l'US-EPA est calculée à partir de l'exposition au chrome total.

L'INERIS dans son document de janvier 2018 sur le choix de valeur toxicologique de référence pour le chrome et les composés tri et hexavalents propose ainsi de retenir la valeur de l'OMS CICAD (cette valeur est par ailleurs identique à celle proposée par l'OMS en 2000 calculée à partir de 3 études épidémiologiques dont celle de 1979). Nous suivons ainsi les recommandations de l'INERIS.

Pour les effets à seuil par inhalation, plusieurs formes de chrome sont étudiées d'un point de vue toxicologique. Nous présentons dans le TABLEAU 85 les VTR proposées pour le chrome autre que sous forme aérosol ou soluble.

TABLEAU 85 – PRÉSENTATION DES VTR POUR LES EFFETS À SEUIL PAR INHALATION DU CHROME VI PARTICULAIRE

Substance	VTR ($\mu g/m^3$)	Effets critiques associés, type d'étude et source
Chrome VI	0,1 (forme particulaire)	Effets respiratoires, étude sur l'animal, US-EPA, 1998
	0,03	Effets pulmonaires, étude sur l'animal, OMS, 2013

Source : US-EPA - OMS

Pour les effets à seuil par inhalation, deux organismes proposent des VTR pour des formes de chrome autres qu'aérosol ou soluble. Elles s'appuient sur la même étude source avec des démarches cohérentes. Leur différence réside dans les extrapolations de l'animal à l'homme et les facteurs d'incertitude retenus. L'INERIS dans son document de janvier 2018 sur le choix de valeur toxicologique de référence pour le chrome et les composés tri et hexavalents retient la VTR de l'OMS en raison d'éléments plus récents ayant permis d'aboutir à cette valeur. Nous suivons le choix de l'INERIS qui qui précise que l'Indice de confiance vis-à-vis de cette valeur est moyen.

Les VTR proposées pour les effets à seuil par ingestion chronique de chrome III sont présentés dans le TABLEAU 86.

TABLEAU 86 – PRÉSENTATION DES VTR POUR LES EFFETS À SEUIL PAR INGESTION DE CHROME III

Substance	ERU_o (mg/kg pc/j)	Effets critiques associés, type d'étude et source
Chrome III (fraction insoluble)	1,5	Toxicité sur le foie, étude sur l'animal, US-EPA, 1998
	5	Toxicité sur le foie, étude sur l'animal, RIVM, 2001

Source : US-EPA - RIVM

Les effets à seuil par ingestion pour le chrome III ont été évalués par 2 organismes pour les composés insolubles du Cr III à partir de la même étude jugée de qualité recevable malgré le manque de transparence. L'INERIS dans son document de janvier 2018 sur le choix de valeur toxicologique de référence pour le chrome et ses composés tri et hexavalents retient la valeur de l'US-EPA en raison de la transparence dans la démarche d'élaboration de la VTR. Nous suivons le choix de l'INERIS.

10.3.6 - Dioxyde d'azote

Les oxydes d'azote (NOx) sont des gaz composés d'au moins une molécule d'azote et une molécule d'oxygène, il s'agit principalement du NO et du NO_2. Parmi les NOx, le dioxyde d'azote (NO_2) présente le plus grand intérêt sur le plan sanitaire.

La principale voie d'exposition du NO_2 est la voie aérienne, par exposition à l'air extérieur et intérieur des locaux et par le tabagisme. 80 à 90 % du NO_2 inhalé est absorbé et distribué à partir du système circulatoire dans tout

le corps après s'être dissout partiellement dans le mucus des voies respiratoires supérieures. Des études expérimentales chez le rat ont montré que le NO_2 était excrété via les urines.

Le NO_2 augmente la réactivité des bronches chez le sujet normal et chez l'asthmatique lorsque ceux-ci sont exposés à des agents bronchoconstricteurs et ceci, même à des niveaux qui n'affectent pas la fonction pulmonaire directement en l'absence de bronchoconstricteurs. Chez l'animal, il a été observé des œdèmes pulmonaires, un épaississement de la paroi alvéolaire et une perte ciliaire de l'épithélium bronchique en exposition aiguë (jusqu'à 3 jours) à de fortes concentrations (4 à 50 mg/m^3). Chez l'homme, les premiers signes cliniques se caractérisent par une toux légère, une irritation laryngée et oculaire qui disparaissent très vite.

La toxicité respiratoire du dioxyde d'azote, comparée aux autres polluants, est cependant assez faible. En raison de son interaction avec d'autres polluants, ce polluant est plus considéré comme un indicateur de pollution que pour sa toxicité propre.

Dans le cadre de cette étude, le dioxyde d'azote est retenu comme traceur de l'impact sanitaire pour ses effets à seuil par inhalation pour une exposition aiguë et chronique

Pour une exposition de type chronique par inhalation, la seule valeur de référence disponible est la valeur guide définie en moyenne annuelle par l'OMS (*cf.* TABLEAU 87) valeur indicative fixée pour protéger le grand public des effets sanitaire du dioxyde d'azote gazeux. Cette valeur est basée sur des changements légers de la fonction respiratoire chez les asthmatiques.

Cette valeur guide n'étant pas une VTR, elle ne pourra pas être utilisée pour le calcul d'indices de risque, conformément à la note d'information de la DGS N°DGS/EA1/DGPR/2014/307 du 31 octobre 2014, mais pourra être comparée aux concentrations moyennes annuelles dans l'air.

TABLEAU 87 – PRÉSENTATION DE LA VALEUR GUIDE POUR LES EFFETS À SEUIL PAR INHALATION DES NOX

Substance	Valeur guide (µg/m^3)	Effets critiques associés, type d'étude et source
Oxydes d'azote	40 (dioxyde d'azote)	Effets respiratoires, études sur l'homme, OMS, 2005

Source : OMS

Les valeurs toxicologiques proposées pour une exposition aiguë au NO_2 sont présentées dans le TABLEAU 88.

TABLEAU 88 – PRÉSENTATION DES VTR POUR LES EFFETS EN EXPOSITION AIGUE POUR LE NO_2

Substance	VTR (µg/m^3)	Durée d'exposition	Effets critiques associés, type d'étude et source
Dioxyde d'azote	200	1 heure	Effets respiratoires, étude sur l'homme, OMS, 2000
	470	1 heure	Effets respiratoires, étude sur l'homme, OEHHA, 1999

Source : OEHHA - US-EPA

Deux organismes (OMS et OEHHA) proposent des valeurs toxicologiques pour une exposition aiguë au NO_2. Les 2 valeurs proposées proviennent d'études sur l'homme avec des effets critiques similaires relatifs à l'augmentation de la réactivité bronchique.

L'INERIS dans sa fiche toxicologique de 2011 sur le dioxyde d'azote ne retient pas la valeur de l'OEHHA car elle associe cette valeur à des seuils accidentels. Ainsi dans le cadre cette étude nous retenons la valeur guide de l'OMS de 200 µg/m^3.

Remarque : cette valeur de 200 µg/m^3 est reprise dans la réglementation française sur la qualité de l'air (article R221.1 du Code de l'environnement) comme une valeur limite pour la protection de la santé humaine. Toutefois, elle est assortie d'une fréquence de dépassement : « la valeur de 200 µg/m^3 ne doit pas être

dépassée plus de 18 heures par année civile de 365 jours (centile 99,8 des valeurs moyennes par heure ou par périodes inférieures à l'heure). »

10.3.7 - Nickel

Le nickel est présent naturellement dans l'environnement. Dans l'industrie, il est principalement utilisé pour la production d'aciers inoxydables et autres aciers spéciaux dans le but d'améliorer leurs propriétés mécaniques et leur résistance à la corrosion et à la chaleur. Le nickel est également utilisé pour la préparation d'alliages non ferreux pour la fabrication d'outils, d'ustensiles de cuisine et de ménage. Il est utilisé dans les revêtements électrolytiques des métaux et comme catalyseur en chimie organique.

62 % du nickel contenu dans l'air provient de la combustion de déchets et de fuel (ATSDR, 1997). Dans les fumées des incinérateurs, il est émis sous forme particulaire sans qu'il soit possible de différencier les différentes formes de nickel (métallique, oxydes, sulfates, silicates sous-sulfures et chlorures).

Par inhalation, les principaux effets portent sur une atteinte respiratoire (baisse de la capacité vitale, bronchite chronique, emphysème) mesurée dans des études en milieu professionnel. D'autres effets hématologiques, hépatiques et rénaux sont discutés.

Le CIRC (1990) a classé les composés du nickel dans le groupe 1 (cancérogène pour l'homme) et le nickel métallique dans le groupe 2B (probablement cancérogène pour l'homme). L'OMS distingue le nickel métal, cancérogène possible pour l'homme (groupe B2 : les données ne sont suffisantes que chez l'animal), des composés du nickel classés cancérogènes chez l'homme (classe 1 : les données sont suffisantes).

De nombreux composés du nickel existent et nous ne connaissons pas dans le cadre de cette étude la forme du nickel en présence. Nous faisons ainsi le choix de traiter des VTR qui concerne le plus de forme du nickel, à savoir le nickel et composés, ce qui exclut les formes de faible solubilité (à savoir oxyde de nickel et sous-sulfure de nickel).

Le nickel est étudié dans cette étude pour ses effets sans seuil et à seuil par inhalation et pour ses effets à seuil par ingestion

Les ERU proposés pour les effets sans seuil par inhalation chronique du nickel sont présentés dans le TABLEAU 89.

TABLEAU 89 – PRÉSENTATION DES ERU POUR LES EFFETS SANS SEUIL PAR INHALATION DU NICKEL

Substance	ERU_i $(\mu g/m^3)^{-1}$	Effets critiques associés, type d'étude et source
Nickel et ses composés	$3{,}8.10^{-4}$	Cancer du poumon, étude sur l'homme, OMS, 2000
	$2{,}6.10^{-4}$	Cancer du poumon, étude sur l'homme, OEHHA, 2011

Source : OMS - OEHHA

Pour les effets sans seuil par inhalation, 2 organismes (OMS et OEHHA) proposent des ERU à partir d'études épidémiologiques pour le nickel et ses composés. Ces valeurs sont construites à partir d'études chez des travailleurs de raffinerie de nickel qui sont jugées de qualité satisfaisante. L'INERIS dans sa fiche de choix de valeur toxicologique de référence pour le nickel et ses composés de janvier 2018, fait le choix de retenir la valeur de l'OEHHA dont la construction est relativement bien détaillée à contrario de celle de l'OMS. Nous suivons donc ce choix qui précise que l'Indice de confiance vis-à-vis de cette valeur est élevé.

Les VTR proposées pour les effets à seuil par inhalation chronique du nickel sont présentées dans le TABLEAU 90.

TABLEAU 90 – PRÉSENTATION DES VTR POUR LES EFFETS À SEUIL PAR INHALATION DU NICKEL

Substance	VTR_i ($\mu g/m^3$)	Effets critiques associés, type d'étude et source
Nickel et ses composés (hors oxyde de nickel)	0,09	Effets pulmonaires, étude sur l'animal, ATSDR, 2005
	0,014	Effets pulmonaires, étude sur l'animal, OEHHA, 2012
	0,05	Effets pulmonaires, étude sur l'animal, RIVM, 2001

Source : ATSDR - OEHHA - RIVM

Pour les effets à seuil par inhalation, trois organismes proposent une VTR pour le nickel et ses composés à partir d'une même étude. Les différences résultent donc dans la construction de ces VTR et les facteurs d'incertitude qui sont retenus. L'INERIS dans sa fiche de choix de valeur toxicologique de référence pour le nickel et ses composés de janvier 2018, fait le choix de retenir la valeur de l'ATSDR qui semble la plus appropriée pour la prise en compte des enfants. L'Indice de confiance vis-à-vis de cette valeur est élevé. Nous suivons donc ce choix qui est par ailleurs en accord avec la note d'information de la DGS N°DGS/EA1/DGPR/2014/307 du 31 octobre 2014.

Pour une exposition par ingestion, les valeurs toxicologiques pour des effets à seuil du nickel sont présentées dans le TABLEAU 91.

TABLEAU 91 – PRÉSENTATION DES VTR POUR LES EFFETS À SEUIL PAR INGESTION DU NICKEL

Substance	VTR_o (mg/kg pc/j)	Effets critiques associés, type d'étude et source
Nickel et ses composés	2.10^{-2}	Baisse du poids corporel et des organes, étude sur l'animal, US-EPA, 1998
	5.10^{-3}	Baisse du poids corporel et des organes, étude sur l'animal, OMS, 2004
	$1,1.10^{-2}$	Effets sur la reproduction, étude sur l'animal, Santé Canada, 2010
	$2,8.10^{-3}$	Effet sur le développement, études sur l'animal, EFSA 2015
	5.10^{-2}	Baisse du poids corporel et des organes, étude sur l'animal, RIVM, 2001
	$1,12.10^{-2}$	Effets sur le développement, étude sur l'animal, OEHHA, 2012

Source : US-EPA - OMS - Santé Canada - EFSA - RIVM - OEHHA

Pour les effets à seuil par ingestion, des VTR sont proposées par 6 organismes. Trois d'entre eux (OMS, US-EPA et RIVM) s'appuient sur la même étude d'Ambrose et al. (1976) réalisée sur les rats. Seuls les facteurs d'incertitude diffèrent et l'effet retenu concerne une baisse du poids corporel et des organes. Les valeurs de l'OEHHA et de Santé Canada (identiques) sont basées sur la même étude de reprotoxicité avec un effet sur le développement. La valeur de l'EFSA est elle aussi basée sur cette même étude de reprotoxicité mais s'appuie également sur les résultats d'une autre étude de reprotoxicité afin de déterminer une BMDL.

L'INERIS dans son document de choix de valeur toxicologique de référence pour le nickel et ses composés de janvier 2018 estime que les effets critiques liés aux études de reprotoxicité sont plus pertinents et retient la valeur de l'EFSA qui utilise deux études de reprotoxicité et détermine une BMDL permettant de tenir compte de l'intégralité de la relation dose-réponse. Nous suivons donc le choix de l'INERIS.

10.3.8 - Poussières PM2.5 et PM10

Les poussières sont connues pour les risques d'affections respiratoires et cardiovasculaires qu'elles peuvent provoquer. Les poussières présentent des effets dits non spécifiques, liés principalement à leur taille qui conditionne elle-même le niveau de pénétration dans l'appareil respiratoire. Dans la partie inhalable des particules, nous distinguons, en fonction du Dae50 (diamètre aérodynamique médian), la fraction extrathoracique (Dae50 compris entre 10 et 100 µm), la fraction thoracique (Dae50 = 10 µm), la fraction trachéo-bronchique (Dae50 compris entre 4 et 10 µm) et la fraction alvéolaire dont le Dae50 est inférieur ou égal à 4 µm.

Les PM2.5 (diamètre inférieur à 2,5 µm) entraînent en plus de leurs effets non spécifiques, une augmentation des troubles liés aux autres éléments polluants présents de façon concomitante. Les études à long terme sont peu nombreuses, mais les principaux effets reconnus sont les suivants : réduction de la durée de vie, augmentation des cas de bronchites chez les enfants, réduction des capacités respiratoires chez les adultes et les enfants.

Les seules valeurs de référence disponibles pour une exposition de type chronique sont les valeurs guides pour la protection de la santé humaine définie en moyenne annuelle par l'OMS (*cf.* TABLEAU 92). Ces valeurs guide n'étant pas des VTR, elles ne pourront pas être utilisées pour le calcul d'indices de risque, conformément la note d'information de la DGS N°DGS/EA1/DGPR/2014/307 du 31 octobre 2014, mais pourront être comparées aux concentrations moyennes annuelles dans l'air.

TABLEAU 92 – PRÉSENTATION DES VALEURS GUIDE POUR LES EFFETS À SEUIL PAR INHALATION EN EXPOSITION CHRONIQUE DES PM2.5 ET PM10

Substances	Valeur Guide (µg/m^3)	Effets critiques associés, type d'étude et source
Poussières PM_{10}	20	Effets respiratoires et mortalité par cancer, étude sur l'homme, OMS, 2005
Poussières $PM_{2.5}$	10	Effets respiratoires et mortalité par cancer, étude sur l'homme, OMS, 2005

Source : OMS

L'OMS considère que des effets sanitaires des PM2.5 peuvent être observés à partir d'une concentration dans l'air de 10 µg/m^3. Cette valeur correspond au niveau le plus bas pour lequel une augmentation significative de la mortalité par cancer a été observée dans l'étude ACS (American Cancer Society Study, Pope et al, 2002), avec une confiance supérieure à 95 %. La valeur de 20 µg/m^3 définie pour les PM10 est extrapolée à partir de la valeur utilisée pour PM2.5 en considérant un ratio PM2.5 / PM10 de 0,5.

En exposition aigue, les seules valeurs disponibles pour les particules PM10 et PM2.5 sont des valeurs guide définies pour la protection de la santé humaine (*cf.* TABLEAU 93). Elles sont proposées par l'OMS pour des expositions 24h à partir des valeurs guides établies pour une exposition chronique.

La valeur de 50 µg/m^3 définie pour les PM10 est extrapolée à partir de la valeur utilisée pour les PM2.5 en considérant un ratio PM2.5 / PM10 de 0,5. Ces valeurs sont également retenues par l'ANSES dans son document de janvier 2010 concernant les normes en air intérieur.

TABLEAU 93 – PRÉSENTATION DES VALEURS GUIDE DES PARTICULES POUR UNE EXPOSITION AIGUË DES PM2.5 ET PM10

Substances	Valeur Guide (µg/m^3)	Durée d'exposition	Effets critiques associés, type d'étude et source
Poussières $PM_{2,5}$	25	24h	Effets respiratoires et mortalité par cancer, étude sur l'homme, OMS, 2005
Poussières PM_{10}	50	24h	Effets respiratoires et mortalité par cancer, étude sur l'homme, OMS, 2005

Source : OMS

10.4 - Paramètres de calcul des doses ingérées

Les paramètres de calcul de la concentration dans les végétaux sont détaillés dans le TABLEAU 94 et le TABLEAU 95.

TABLEAU 94 – CONCENTRATION DE POLLUANTS DANS LES VÉGÉTAUX PAR TYPE DE VÉGÉTAUX

Type de végétal	k_p (an^{-1})	Y_p (kg MS/m^2)	T_p (an)	R_p	$VG_{partie\ aérienne}$
Légume feuille	18	2,24	0,164	0,39	0,01
Légume fruit	18	2,24	0,164	0,39	0,01
Légume racine	18	2,24	0,164	0,39	0,01
Fruits	18	2,24	0,164	0,39	0,01

Source : US-EPA/HHRAP, 2005

TABLEAU 95 – CONCENTRATIONS DE POLLUANTS DANS LES VÉGÉTAUX PAR TYPE DE POLLUANTS

Polluants	Fv	Bv (mg/kg_{MS} / mg/kg_{air})	BCF (mg/kg_{MS} / mg/kg_{sol})			
			Légume racine	Légume feuille	Légume fruit	Fruits
Cd	0,009	0	6,40E-02	1,25E-01	1,25E-01	1,25E-01
Hg	0	0	9,90E-02	2,94E-02	2,94E-02	2,94E-02
As	0,006	0	8,00E-03	6,33E-03	6,33E-03	6,33E-03
Cr III	0	0	4,50E-03	4,88E-03	4,88E-03	4,88E-03
Ni	0	0	8,00E-03	9,31E-03	9,31E-03	9,31E-03
Pb	0,007	0	9,00E-03	1,36E-02	1,36E-02	1,36E-02
Benzo(a)pyrène	0,294	1,25E+05	6,05E-02	1,32E-02	1,32E-02	1,32E-02

NB : en l'absence de donnés identifiées dans HHRAP pour les PCB nous retenons celles des dioxines*

La quantité de sol ingérée par un adulte est de 50 mg/j, valeur que conseille de retenir l'US-EPA [2011]. Pour les enfants, l'US-EPA a estimé que 100 mg/j était une valeur moyenne représentative de l'ingestion de sol par les enfants de moins de six ans. L'US-EPA a aussi utilisé 200 mg/j comme valeur moyenne précautionneuse. À partir de ces données, nous retenons la valeur raisonnablement majorante de 150 mg/j qui est aussi utilisée par l'INERIS pour la méthode de calcul des VCI dans les sols [2001].

Pour le poids corporel, la source de données françaises la plus récente pour le poids corporel est l'enquête décennale santé 2002-2003 de l'INSEE. Ces résultats sont disponibles dans l'article de Tanguy [2007]. Les poids des différents scénarios sont les moyennes des poids corporels français médians déclarés des différentes classes d'âge. Nous retenons ici les poids moyens des enfants entre 0 et 3 ans pour la crèche et le poids moyen des enfants entre 3 et 10 ans pour l'école primaire.

Les paramètres de calcul des doses ingérées sont détaillés dans le TABLEAU 96.

TABLEAU 96 – PARAMÈTRES PHYSIOLOGIQUES D'EXPOSITION

	Enfant (0-3 ans)	Enfant (6 -10 ans)	Enfant (3 -10 ans)	Enfant (1 à 7 ans)	Adulte
Poids corporel (kg)	5,9	28,7	25,9	17,9	62,6
Q sol ingérée (mg sol/jr)	150	150	150	150	50

Les quantités d'aliments autoconsommés par les adultes sont calculées sur la base des données de consommation alimentaire de l'INSEE (1991) disponibles sur la ZEAT de la région méditerranée. Celles autoconsommées par les enfants sont calculées à partir des valeurs des adultes en appliquant un ratio de consommation défini à partir des données INCA (1999) et SOFRES (1997). Les quantités d'aliments autoconsommés par les enfants et les adultes sont précisées dans le TABLEAU 97.

TABLEAU 97 – QUANTITÉS D'ALIMENTS AUTOCONSOMMÉS

Type de végétal	Autoconsommation dans la ZAET Méditerranée (g/j)	
	Enfants de 3-5 ans	Adultes
Légumes feuilles	4.36	9.07
Légumes racines	11.19	17.64
Légumes fruits	3.96	8.33
Fruits	9.11	16.11

Source : INSEE – INCA - SOFRES

Les différentes catégories d'aliments sont définies comme suit :

- À partir de l'étude Alliance-SOFRES-CHU/Dijon 1997 (Boggio, 1999) :
  - La catégorie "légumes-racines" a été définie à partir des consommations de pommes de terre, de carottes, de betteraves, de salsifis, de céleris, de navets, d'oignons, d'échalotes et de champignons ;
  - La catégorie "légumes-feuilles" a été définie à partir des consommations de choux fleurs, brocolis, choux-rouges et choux-feuilles, choux de Bruxelles, laitues, épinards et bettes, endives, haricots verts, poireaux, fenouils, persil et artichauts ;
  - La catégorie "légumes-fruits" a été définie à partir des consommations d'amandes, de noix, de poires, de pommes, de pêches, de cerises, de pruneaux, d'abricots, de raisin, de fraises, de framboises et de figues ;
- À partir de l'étude INCA 1999 :
  - La catégorie "fruits" comprend la rubrique "fruits" et la rubrique "compotes et fruits cuits" ;
  - La catégorie "fruits et légumes" comprend les rubriques citées précédemment pour les fruits et les "légumes (hors pommes de terre)" et les "pommes de terre et dérivés" ;
  - La catégorie "céréales" comprend les rubriques "pain biscottes", "céréales petit déjeuner", "pâtes" et "riz et semoules" ;
  - La catégorie "viande" comprend la rubrique "viande" et la rubrique "charcuterie" ;
  - La catégorie "liquides" comprend les rubriques "eaux", "jus de fruits et sodas", "café", "thé et boissons chaudes" et "soupes".

Business Unit Grands Ouvrages – Eau – Environnement – Énergie

Activité Air, Odeurs et Santé

www.egis-group.com

egis

GROUPE Caisse des Dépôts

Aix en Provence - ZAC de La Constance

Aménagements cycles

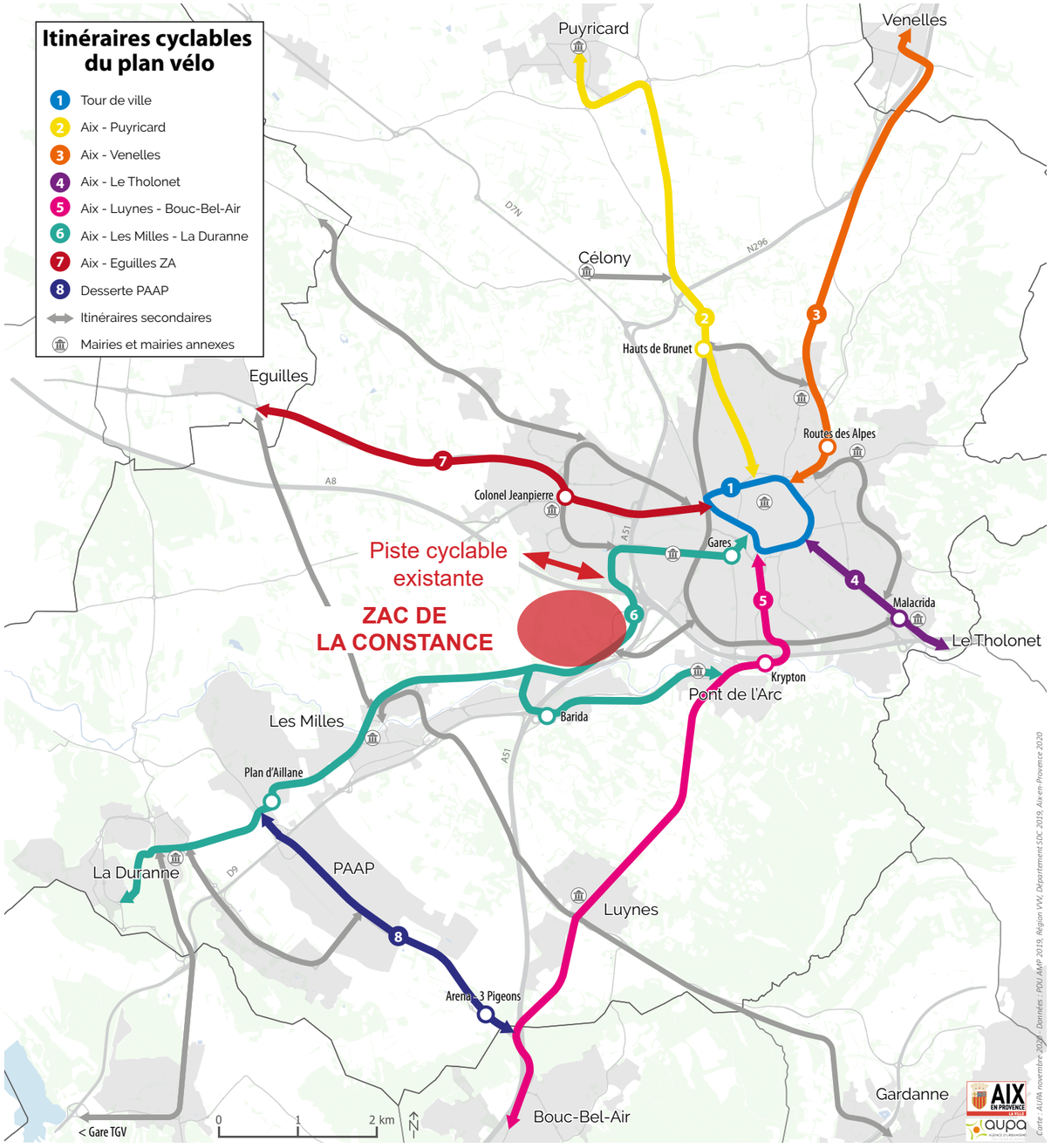
Présentation du lundi 28 Mars 2022

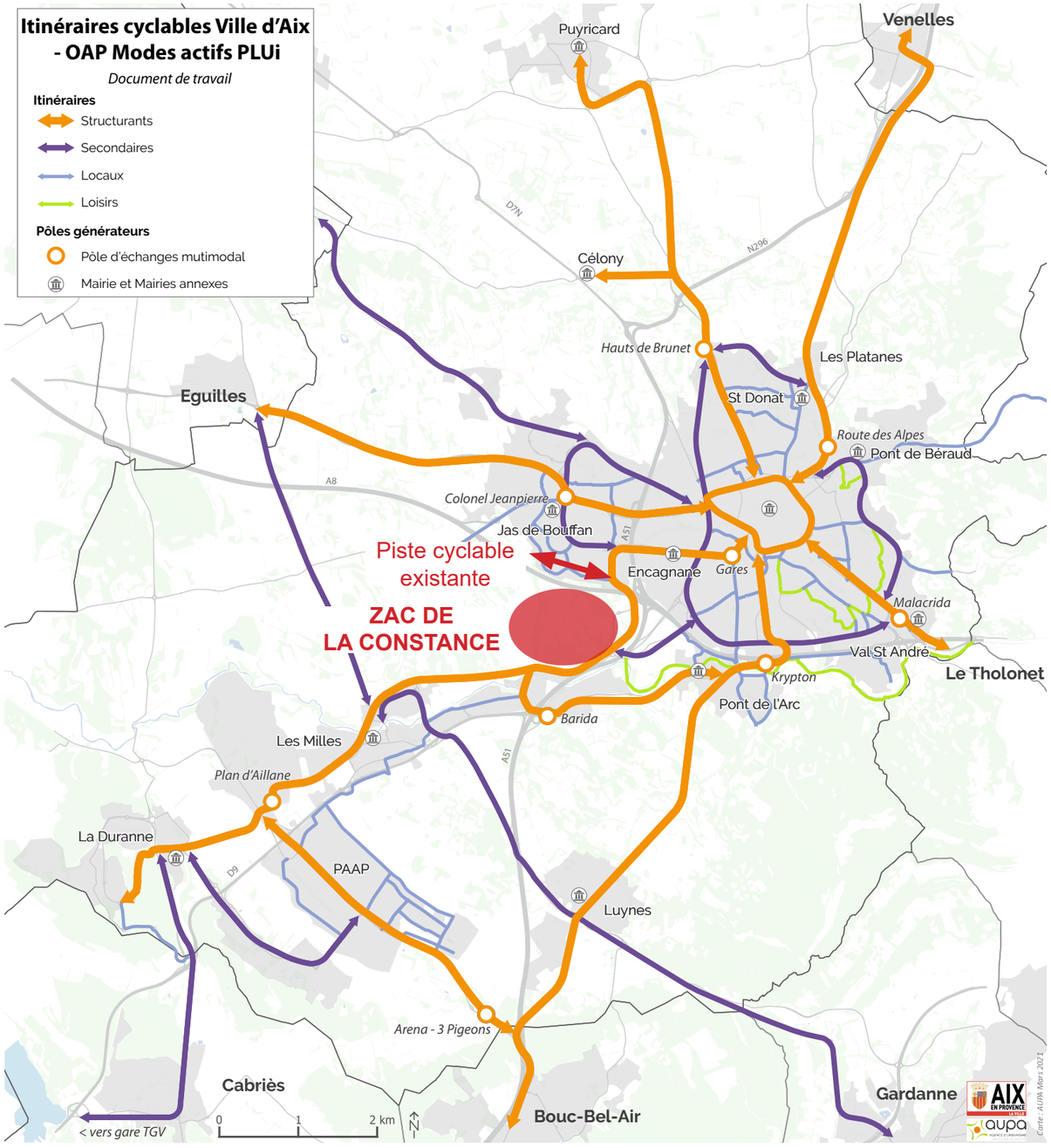
1 - La ZAC de la Constance dans Aix en Provence

1.1 - Localisation de la ZAC



1.2 - La ZAC de la Constance dans le plan vélo





La ZAC de la Constance est longé par l'axe structurant 6 du Plan Vélo de la ville d'Aix en Provence, mais elle n'est traversée par aucun itinéraire secondaire

Au Nord de la ZAC de la Constance, sur le Boulevard du Coq d'Argent, deux pistes cyclables accompagnent le tracé de l'Aixpress

2 - Schémas cycles et voitures

2.1 - Schéma de circulation Cycles



Piste cycle structurante
Niveau 1 - Voie express

Piste cyclable bidirectionnelle

Piste ou bande cyclable
mono-directionnelle

Voie partagé 20 km/h avec
cycle et voitures

Voies bus ouvertes aux cycles

Zone piétonnes

Échelle : 1/5000 ème

2.2 - Schéma de circulation Voitures et BHNS



Échelle : 1/5000 ème

2.4 - Superposition des voies de circulations Cycles / Voitures et BHNS



Piste cycle structurante Niveau 1 - Voie express

Piste cyclable bidirectionnelle

Piste ou bande cyclable mono-directionnelle

Voie partagé 20 km/h avec cycle et voitures

Voies bus ouvertes aux cycles

Voies bus

Voie à double sens véhicules

Zone piétonnes

20 30 50 Limitation de vitesse

Échelle : 1/5000 ème

opération:

ZAC de la CONSTANCE

Marché Subséquent 1 - Voiries 1ère phase

Aix en Provence

Maître d'ouvrage:

Société Publique Locale d'Aménagement "Pays d'Aix Territoires"
2 rue Lapierre - 13 608 Aix en Provence Cedex 01
tél. 04 42 16 04 03

Groupement maîtrise d'oeuvre:

Architecte:

STOA Architecture
7 rue d'Italie - 13006 Marseille
tél. 04 91 33 16 71

Bureau d'études:

EGIS Villes et Transports
40 boulevard de Dunkerque - CS 61001 13471 Marseille 02
tél. 04 91 23 23 23

Phase:

PRO

Désignation document:

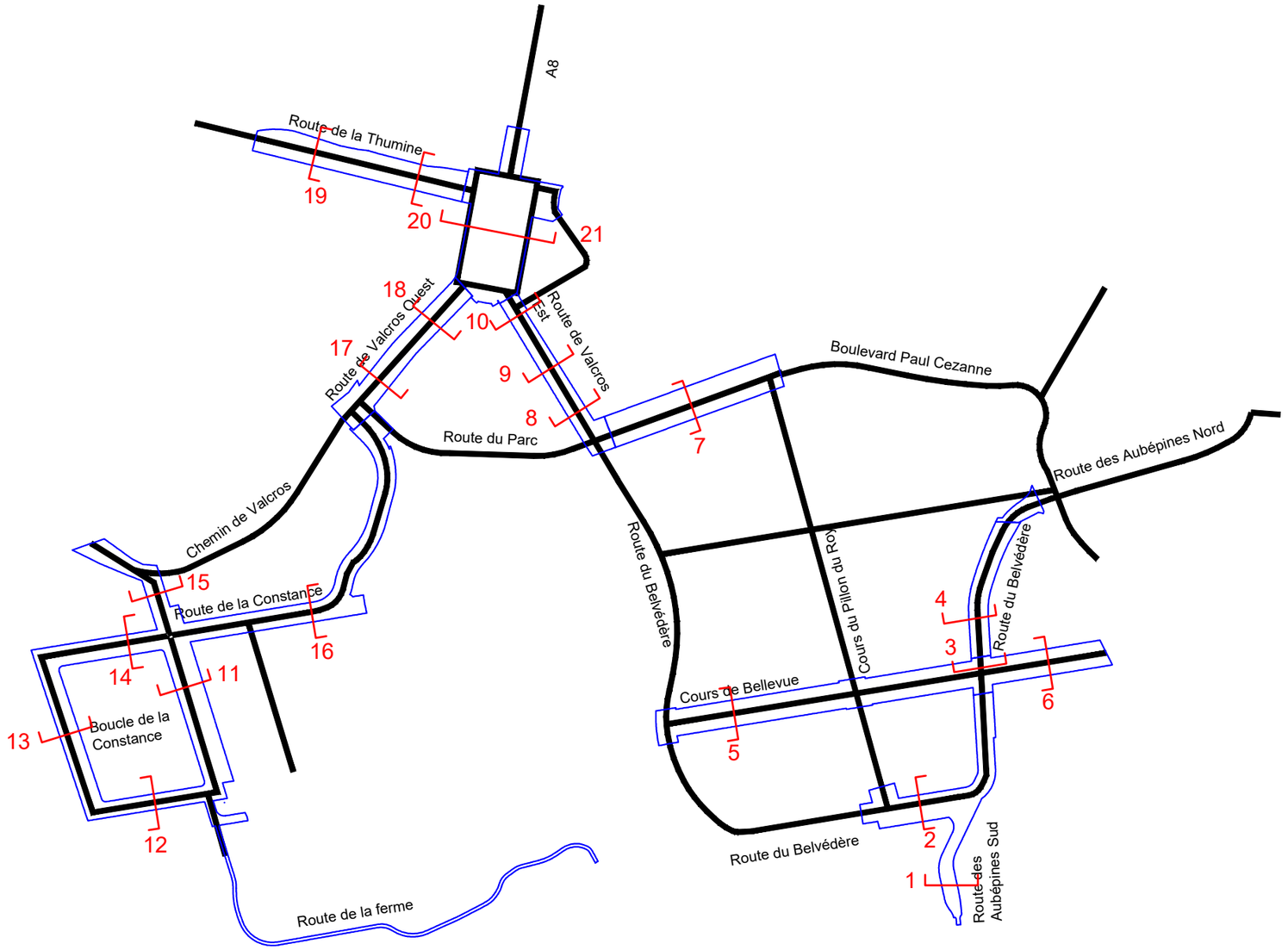
Carnet des coupes des profils de voiries

Ech: 1/100ème

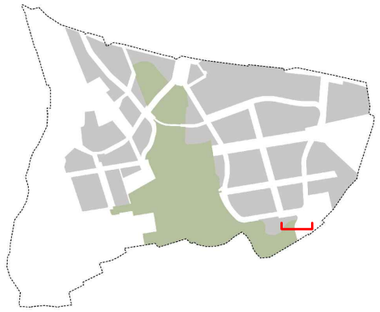
N°: 1.03

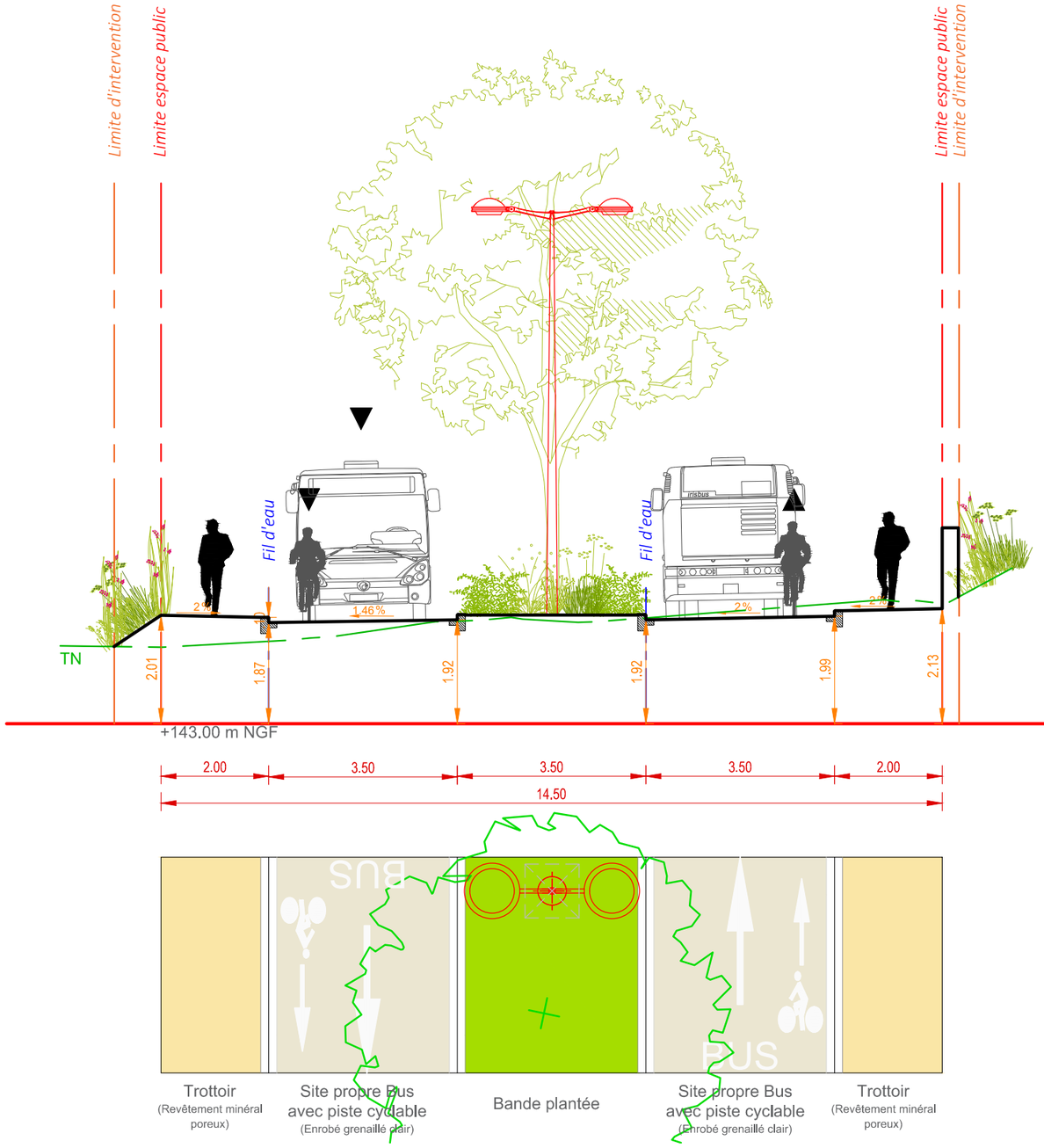
Indice 1

VERSION	DATE	MODIFICATIONS
1	29/07/2022	original

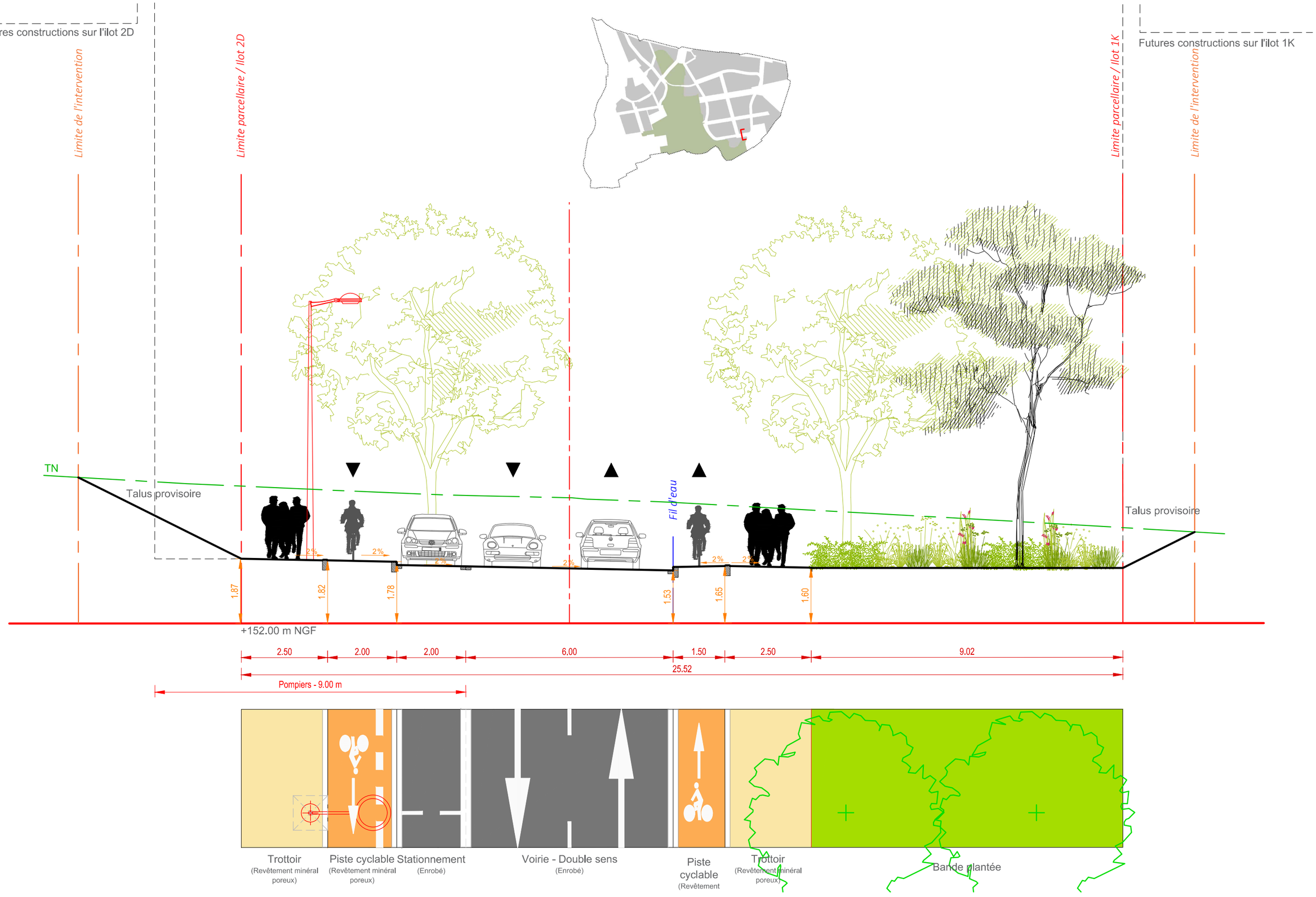


Projet : Aix en Provence **ZAC de la Constance**	Maître d'Ouvrage **SPLA** **"Pays d'Aix Territoires"**	Maîtrise d'Oeuvre **STOA /** **EGIS Villes et Territoires**	1.21 Numéro chrono :	1 Page :	1 Indice :	Désignation du document : Coupe 1 - Chemin des Aubépines	Echelle : 1/100ème	Date: 22/07/2022



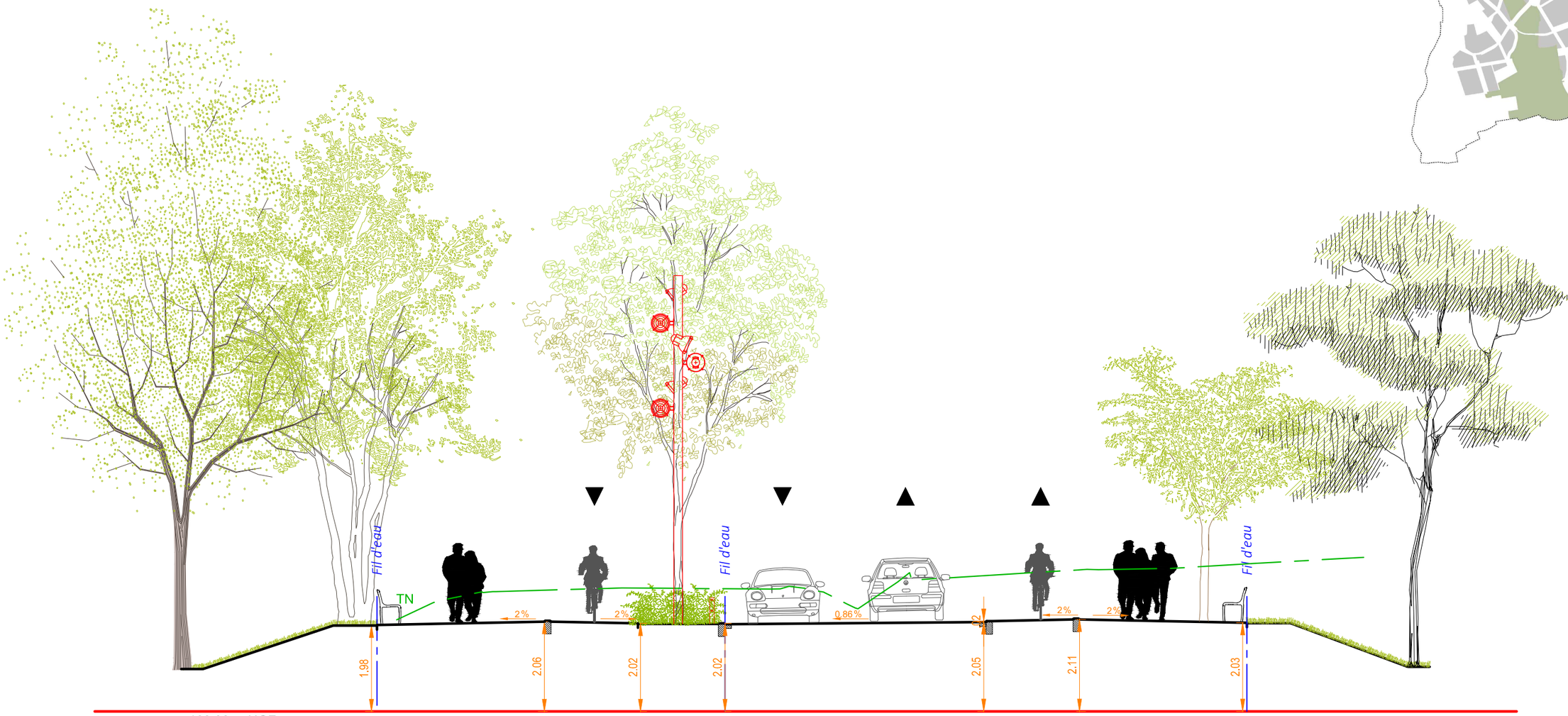


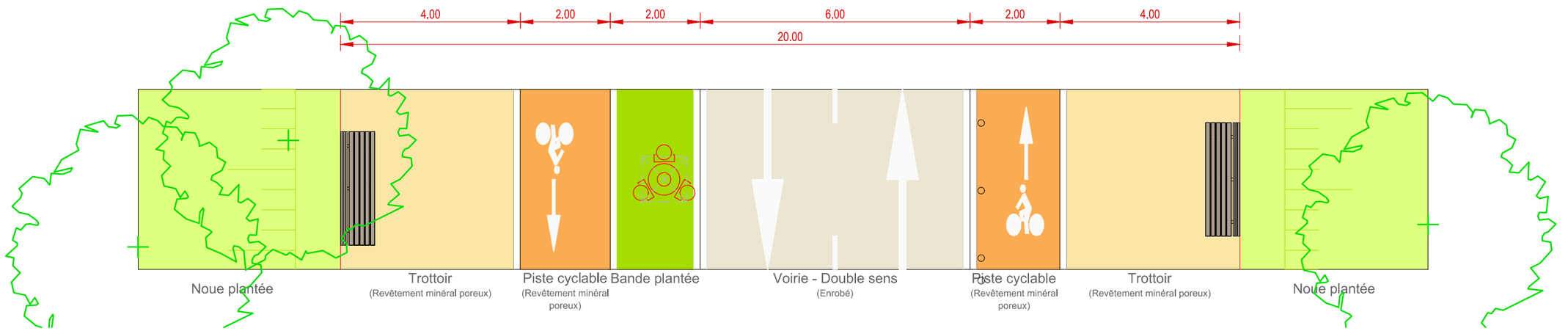
Projet : Aix en Provence **ZAC de la Constance**	Maître d'Ouvrage **SPLA** **"Pays d'Aix Territoires"**	Maîtrise d'Oeuvre **STOA /** **EGIS Villes et Territoires**	1.21 Numéro chrono :	2 Page :	1 Indice :	Désignation du document : Coupe 1 - Chemin des Aubépines	Echelle : 1/100ème	Date: 22/07/2022



Projet : Aix en Provence **ZAC de la Constance**	Maître d'Ouvrage **SPLA** **"Pays d'Aix Territoires"**	Maîtrise d'Oeuvre **STOA /** **EGIS Villes et Territoires**	1.21 Numéro chrono :	3 Page :	1 Indice :	Désignation du document : Coupe 2 - Route du Belvédère / Section Sud	Echelle : 1/100ème	Date: 22/07/2022



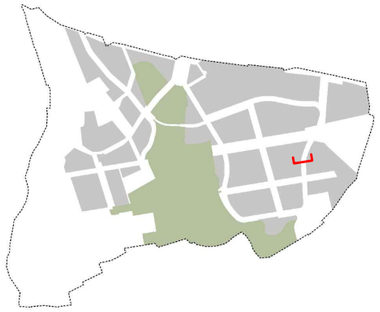


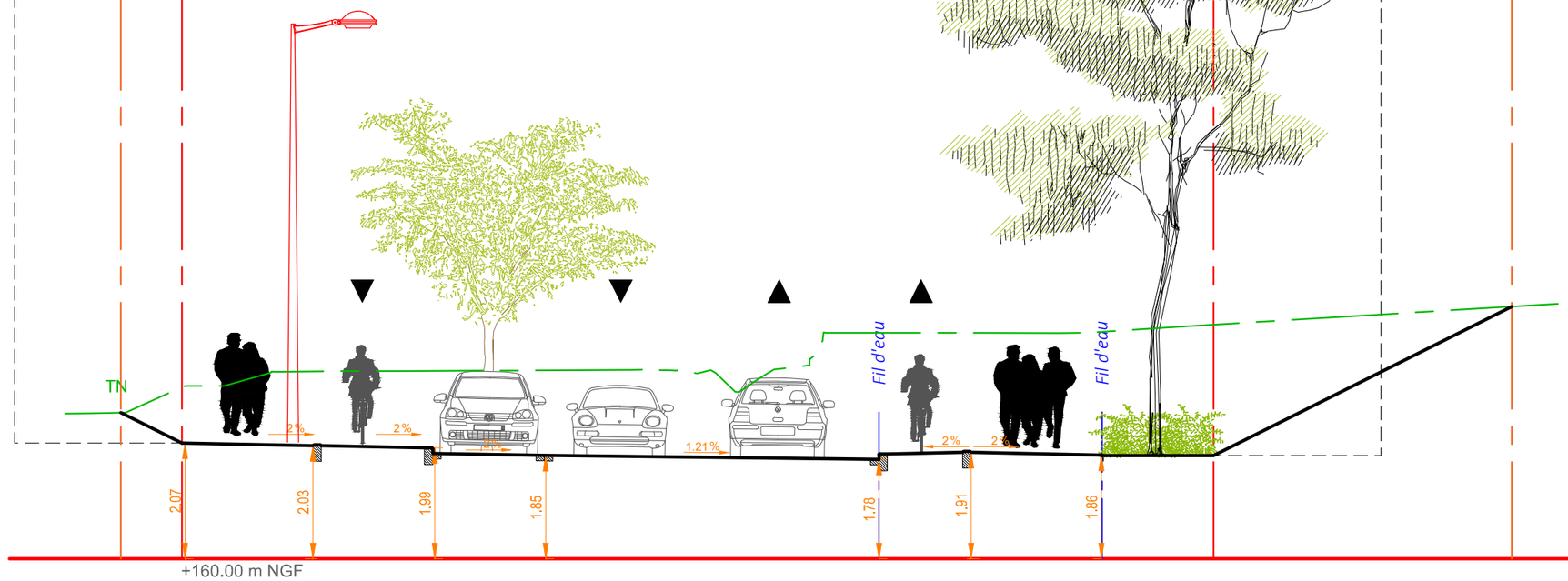


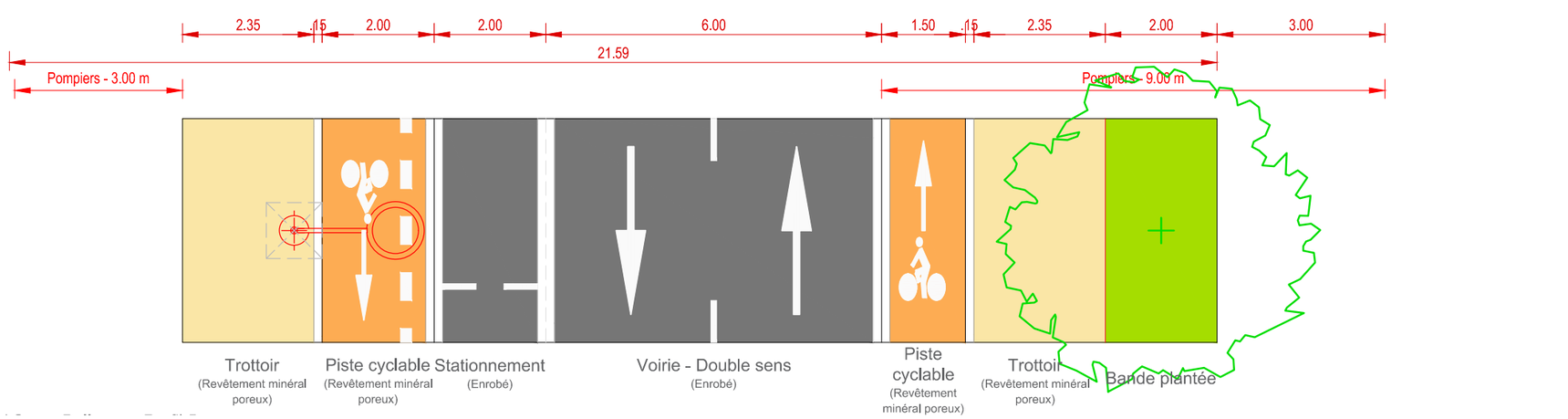
Projet : Aix en Provence **ZAC de la Constance**	Maître d'Ouvrage **SPLA** **"Pays d'Aix Territoires"**	Maîtrise d'Oeuvre **STOA /** **EGIS Villes et Territoires**	1.21 Numéro chrono :	4 Page :	1 Indice :	Désignation du document : Coupe 3 - Intersection Route du Belvédère / Cours de Bellevue	Echelle : 1/100ème	Date: 22/07/2022

Futures constructions sur l'ilot 2B

Futures constructions sur l'ilot 1J







Projet : Aix en Provence **ZAC de la Constance**	Maître d'Ouvrage **SPLA** **"Pays d'Aix Territoires"**	Maîtrise d'Oeuvre **STOA /** **EGIS Villes et Territoires**	1.21 Numéro chrono :	5 Page :	1 Indice :	Désignation du document : Coupe 4 - Route du Belvédère / Section Nord	Echelle : 1/100ème	Date: 22/07/2022

Futures constructions sur l'ilot 2C

Limite de l'intervention

Limite parcellaire / Ilot 2C

Axe voie

Fil d'eau

Fil d'eau

Limite parcellaire / Ilot 2A

Limite de l'intervention

Futures constructions sur l'ilot 2A

2%

2%

0.59%

2%

2%

TN

1.81 1.75 1.71 1.70 1.69 1.67 .67 1.67 1.69 1.75 1.71

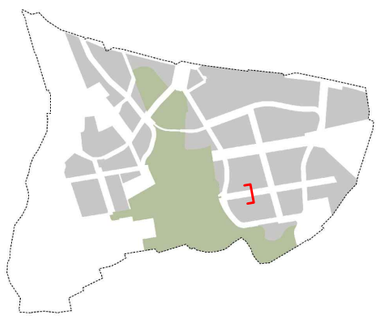
+156.00 m NGF

2.00 2.00 3.00 .50 11.50 3.00 .15 1.85 1.00

25.00

Pompiers - 7.00 m

Pompiers - 6.00 m



Trottoir (Revêtement minéral poreux)

Stationnement (Enrobé gris grenaillé)

Voie à sens unique (Enrobé gris grenaillé)

Noue plantée

Piste cyclable bidirectionnelle (Revêtement minéral poreux)

Trottoir (Revêtement minéral poreux)

Bande plantée

Projet : Aix en Provence **ZAC de la Constance**	Maître d'Ouvrage **SPLA** **"Pays d'Aix Territoires"**	Maîtrise d'Oeuvre **STOA /** **EGIS Villes et Territoires**	1.21 Numéro chrono :	6 Page :	1 Indice :	Désignation du document : Coupe 5 - Cours de Bellevue / Section Ouest	Echelle : 1/100ème	Date: 22/07/2022

Limite de l'intervention

Limite parcellaire / Ilot 1J

Futures constructions sur l'ilot 1J

Limite parcellaire / Ilot 1J

Limite de l'intervention

Futures constructions sur l'ilot 1J

TN

Fil d'eau

Fil d'eau

Fil d'eau

Fil d'eau

2%

2%

2%

2%

1.63

1.59

1.59

1.53

1.52

.50

1.52

1.60

1.54

1.53

+161.00 m NGF

2.00

2.00

3.00

.50

11.50

3.02

.11

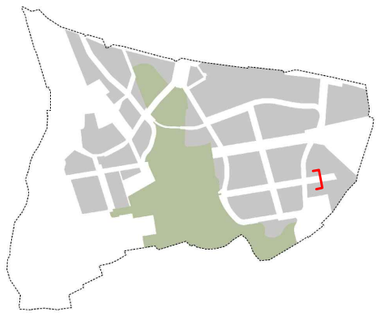
1.87

1.00

25.00

Pompiers - 7.00 m

Pompiers - 6.00 m



Trottoir (Revêtement minéral poreux)

Bande plantée

Trottoir (Revêtement minéral poreux)

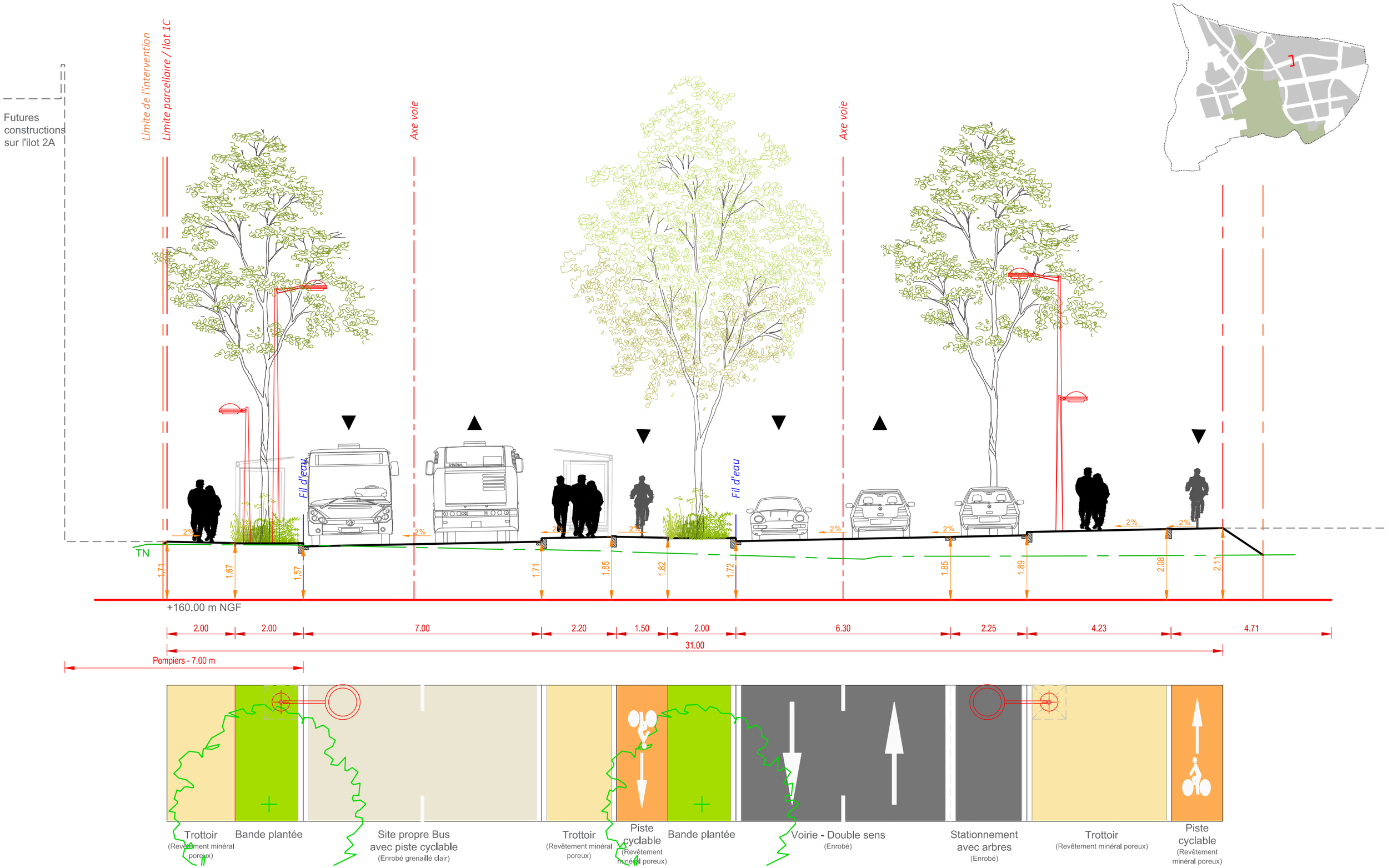
Noue plantée

Piste cyclable bidirectionnelle (Revêtement minéral poreux)

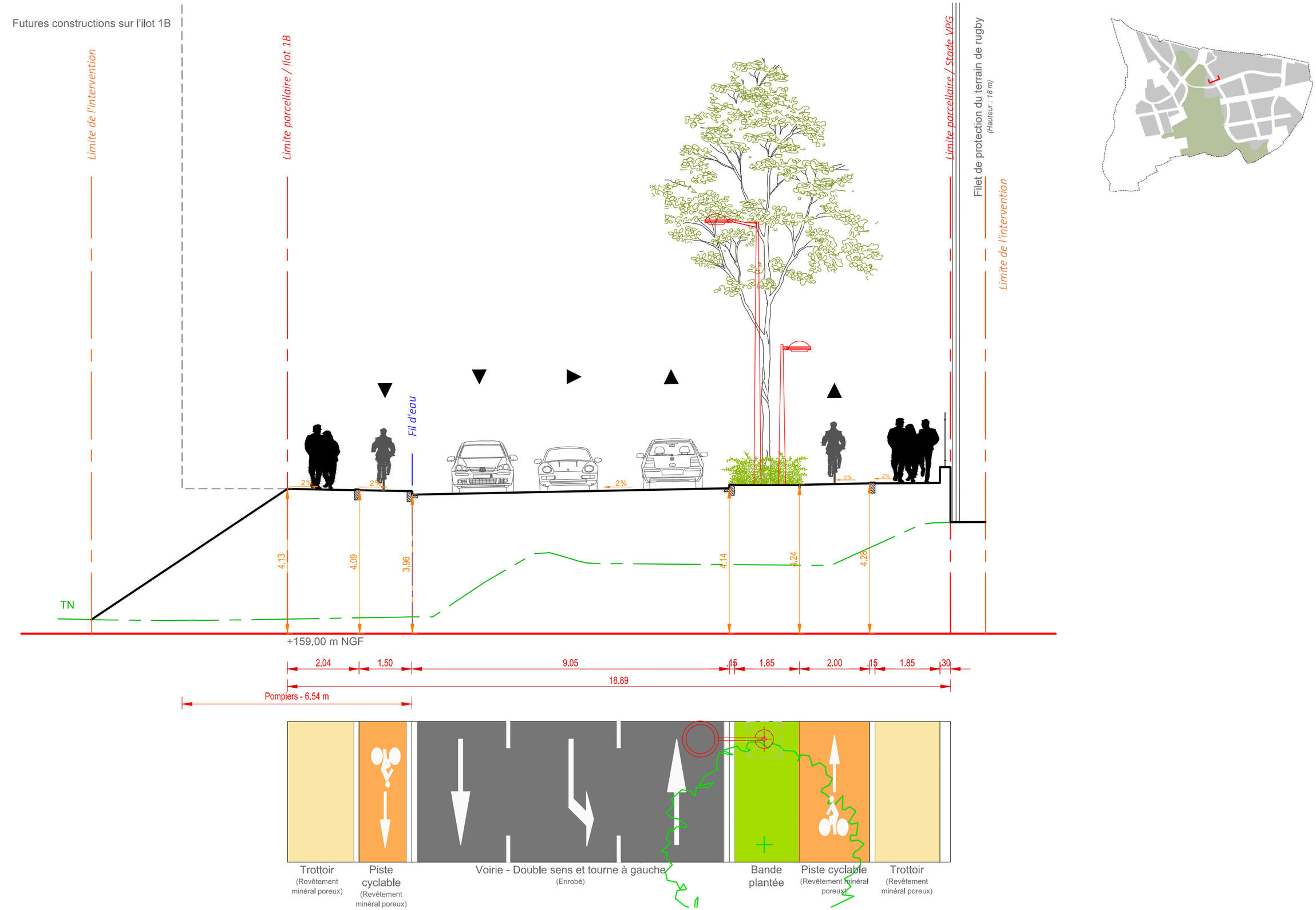
Trottoir (Revêtement minéral poreux)

Bande plantée

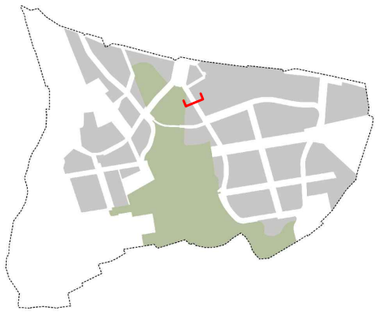
Projet : Aix en Provence **ZAC de la Constance**	Maître d'Ouvrage **SPLA** **"Pays d'Aix Territoires"**	Maîtrise d'Oeuvre **STOA /** **EGIS Villes et Territoires**	1.21 Numéro chrono :	7 Page :	1 Indice :	Désignation du document : Coupe 6 - Cours de Bellevue / Section Est	Echelle : 1/100ème	Date: 22/07/2022



Projet : Aix en Provence **ZAC de la Constance**	Maître d'Ouvrage **SPLA** **"Pays d'Aix Territoires"**	Maîtrise d'Oeuvre **STOA /** **EGIS Villes et Territoires**	1.21 Numéro chrono :	8 Page :	1 Indice :	Désignation du document : Coupe 7 - rue Paul Duverger (anc. Boulevard Paul Cézanne)	Echelle : 1/100ème	Date: 22/07/2022



Projet : Aix en Provence **ZAC de la Constance**	Maître d'Ouvrage **SPLA** **"Pays d'Aix Territoires"**	Maîtrise d'Oeuvre **STOA /** **EGIS Villes et Territoires**	1.21 Numéro chrono :	9 Page :	1 Indice :	Désignation du document : Coupe 8 - Route de Valcros Est - Section Sud	Echelle : 1/100ème	Date: 22/07/2022



Futures constructions sur l'ilot 1B

Limite de l'intervention

Limite parcellaire / Ilot 1B

Fil d'eau

Limite parcellaire / Stade VPG

Filet de protection du terrain de rugby
(Hauteur : 18 m)

Limite de l'intervention

2%

3.81 3.77 3.74 3.64 3.77 3.87 3.91 3.95

TN

+161.00 m NGF

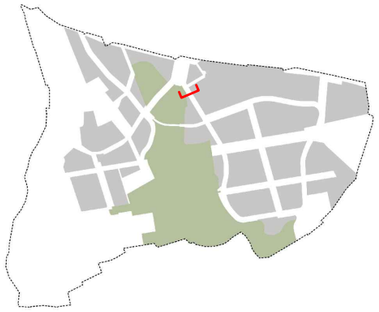
1.85 .15 1.50 1.87 .15 6.30 .15 1.85 2.00 .15 1.85 .30

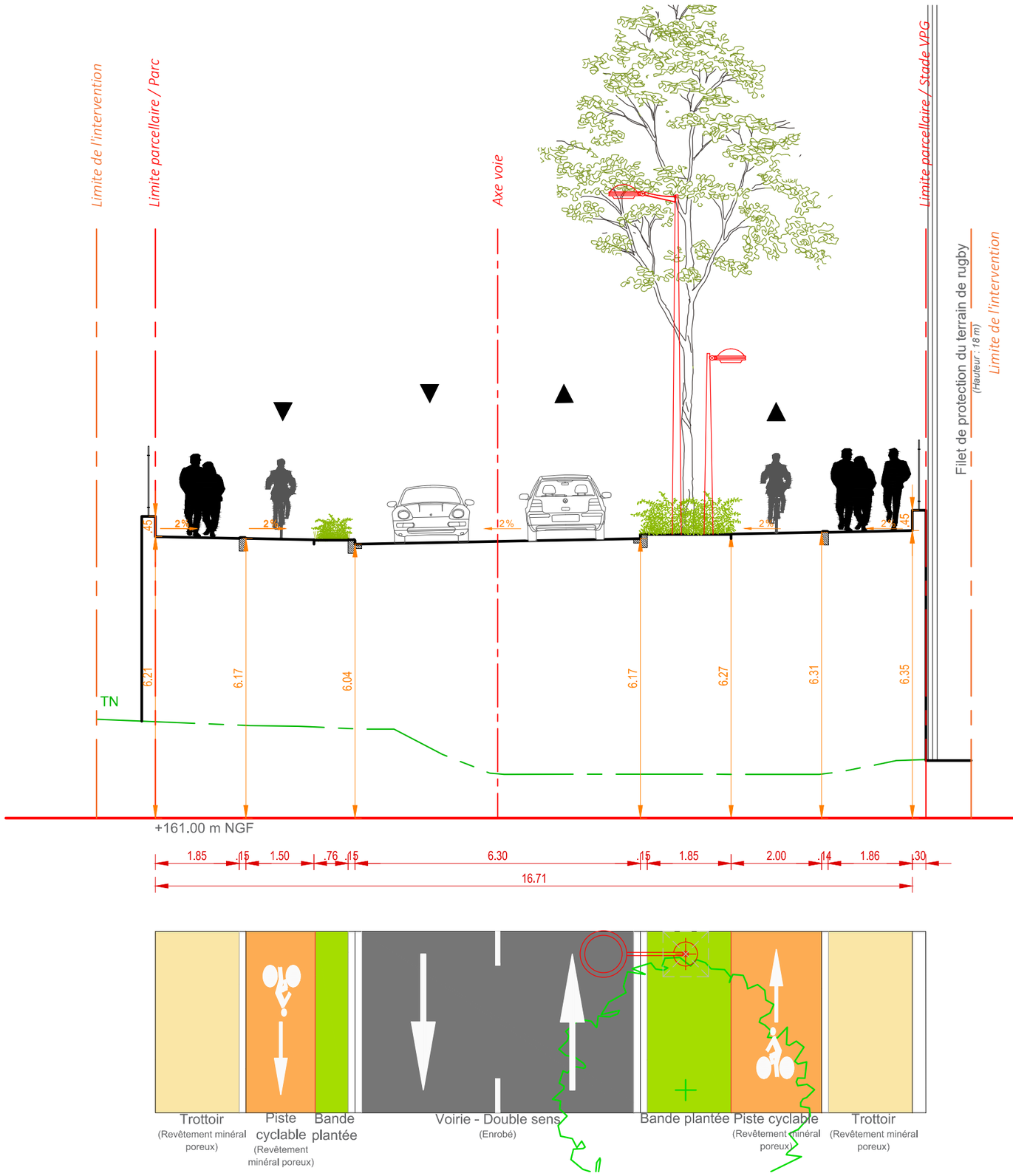
18.12

Pompiers - 8.52 m

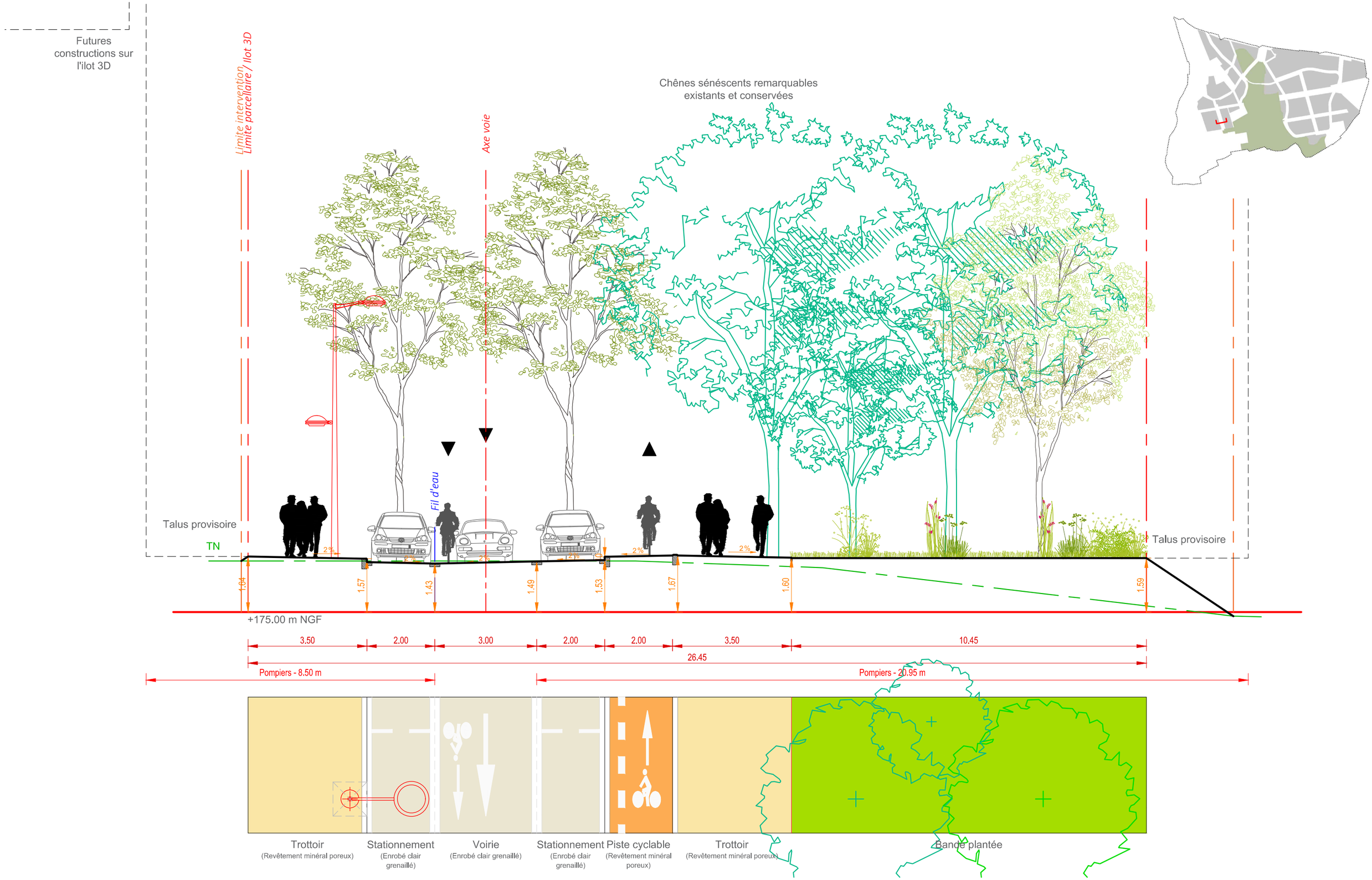
Trottoir (Revêtement minéral poreux) | Piste cyclable (Revêtement minéral poreux) | Bande plantée | Voirie - Double sens (Enrobé) | Bande plantée | Piste cyclable (Revêtement minéral poreux) | Trottoir (Revêtement minéral poreux)

Projet : Aix en Provence **ZAC de la Constance**	Maître d'Ouvrage **SPLA "Pays d'Aix Territoires"**	Maîtrise d'Oeuvre **STOA / EGIS Villes et Territoires**	1.21 Numéro chrono :	10 Page :	1 Indice :	Désignation du document : Coupe 9 - Route de Valcros Est - Section Centrale	Echelle : 1/100ème	Date: 22/07/2022

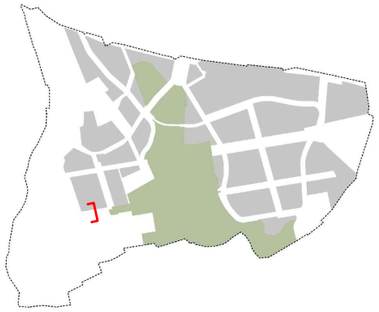


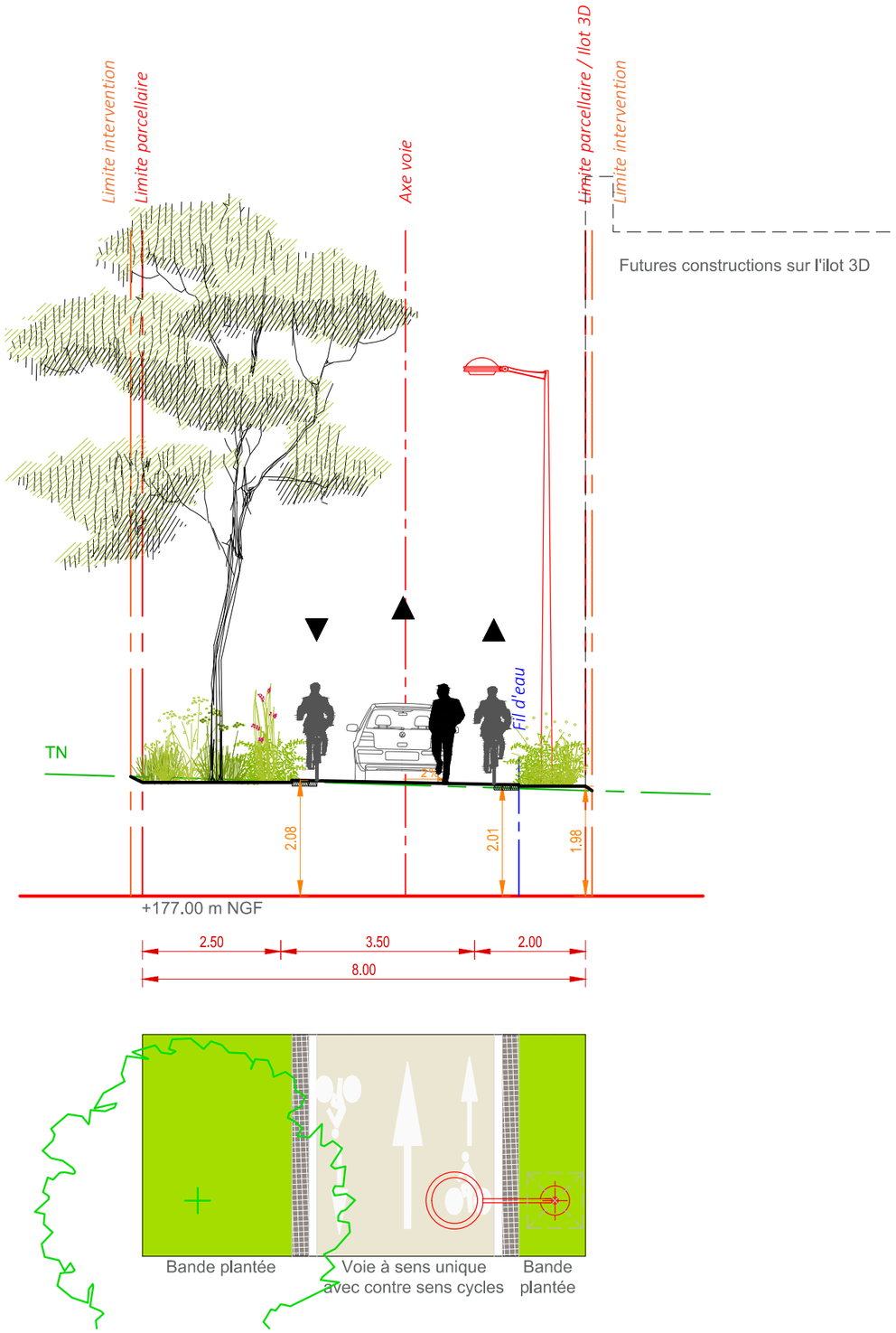


Projet : Aix en Provence **ZAC de la Constance**	Maître d'Ouvrage **SPLA** **"Pays d'Aix Territoires"**	Maîtrise d'Oeuvre **STOA /** **EGIS Villes et Territoires**	1.21 Numéro chrono :	11 Page :	1 Indice :	Désignation du document : Coupe 10 - Route de Valcros Est - Section Nord	Echelle : 1/100ème	Date: 22/07/2022

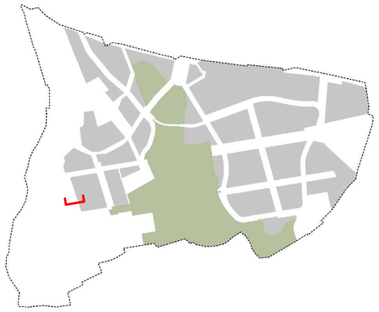


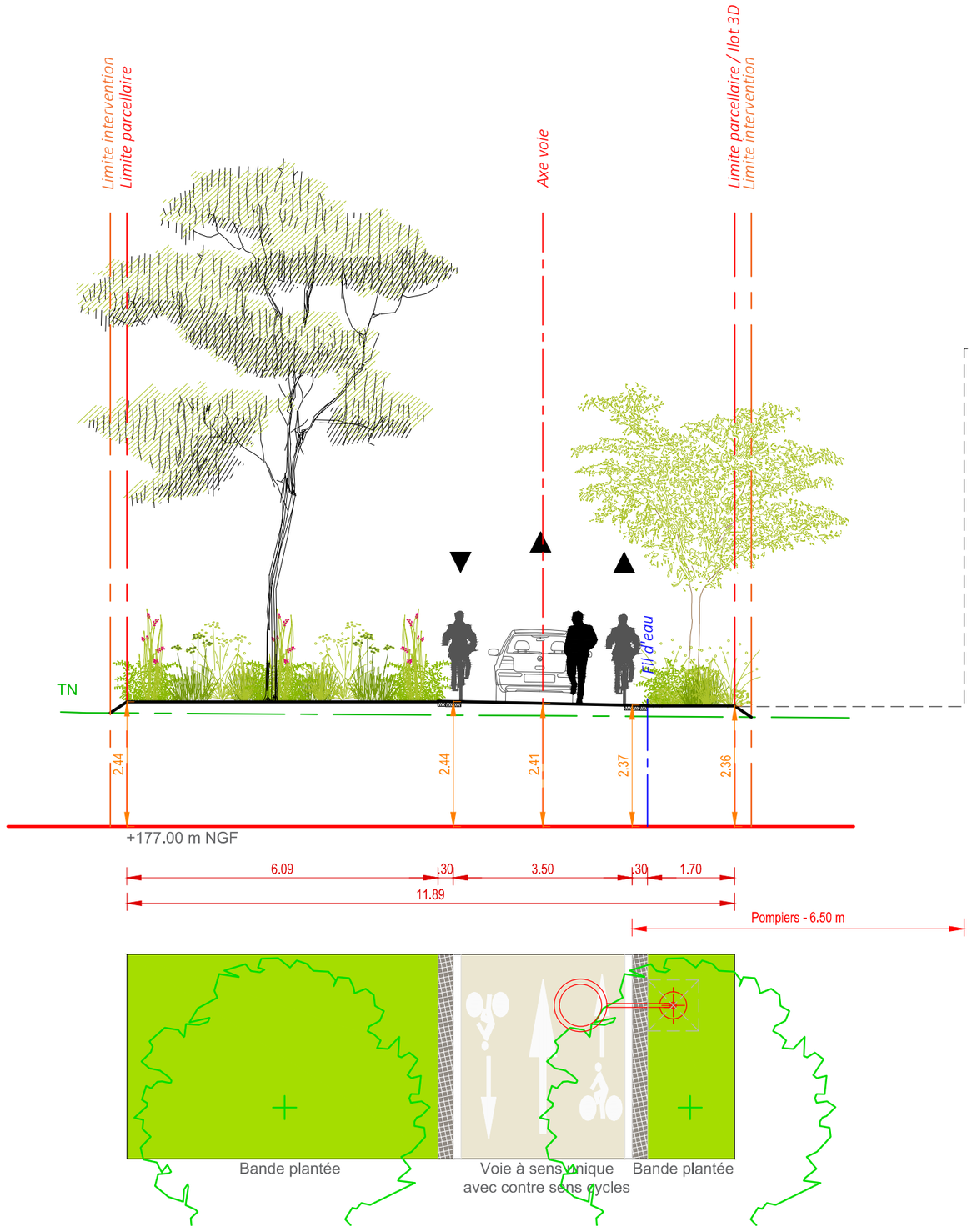
Projet : Aix en Provence **ZAC de la Constance**	Maître d'Ouvrage **SPLA** **"Pays d'Aix Territoires"**	Maîtrise d'Oeuvre **STOA /** **EGIS Villes et Territoires**	1.21 Numéro chrono :	12 Page :	1 Indice :	Désignation du document : Coupe 11 - Boucle de la Constance Est	Echelle : 1/100ème	Date: 22/07/2022





Projet : Aix en Provence **ZAC de la Constance**	Maître d'Ouvrage **SPLA** **"Pays d'Aix Territoires"**	Maîtrise d'Oeuvre **STOA /** **EGIS Villes et Territoires**	1.21 Numéro chrono :	13 Page :	1 Indice :	Désignation du document : Coupe 12 - Boucle de la Constance Sud	Echelle : 1/100ème	Date: 22/07/2022



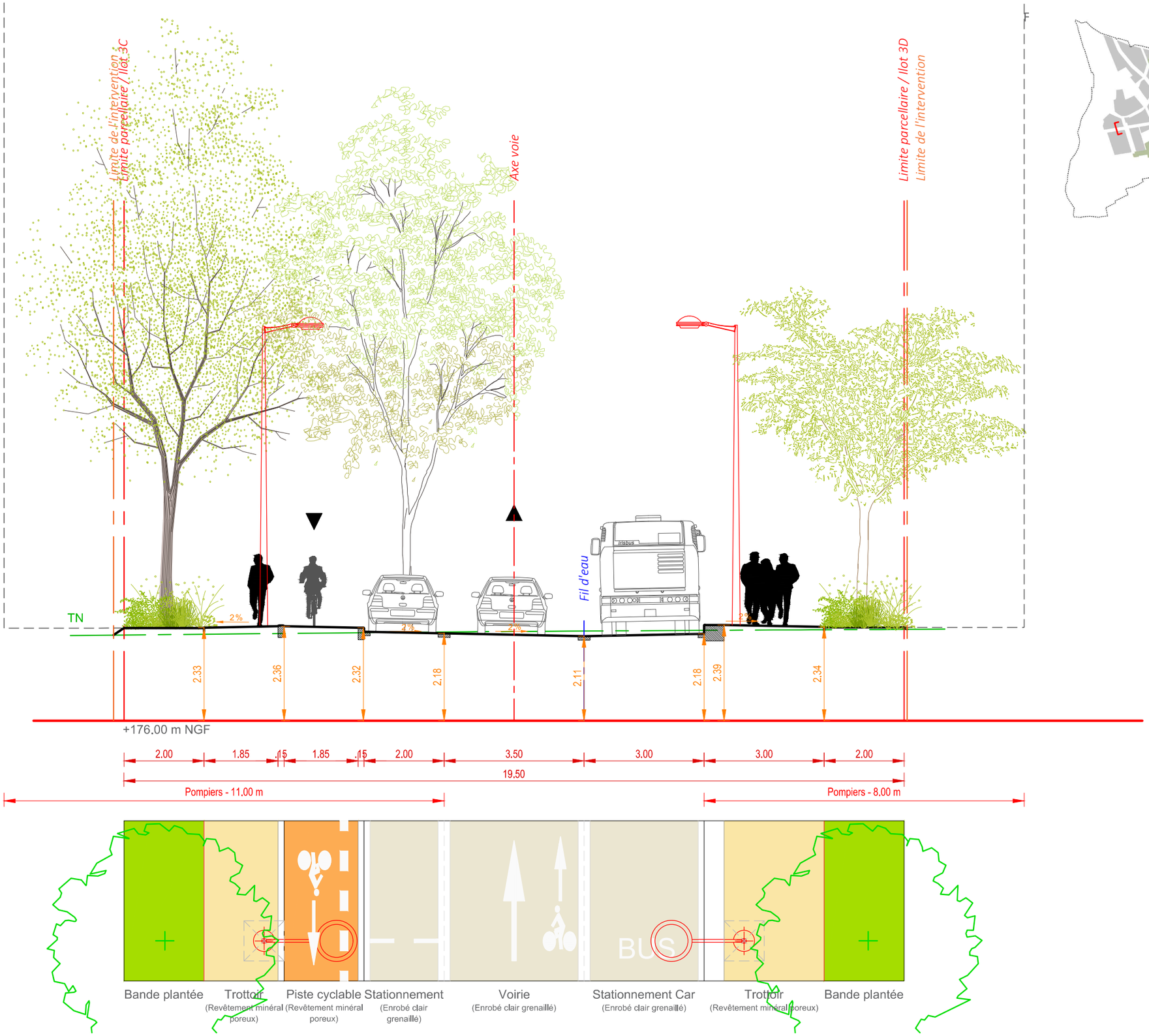


Projet : Aix en Provence **ZAC de la Constance**	Maître d'Ouvrage **SPLA** **"Pays d'Aix Territoires"**	Maîtrise d'Oeuvre **STOA /** **EGIS Villes et Territoires**	1.21 Numéro chrono :	14 Page :	1 Indice :	Désignation du document : Coupe 13 - Boucle de la Constance Ouest	Echelle : 1/100ème	Date: 22/07/2022

Futures constructions sur l'ilot 3C

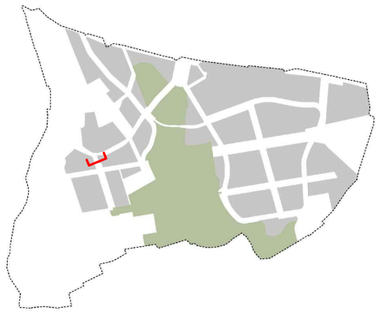
F

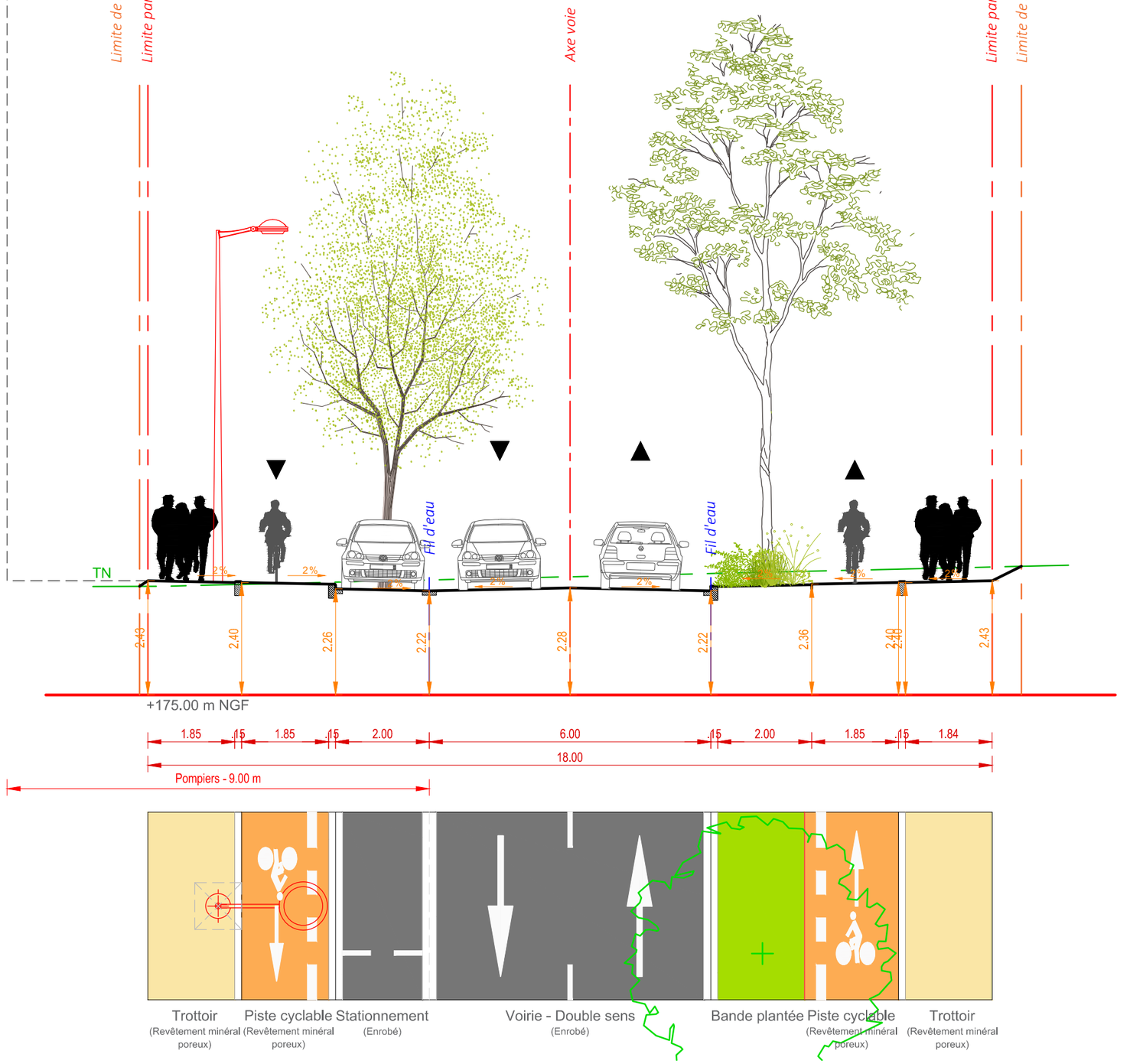




Projet : Aix en Provence **ZAC de la Constance**	Maître d'Ouvrage **SPLA** **"Pays d'Aix Territoires"**	Maîtrise d'Oeuvre **STOA /** **EGIS Villes et Territoires**	1.21 Numéro chrono :	15 Page :	1 Indice :	Désignation du document : Coupe 14 - Boucle de la Constance Nord	Echelle : 1/100ème	Date: 22/07/2022

Futures constructions sur l'ilot 3C

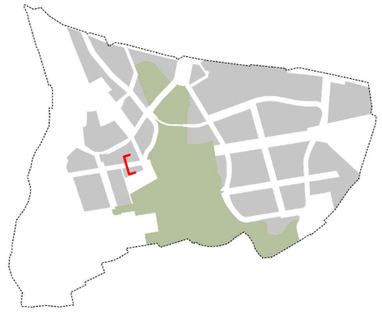


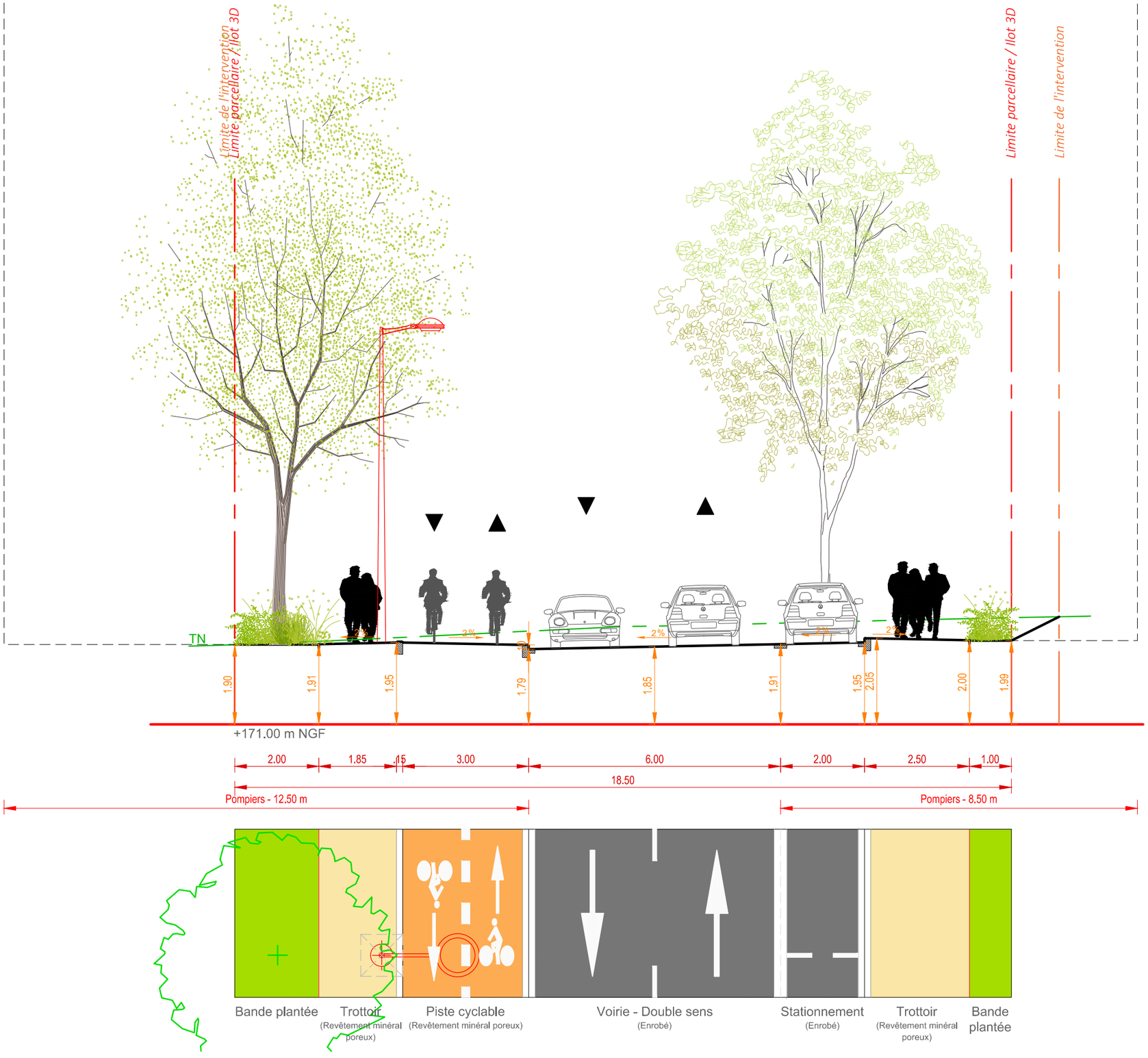


Projet : Aix en Provence **ZAC de la Constance**	Maître d'Ouvrage **SPLA** **"Pays d'Aix Territoires"**	Maîtrise d'Oeuvre **STOA /** **EGIS Villes et Territoires**	1.21 Numéro chrono :	16 Page :	1 Indice :	Désignation du document : Coupe 15 - Route de Valcros	Echelle : 1/100ème	Date: 22/07/2022

Futures constructions sur l'ilot 3A

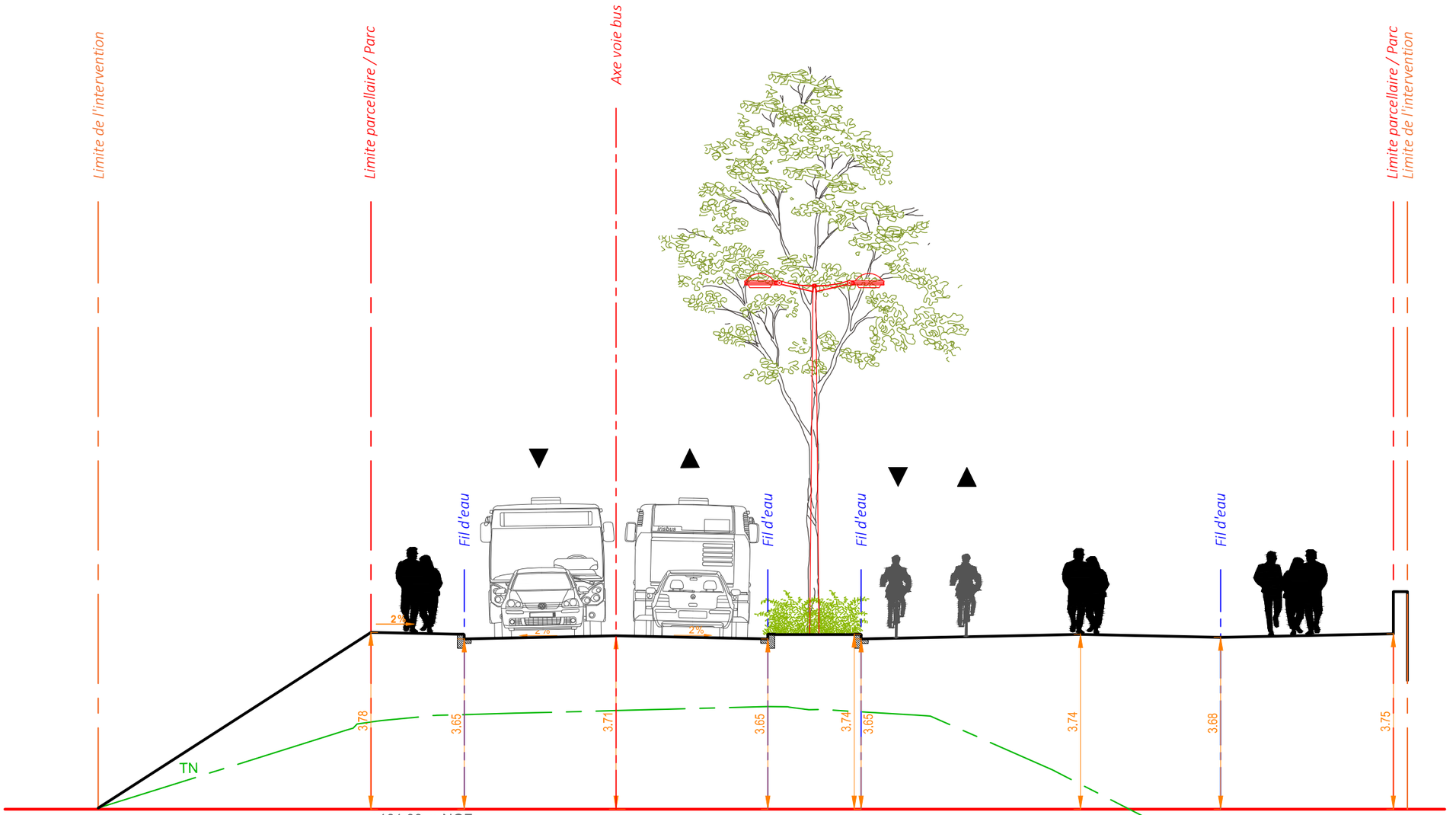
F

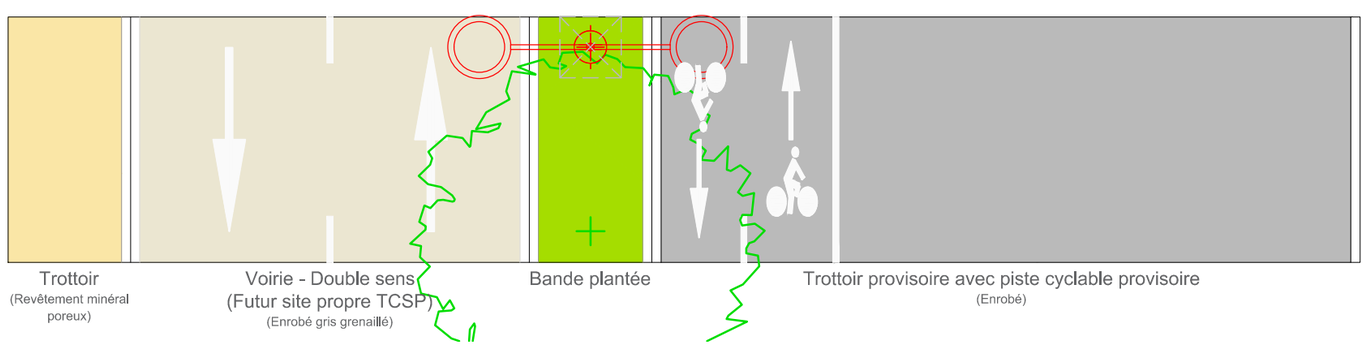




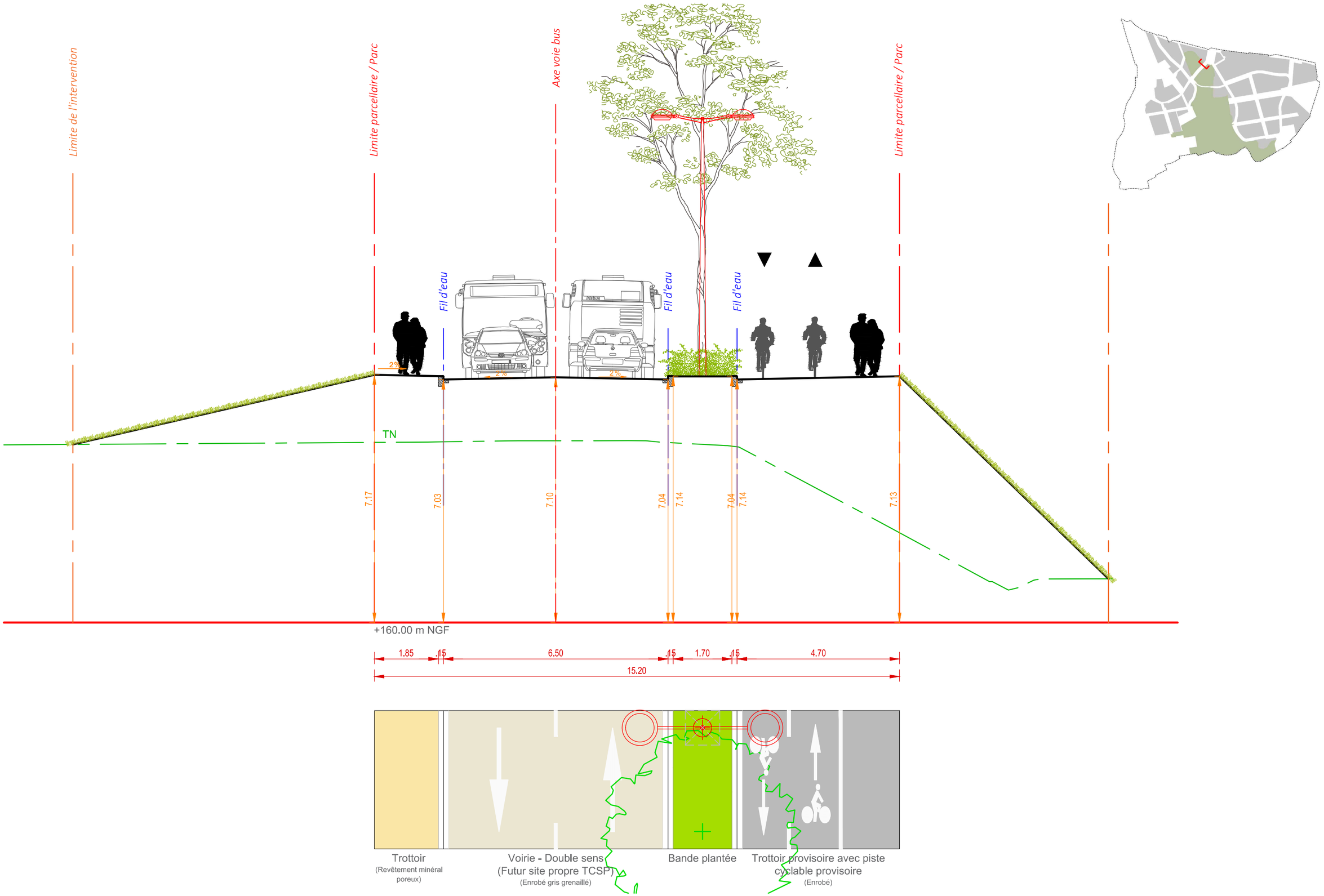
Projet : Aix en Provence **ZAC de la Constance**	Maître d'Ouvrage **SPLA** **"Pays d'Aix Territoires"**	Maîtrise d'Oeuvre **STOA /** **EGIS Villes et Territoires**	1.21 Numéro chrono :	16 Page :	1 Indice :	Désignation du document : Coupe 16 - Route de la Constance	Echelle : 1/100ème	Date: 22/07/2022



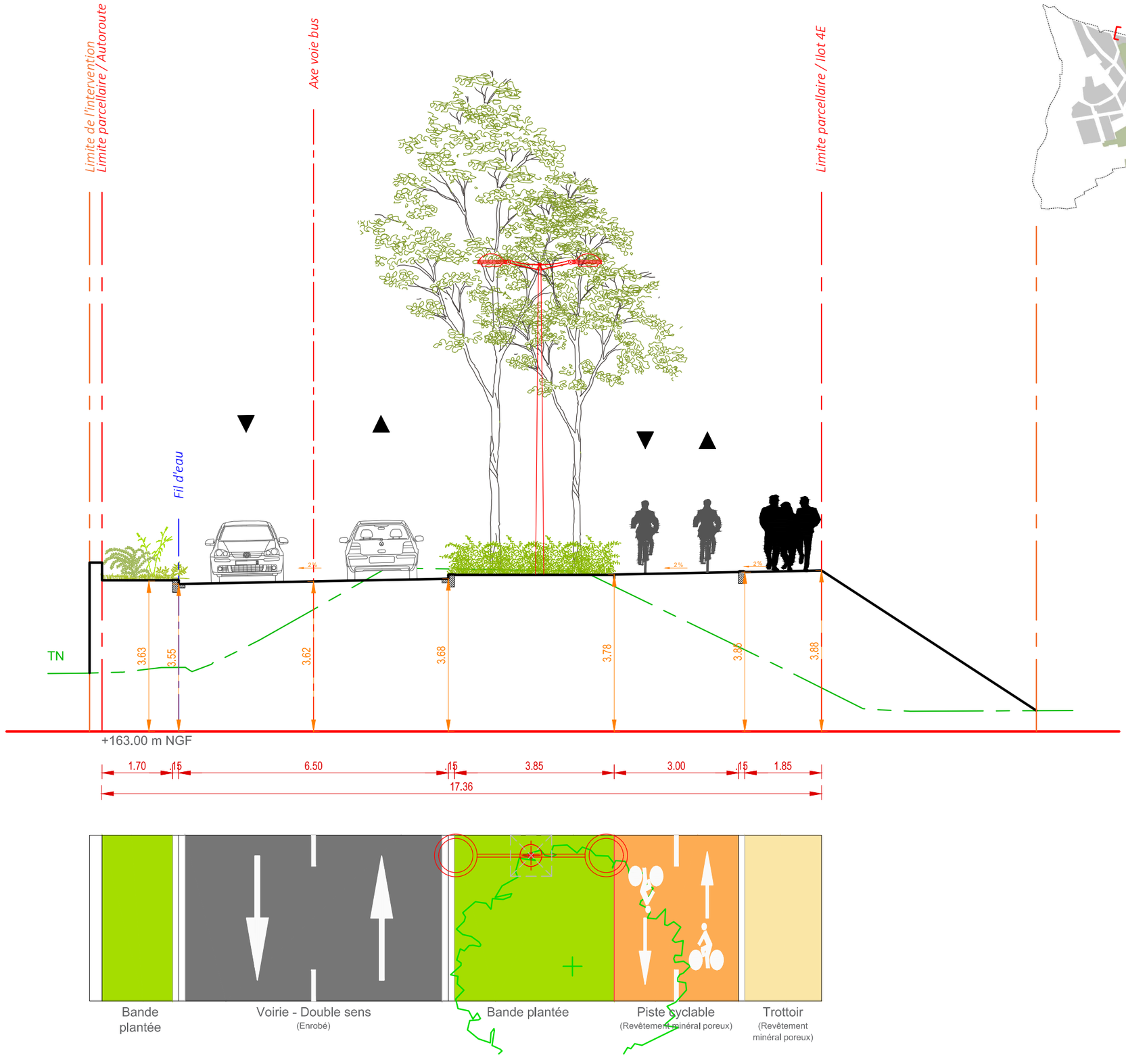




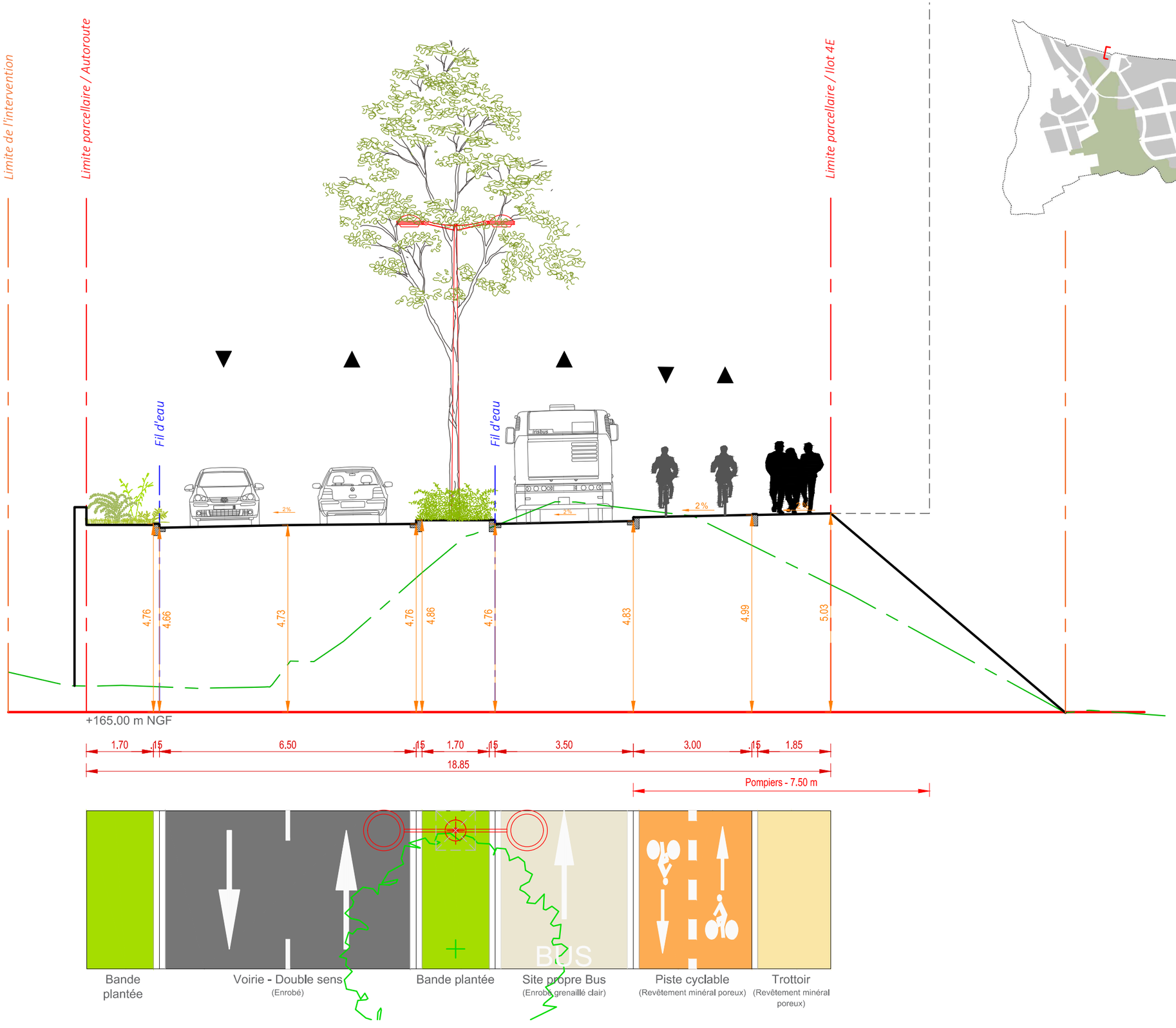
Projet : Aix en Provence **ZAC de la Constance**	Maître d'Ouvrage **SPLA** **"Pays d'Aix Territoires"**	Maîtrise d'Oeuvre **STOA /** **EGIS Villes et Territoires**	1.21 Numéro chrono :	18 Page :	1 Indice :	Désignation du document : Coupe 17 - Route de Valcros Est Section Sud	Echelle : 1/100ème	Date: 22/07/2022

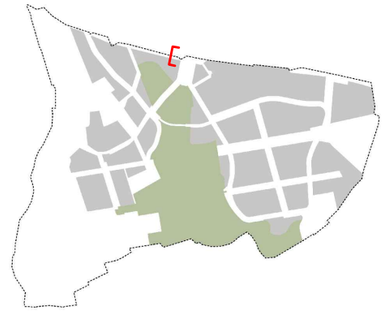


Projet : Aix en Provence **ZAC de la Constance**	Maître d'Ouvrage **SPLA** **"Pays d'Aix Territoires"**	Maîtrise d'Oeuvre **STOA /** **EGIS Villes et Territoires**	1.21 Numéro chrono :	19 Page :	1 Indice :	Désignation du document : Coupe 18 - Route de Valcros Est Section Nord	Echelle : 1/100ème	Date: 22/07/2022

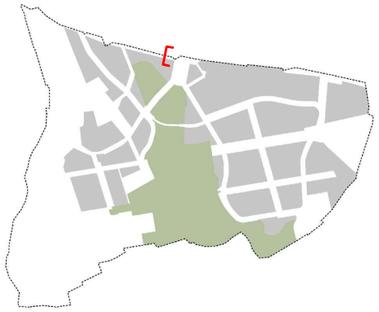


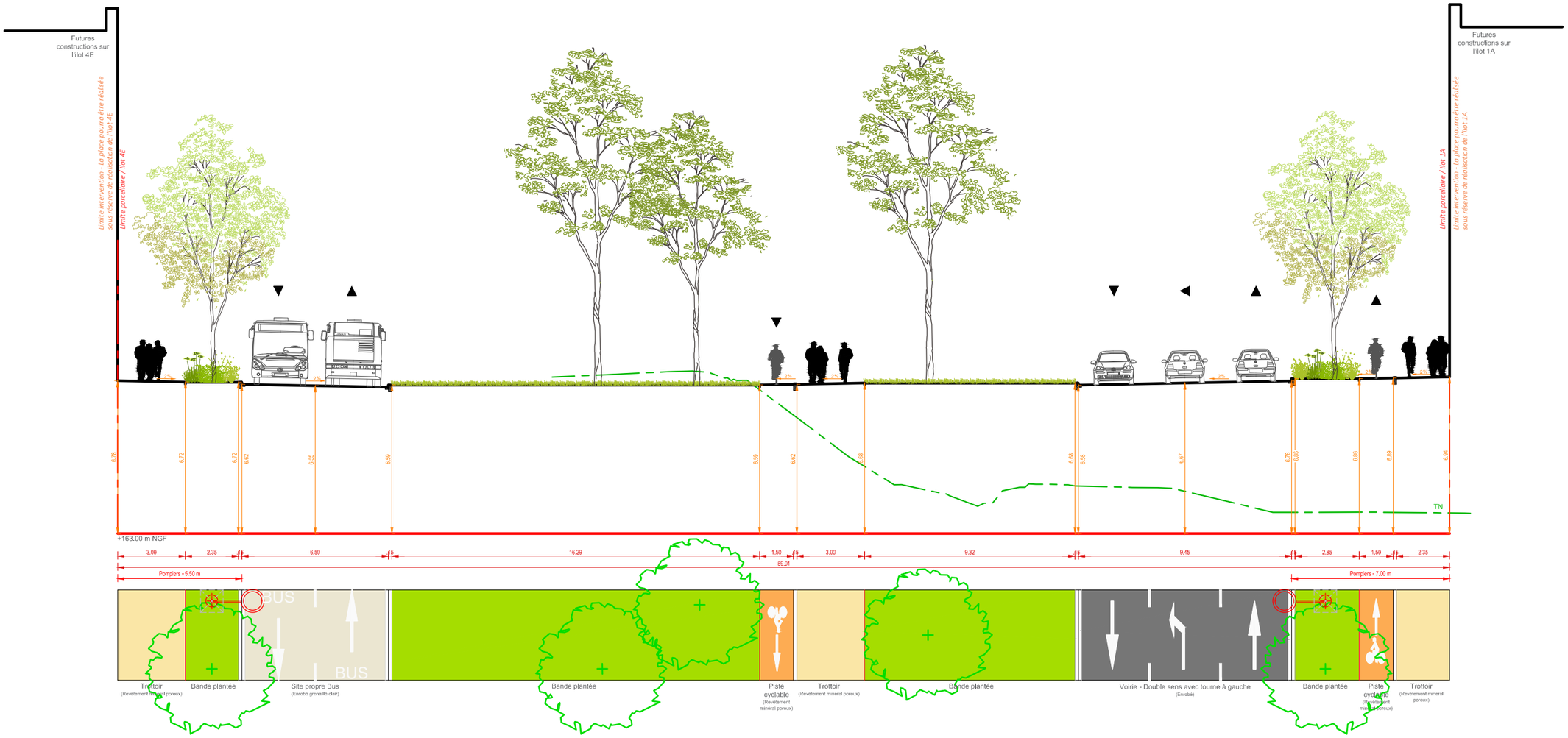
Projet : Aix en Provence **ZAC de la Constance**	Maître d'Ouvrage **SPLA** **"Pays d'Aix Territoires"**	Maîtrise d'Oeuvre **STOA /** **EGIS Villes et Territoires**	1.21 Numéro chrono :	20 Page :	1 Indice :	Désignation du document : Coupe 19 - Route de la Thumine Section Ouest	Echelle : 1/100ème	Date: 22/07/2022





Projet : Aix en Provence **ZAC de la Constance**	Maître d'Ouvrage **SPLA** **"Pays d'Aix Territoires"**	Maîtrise d'Oeuvre **STOA /** **EGIS Villes et Territoires**	1.21 Numéro chrono :	21 Page :	1 Indice :	Désignation du document : Coupe 20 - Route de la Thumine Section Ouest	Echelle : 1/100ème	Date: 22/07/2022





Projet : Aix en Provence **ZAC de la Constance**	Maître d'Ouvrage **SPLA** **"Pays d'Aix Territoires"**	Maîtrise d'Oeuvre **STOA /** **EGIS Villes et Territoires**	1.21 Numéro chrono :	22 Page :	1 Indice :	Désignation du document : Coupe 21 - Porte de Valcros	Echelle : 1/200ème	Date: 22/07/2022

Opération ZAC de la Constance

à Aix-en-Provence



Etude de trafic

16/08/2022 – Version E00

5	1	5	0	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	T	R	A	-	-	-	-	-	-	R	A	P	-	-	-	-	-	E	0	0
affaire					niveau			type dossier								ident gen				ident part			domaine						ouvrage								nature						libre					indice		

Fiche de suivi

INDICE	DATE	NATURE DE L'EVOLUTION	REDACTION	VERIFICATION	APPROBATION
E00	16/08/2022	Prise en compte des remarques des partenaires – Ajout des calculs de capacité sur les carrefours	RGA/BLE/FDA/NJA	NJA	NJA
D00	22/04/2022	Prise en compte des remarques supplémentaires	NJA	NJA	NJA
C00	08/04/2022	Prise en compte des remarques	NJA	NJA	NJA
B00	01/04/2022	Ajouts des 2 derniers paragraphes et de la conclusion	RGA/OMA/NJA	NJA	NJA
A00	31/03/2022	Envoi du document en l'état	RGA/OMA/NJA	NJA	NJA

I:\4-WORK\51507V_ZAC_CONSTANCE\1_Tech\10 Rapport final\ZAC CONSTANCE_rapport final_E00.docx

Table des matières

1 Objectifs de l'étude 6
2 Présentation du modèle de trafic M13+ 7
3 Hypothèses de modélisation 9
4 Mise à jour du modèle M13+ 11
4.1 Mise à jour du réseau viaire 11
4.1.1 Plan de circulation 11
4.1.2 Capacités routières 12
4.2 Recalage du modèle M13+ 12
4.2.1 Principe du recalage 12
4.2.2 Recueil de données pour le calage 12
4.2.3 Indicateurs et cartes de calage 13
5 Hypothèses de projection à l'horizon futur 2035 17
5.1 Scénario de référence 2035 (sans ZAC Constance) 17
5.1.1 Projets de développements inclus à la référence 17
5.1.2 Zoom sur la zone de la Constance 23
5.2 Scénario projet 2035 (avec la ZAC Constance) 24
5.2.1 Affinage du zonage au sein de la Constance 24
5.2.2 Population, emplois, places en établissement scolaire 26
5.2.3 Réseau routier interne à la ZAC 27
5.2.4 Accessibilité en modes doux et desserte en transports collectifs 28
6 Prévisions de trafic à l'horizon 2035 33
6.1 HPM 2035 33
6.1.1 Situation de référence « sans ZAC de la Constance » - HPM 2035 33
6.1.2 Situation de projet « avec ZAC de la Constance » - HPM 2035 34
6.2 HPS 2035 36
6.2.1 Situation de référence « sans ZAC de la Constance » - HPS 2035 36
6.2.2 Situation de projet « avec ZAC de la Constance » - HPS 2035 37
7 Impact sur les carrefours proches de la ZAC 40
7.1 Méthodologie et hypothèses 40
7.2 Intersection 1 : Giratoire de l'Ensoleillé 41
7.3 Intersection 2 : Carrefour « Av. du Club Hippique/Chemin Roger Martin/Chemin des Cavaliers » 42
7.4 Intersection 3 : Carrefour « Route de Valcros/Bld du Coq d'Argent/Bld des Vignes de Marius » 44
7.5 Intersection 4 : Giratoire « Avenue Saint-John Perse/Avenue Pagnol/Avenue de l'Europe » 45
8 Synthèse et conclusion 47
9 Annexes 48

Table des figures

Figure 1-1 : Réseau viaire à prendre en compte pour l'étude d'impact circulatoire de la ZAC Constance 6
Figure 2-1 : zonage du modèle M13+ 7
Figure 2-2 : zonage du modèle sur la commune d'Aix-en-Provence 8
Figure 2-3 : réseau de voirie du modèle M13+ 9
Figure 3-1 : Périmètre d'étude 10
Figure 4-1 : Carte des vitesses à vides modélisées sur Aix-en-Provence 11
Figure 4-2 : Nuages de points flux modélisés/comptages, en HPM et HPS 2020 14
Figure 4-3 : Carte du calage en HPM 2020 15
Figure 4-4 : Carte du calage en HPS 2020 15
Figure 4-5 : Carte de congestion - situation de calage HPM 2020 16
Figure 4-6 : Carte de congestion - situation de calage HPS 2020 16
Figure 5-1 : Aménagements ajoutés au modèle à l'horizon 2035 19
Figure 5-2 : Projets routiers inclus à l'horizon 2035 (par rapport à la situation de calage 2020) 20
Figure 5-3 : tracé de la ligne BHNS Aix gare routière - Parc d'Activités d'Aix-en-Provence (source : MAMP) 21
Figure 5-4 : Carte des P+R modélisés dans le modèle sur la ville d'Aix-en-Provence 22
Figure 5-5 : Objectifs des parts modales à l'échelle de la MAMP (source : PDM MAMP) 22
Figure 5-6 : Localisation du campus Voyage Privé 23
Figure 5-7 : réseau routier dans le scénario "sans ZAC de la Constance" 24
Figure 5-8 : Zonage affiné sur la Constance 25
Figure 5-9 : Accès routiers à la Constance 25
Figure 5-10 : Réseau de voirie dans la ZAC Constance 27
Figure 5-11 : Réseau modélisé dans la Constance – scénario « avec ZAC de la Constance » 28
Figure 5-12 : Accessibilité du projet de ZAC Constance en marche à pied 29
Figure 5-13 : Réseau cyclable interconnecté au projet ZAC Constance 30
Figure 5-14 : Accessibilité du projet ZAC Constance à vélo 31
Figure 5-15 : Lignes de bus desservant la Constance – scénario « avec ZAC de la Constance » 32
Figure 6-1 : Volume de trafic et congestion - situation de référence - HPM 2035 33
Figure 6-2 : Chevelus des déplacements ZAC Constance – situation projet – HPM 2035 34
Figure 6-3 : Ecarts de trafic entre le scénario de référence et le scénario de projet – HPM 2035 35
Figure 6-4 : Volume de trafic et congestion - situation de projet - HPM 2035 36
Figure 6-5 : Volume de trafic et congestion - situation de référence - HPS 2035 37
Figure 6-6 : Chevelus des déplacements ZAC Constance – situation projet – HPS 2035 37
Figure 6-7 : Ecarts de trafic entre le scénario de référence et le scénario de projet – HPS 2035 39
Figure 6-8 : Volume de trafic et congestion - situation de projet - HPS 2035 39
Figure 7-1 : Carte des intersections autour du projet 40
Figure 9-1 : Carte des GEH en HPM 2020 48
Figure 9-2 : Carte des GEH en HPS 2020 48

Table des tableaux

Tableau 4-1 : GEH obtenus sur la sélection de poste de comptages, en HPM et HPS 2020 14
Tableau 5-1 : Projets des aménagements codés dans le modèle à l'horizon 2035 18
Tableau 5-2 : répartition du programme de la ZAC de la Constance dans les 7 zones du modèle 26
Tableau 5-3 : Population, emplois et places en établissement scolaire codées dans les zones de la Constance .. 26
Tableau 7-1 : Coefficients de passage de l'heure de pointe à l'hyperpointe 41
Tableau 7-2 : Matrice des mouvements tournants – Giratoire de l'Ensoleillée – HPM 2035 41
Tableau 7-3 : Matrice des mouvements tournants – Giratoire de l'Ensoleillée – HPS 2035 41
Tableau 7-4 : Résultats des modélisations à l'HPM 2035 - Giratoire de l'Ensoleillée 42
Tableau 7-5 : Résultats des modélisations à l'HPS 2035 - Giratoire de l'Ensoleillée 42
Tableau 7-6 : Matrice des mouvements tournants – Carrefour à feux « Avenue du Club Hippique/Chemin Roger Martin/Chemin des Cavaliers » – HPM 2035 42
Tableau 7-7 : Matrice des mouvements tournants – Carrefour à feux « Avenue du Club Hippique/Chemin Roger Martin/Chemin des Cavaliers » – HPS 2035 43
Tableau 7-8 : Résultats des modélisations à l'HPM 2035 - Carrefour à feux « Avenue du Club Hippique/Chemin Roger Martin/Chemin des Cavaliers » 43
Tableau 7-9 : Résultats des modélisations à l'HPS 2035 - Carrefour à feux « Avenue du Club Hippique/Chemin Roger Martin/Chemin des Cavaliers » 43
Tableau 7-10 : Matrice des mouvements tournants – Carrefour à feux « Route de Valcros/Boulevard du Coq d'Argent/Boulevard des Vignes de Marius » – HPM 2035 44

Tableau 7-11 : Matrice des mouvements tournants – Carrefour à feux « Route de Valcros/Boulevard du Coq d'Argent/Boulevard des Vignes de Marius » – HPS 2035 44
Tableau 7-12 : Résultats des modélisations à l'HPM 2035 - Carrefour à feux « Route de Valcros/Boulevard du Coq d'Argent/Boulevard des Vignes de Marius » 44
Tableau 7-13 : Résultats des modélisations à l'HPS 2035 - Carrefour à feux « Route de Valcros/Boulevard du Coq d'Argent/Boulevard des Vignes de Marius » 45
Tableau 7-14 : Matrice des mouvements tournants – Giratoire « Avenue Saint-John Perse/Avenue Pagnol/Avenue de l'Europe » – HPM 2035 45
Tableau 7-15 : Matrice des mouvements tournants – Giratoire « Avenue Saint-John Perse/Avenue Pagnol/Avenue de l'Europe » – HPS 2035 46
Tableau 7-16 : Résultats des modélisations à l'HPM 2035 - Giratoire « Avenue Saint-John Perse/Avenue Pagnol/Avenue de l'Europe » 46
Tableau 7-17 : Résultats des modélisations à l'HPS 2035 - Giratoire « Avenue Saint-John Perse/Avenue Pagnol/Avenue de l'Europe » 46

1 OBJECTIFS DE L'ETUDE

Les pouvoirs publics s'interrogent sur le devenir du système de transport de la Ville d'Aix-en-Provence, en premier lieu de son réseau routier. La situation actuelle en effet apparaît fortement dégradée et les projets de développement urbains situés en périphérie du centre-ville, au-delà des autoroutes A8 et A51 qui sillonnent et irriguent le territoire, risquent d'accentuer cette évolution, jusqu'à un point qui pourrait devenir inacceptable par les populations et par les décideurs publics et privés, au vu de l'impact négatif sur l'économie locale et sur la qualité de vie en général.

Dans le cadre de l'opération ZAC de la Constance, le sous-préfet des Bouches-du-Rhône a ainsi demandé à la SPLA de réaliser une note de synthèse sur l'impact circulatoire du projet.

Pour répondre à cette demande, setec international a réalisé une étude de trafic à l'aide du modèle M13+, permettant d'évaluer l'impact trafic de la ZAC de la Constance sur le réseau de voirie défini dans le schéma ci-dessous par la maîtrise d'ouvrage.

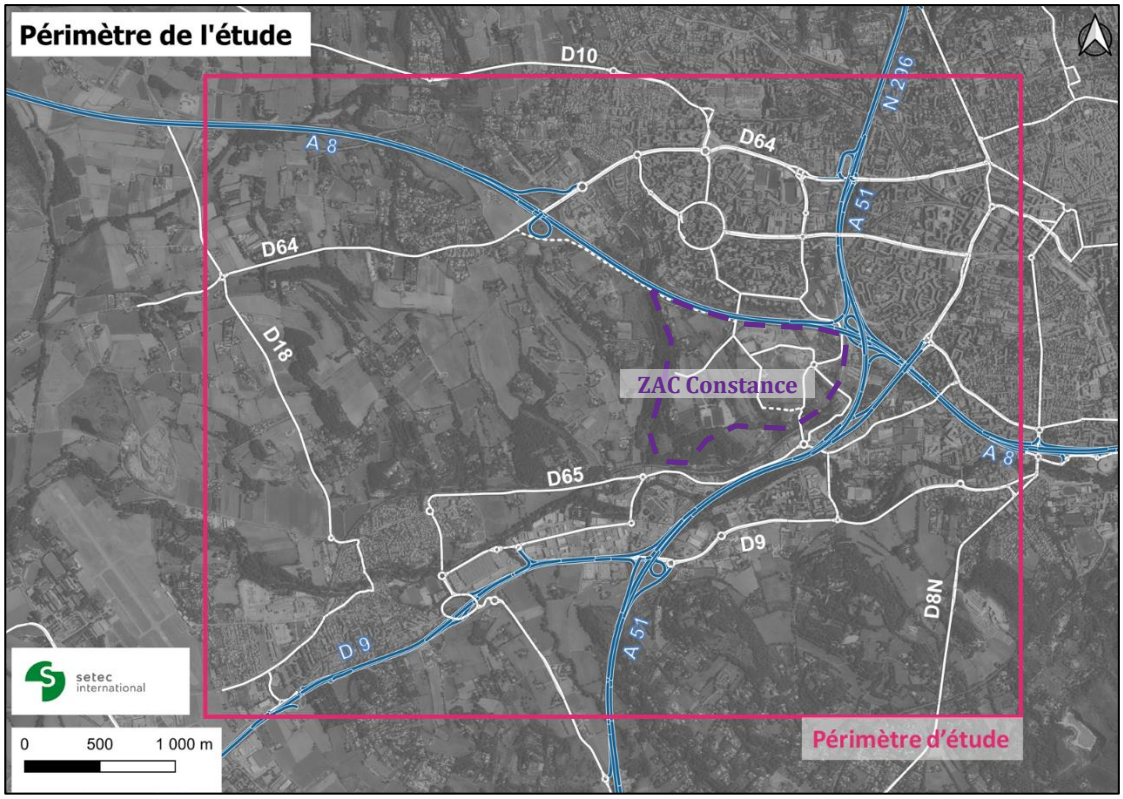


Figure 1-1 : Réseau viaire à prendre en compte pour l'étude d'impact circulatoire de la ZAC Constance

2 PRESENTATION DU MODELE DE TRAFIC M13+

Le modèle de trafic utilisé pour cette étude est le modèle « M13+ » qui est un modèle partenarial développé par setec pour le compte de la Métropole Aix Marseille Provence (MAMP). Il a servi à de nombreuses études sur le territoire métropolitain.

Le modèle M13+, qui s'appuie sur le logiciel de modélisation de trafic TransCAD, permet de réaliser des prévisions de trafic à horizon futur, en faisant évoluer la demande et l'offre de transport selon différents scénarios (définis ci-après dans la suite du rapport pour la présente étude). Il s'agit d'un modèle macroscopique statique, qui donne de meilleurs résultats sur un périmètre aussi vaste que celui de l'étude, notamment en termes de choix d'itinéraire et de projection à horizon futur.

Il s'agit d'un modèle macroscopique statique qui donne les meilleures

La demande de transport repose sur un zonage du périmètre d'étude en zones homogènes dotées chacune d'un centroïde (point fictif concentrant la demande de transport) raccordé aux réseaux.

Le modèle M13+ comprend ainsi 877 zones couvrant la métropole d'Aix-Marseille :

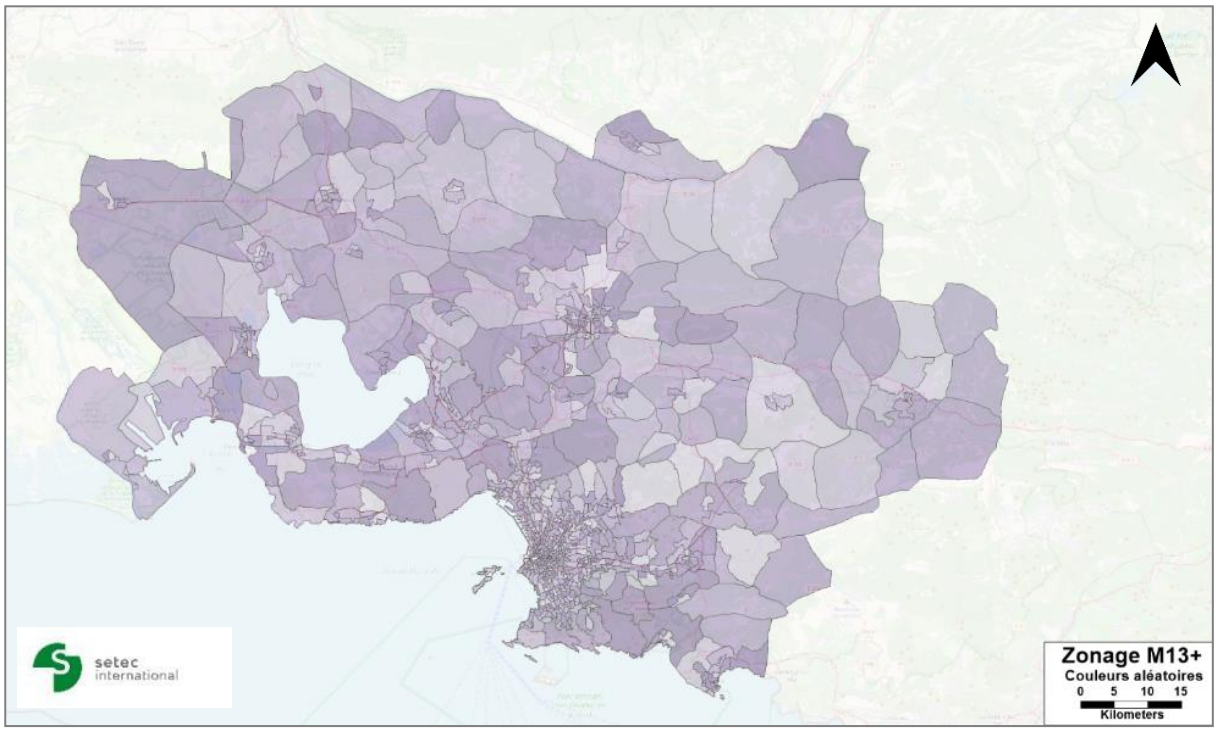


Figure 2-1 : zonage du modèle M13+

La totalité de la commune d'Aix est donc incluse dans le périmètre du modèle.

La demande de transport est générée à partir des données socio-démographiques suivantes, qui caractérisent chaque zone :

- Population ;
- Actifs ;
- Emplois au lieu de travail ;
- Emplois à haute attractivité (utilisés pour refléter l'importance des pôles commerciaux ou de services, par exemple) ;
- Elèves de primaire, collège, lycée et enseignement supérieur (au domicile) ;
- Nombre de places en collèges, lycées et enseignement supérieur (au lieu d'études).

A noter que les données de population et d'emplois par zone (y compris en projection) ont été fournies par l'AgAM. Les autres variables zonales ont été calculées à partir des données INSEE.

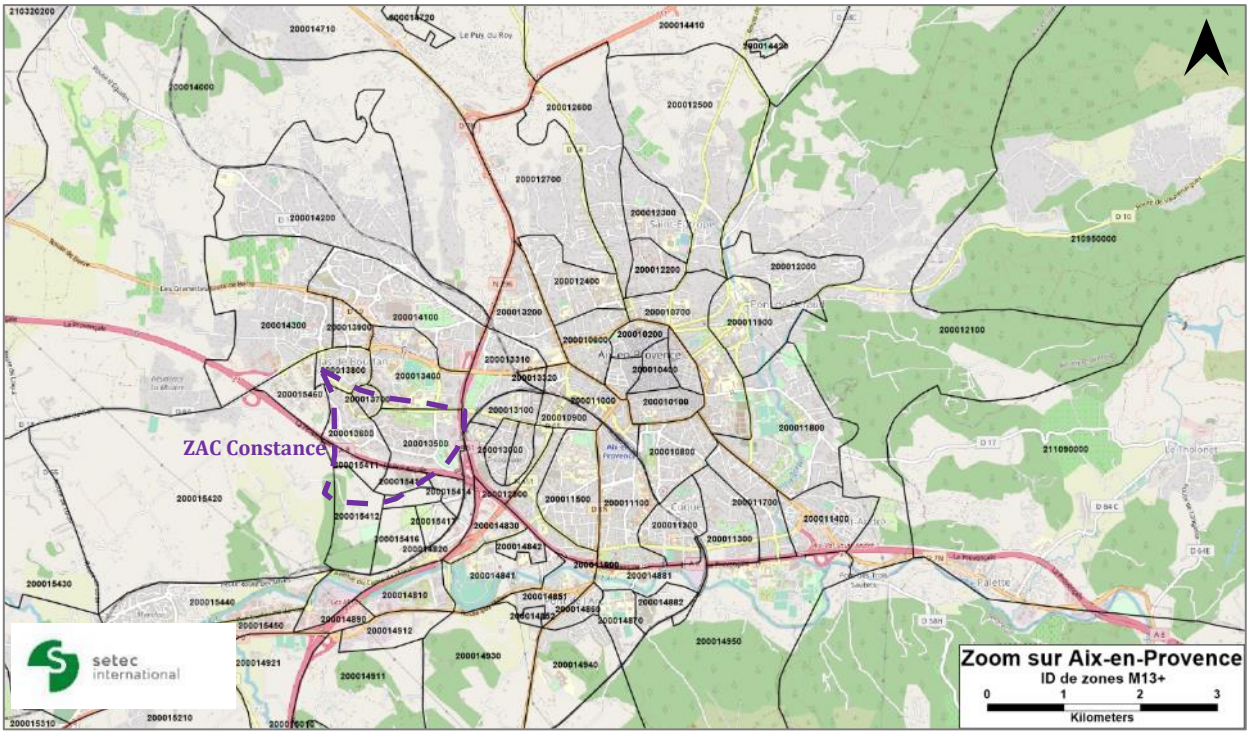


Figure 2-2 : zonage du modèle sur la commune d'Aix-en-Provence

4 périodes horaires représentatives de la demande d'un Jour Ouvrable de Base (JOB) sont modélisées dans M13+ :

- **L'Heure de Pointe du Matin** (HPM) qui représente une heure moyenne de la période de pointe du matin (7h-9h) ;
- L'Heure Moyenne (HM) qui représente une heure moyenne de la période moyenne (9h-16h) ;
- **L'Heure de Pointe du Soir** (HPS) qui représente une heure moyenne de la période de pointe du soir (17h-19h) ;
- Et l'Heure Creuse (HC) qui représente une heure moyenne de la période creuse (19h-7h).

L'offre de transport du modèle M13+ s'appuies sur la description d'un réseau de voirie qui supporte différents modes de transport :

- VP (Voiture Particulière) ;
- TC (Transport Collectif) ;
- P+R (VP+TC) ;
- et modes actifs (non affectés).

Le modèle comporte ainsi plus de :

- 67 000 arcs routiers ;
- 300 lignes TC exécutant 820 missions ;
- 17 100 points de desserte TC ;
- 40 P+R.

A horizon futur, la version du modèle M13+ utilisée s'appuie sur le scénario de développement du **Plan de Mobilité Métropolitain 2020-2030** approuvé par le Conseil de la Métropole Aix Marseille Provence le 16 décembre 2021. Celui-ci définit l'organisation des déplacements des personnes et des marchandises sur une période de dix ans (2020-2030) et en particulier les projets d'infrastructure routière, de développement des TC et des modes actifs inclus dans le modèle.



Figure 2-3 : réseau de voirie du modèle M13+

3 HYPOTHESES DE MODELISATION

Les hypothèses de modélisation suivantes ont été définies de concert avec le Maître d'Ouvrage :

- **Périmètre d'étude**

  Le périmètre d'étude englobe le réseau routier transmis par la maitrise d'ouvrage (cf. Figure 1-1).

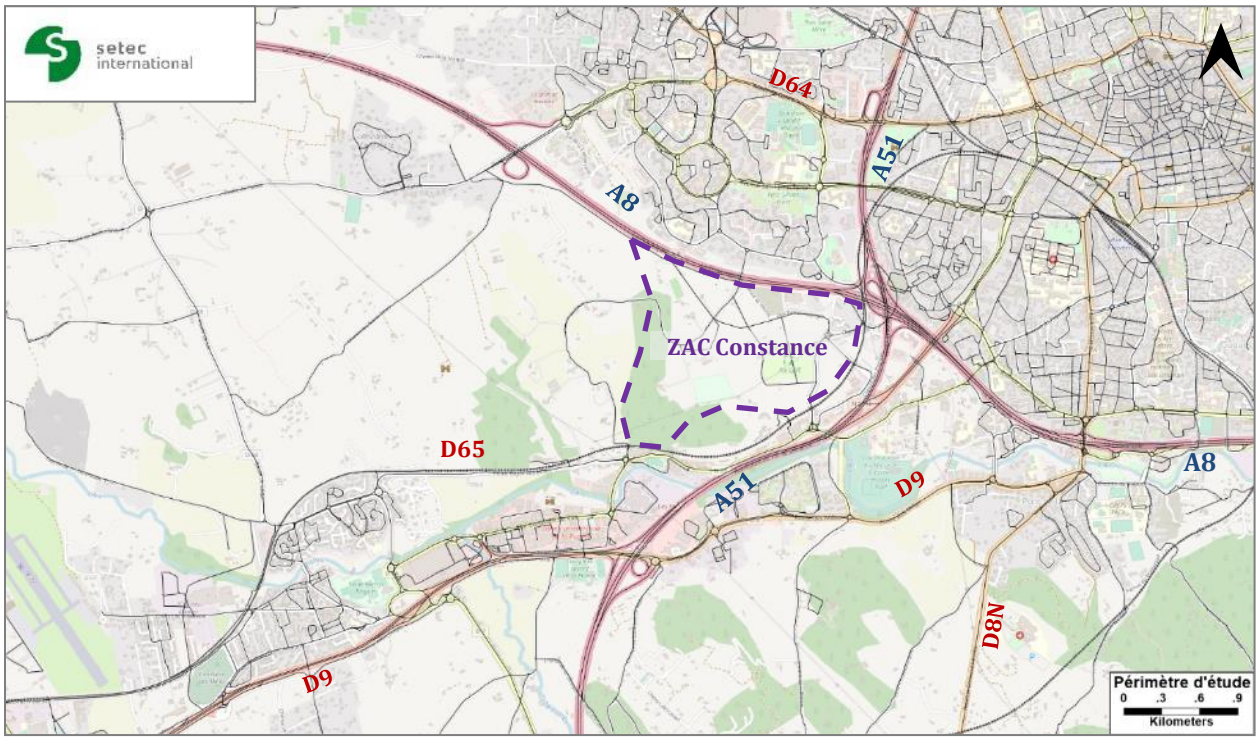


Figure 3-1 : Périmètre d'étude

- **Périodes modélisées**

Le modèle de prévisions de trafic utilisé (M13+) fournit des prévisions de trafic en heures de pointe moyennes (périodes les plus dimensionnantes en termes de congestion routière) :

- **HPM :** heure moyenne de la période de pointe du matin (7h-9h)
- **HPS :** heure moyenne de la période de pointe du soir (17h-19h)

Pour l'étude globale des flux générés par le projet, le recours à la moyenne des trafics en période de pointe se justifie notamment car :

- l'hyperpointe peut varier selon les secteurs, du fait de l'étendue de la zone d'étude et des effets de la congestion,
- le dimensionnement des infrastructures ne se fait pas à l'hyperpointe, notamment dans le cadre d'une politique de développement des TC (sauf lorsqu'il y a des enjeux de sécurité liés aux remontées de file),
- la pertinence statistique d'une moyenne de trafic sur la période de pointe est meilleure que celle de réalisée pour une seule heure de comptage, du fait de la taille des échantillons et de la variabilité des trafics,
- l'écart du trafic horaire entre l'hyperpointe (17h-18h) du soir et la moyenne de la période de pointe du soir (16h-19h) est faible, de l'ordre 5 %. Le matin, l'écart entre l'hyperpointe et la moyenne de la période de pointe est plus élevé, de l'ordre de 10%.

Dans le chapitre 7, où l'analyse des impacts circulatoires du projet est affinée au niveau des carrefours proches de la ZAC, le calcul des réserves de capacité est réalisé à l'hyperpointe, pour enrichir l'analyse.

- **Horizon futur**

La modélisation est réalisée à l'horizon **2035**. En effet, à cet horizon, la ZAC Constance est entièrement achevée (date de livraison des derniers lots prévue pour 2034).

NB : selon les prescriptions de l'AgAM, compte tenu des incertitudes sur les données socio-démographiques, celles-ci sont gelées à partir de 2030.

4 MISE A JOUR DU MODELE M13+

4.1 MISE A JOUR DU RESEAU VIAIRE

Les caractéristiques de la voirie (sens de circulation, nombre de voies, vitesse à vide[1], capacité[2]) ont été vérifiées sur toute la commune d'Aix-en-Provence et mises à jour quand nécessaire afin de s'assurer que le réseau encodé dans le modèle en situation actuelle reflète bien les observations in situ et les données recueillies.

Une attention particulière a été apportée au réseau environnant la Constance, objet de l'étude d'impact circulatoire.

4.1.1 Plan de circulation

Le plan de circulation a été mis à jour pour prendre en compte les modifications les plus récentes (sens uniques, routes barrées, mouvements interdits, etc.).

Les vitesses à vide sur le secteur d'Aix-en-Provence ont également été mises à jour à partir des données disponibles sur le site OpenStreetMap. Elles sont représentées dans la figure ci-après :

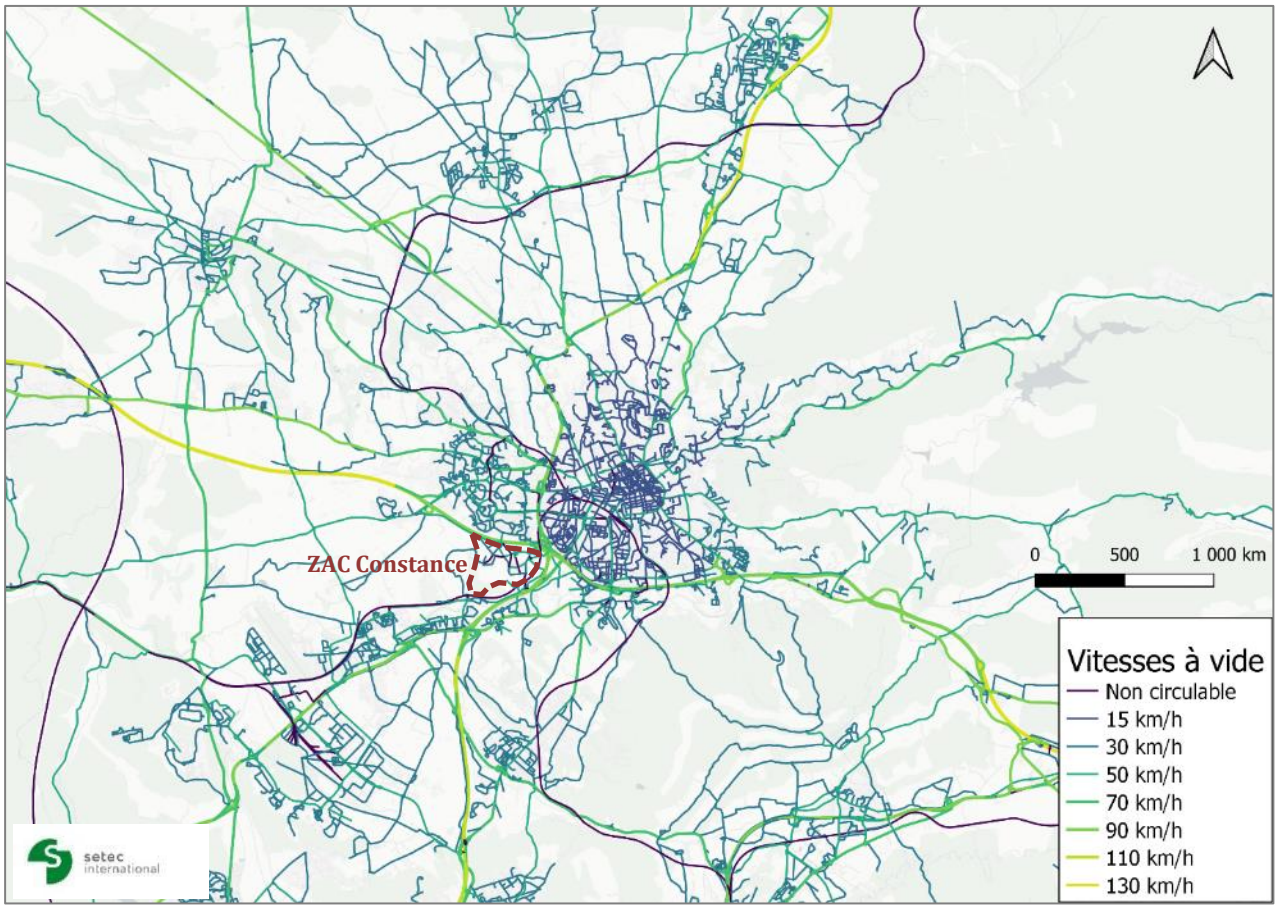


Figure 4-1 : Carte des vitesses à vides modélisées sur Aix-en-Provence

Pour rappel : la vitesse à vide encodée dans le modèle peut différer de la vitesse limite autorisée. Ainsi, en milieu urbain, elle est souvent inférieure pour tenir compte des feux, passages piétons et autres interfaces rencontrées sur les itinéraires.

[1] *Vitesse à vitesse : vitesse en écoulement fluide. Elle dépend de la vitesse maximale autorisées mais également de la présence d'intersections ou d'interfaces avec d'autres modes.*
[2] *Capacité d'un tronçon routier : débit maximal de véhicules qu'il peut écouler*

4.1.2 *Capacités routières*

Un travail important de détermination des capacités des carrefours a été réalisé par nos collègues de setec its pour le compte de la ville d'Aix-en-Provence, au travers de l'analyse :

- Des comptages permanents transmis par la ville d'Aix-en-Provence (diagrammes débit/concentration) ;
- De données de programmation des feux de signalisation de la commune ;
- De la géométrie des giratoires (avec le logiciel Girabase).

Ce travail a été intégré aux mises à jour du modèle M13+ (332 arc mis à jour en tout) : l'affinage des capacités permet en effet de mieux retranscrire dans le modèle les phénomènes de congestion et de report (lorsque le flux empruntant une route est proche de sa capacité, celle-ci sature : la durée nécessaire pour la parcourir est alors beaucoup plus importante, ce qui incite les automobilistes à emprunter un autre itinéraire).

4.2 RECALAGE DU MODELE M13+

4.2.1 *Principe du recalage*

Un recalage du modèle M13+ a été réalisé :

- à l'heure de pointe du matin et à l'heure de pointe du soir,
- à l'horizon de calage 2020 (pré COVID et avant mise en service des ponts de Beltrame et de la Guiramande, respectivement en décembre 2020 et juin 2021),
- dans un périmètre élargi autour de la zone d'étude.

Compte tenu des délais d'étude, le recalage du modèle, qui est un processus itératif pouvant être assez long, a été réalisé en priorité :

- en débit VP ;
- et en restitution visuelle de la congestion.

4.2.2 *Recueil de données pour le calage*

Les données de comptages utilisées pour le calage sont les suivantes :

- Comptages permanents (PTM) à la journée, transmis par la ville d'Aix sur une période qui s'étale du 1er juillet 2020 au 1er janvier 2022 ;
- Comptages temporaires aux heures de pointe, transmis par la ville d'Aix, qui ont été réalisés au cours de diverses études (comptages réalisés en 2019, 2020 ou 2021) ;
- Comptages réalisés par la SPLA pour l'étude de la ZAC Barida (comptages réalisés du 28 janvier au 4 février 2020)[3] ;
- Comptages temporaires aux heures de pointe transmis par le CD13, réalisés au cours des études du contournement de Célony et de Saint-Cannat (datant de 2017), et d'une étude de trafic sur le tourne-à-gauche de l'échangeur A51-RD9 (datant de 2020, comptages réalisés en octobre 2019) ;
- Comptages automatiques temporaires à la journée transmis par Vinci sur la RN296, l'A51 et l'A7 (comptages réalisés du 8 au 16 octobre 2020).

Ces données de comptage ont ensuite été filtrées et traitées selon le type de comptage.

Ainsi, pour les PTM, les traitements suivants ont été appliqués :

- Suppression des postes situés dans la zone d'influence des ponts Beltrame et Guiramande ;
- Suppression des valeurs aberrantes, voire des postes dysfonctionnels ;

[3] Pour mémoire, une deuxième campagne de comptages a été menée après la mise en service des ponts de la Guiramande et du pont de Beltrame mais ses résultats de cette campagne font pas partie de la base de données de calage

- Filtrage des données pour ne conserver que les mardis et jeudis hors vacances scolaires (jours où les conditions de circulation sont considérées comme typiques d'un jour ouvré de base) : suppression de jours fériés, de vacances, de couvre-feu ou de confinement ;
- Calcul du trafic horaire moyen sur la période de pointe du matin (7h-9h) et la période de pointe du soir (16h-19h).

Pour les comptages temporaires transmis par la ville d'Aix, seuls les comptages réalisés sur l'année 2019 ont été conservés. En effet, le mois de la mesure pour certains comptages de 2020 et 2021 n'était pas précisé et il a donc été décidé de les écarter car ayant pu se dérouler en période de confinement ou de couvre-feu.

Un filtre a ensuite été réalisé par type d'axe pour ne conserver que les comptages sur les axes primaires ou secondaires.

Les comptages ont ensuite été extrapolés lorsque les périodes horaires ne correspondaient pas aux périodes horaires modélisées, au moyen de coefficients de passage calculés à partir de comptages dont le profil horaire était disponible) :

- 0,9 pour le coefficient de passage de la période 8h-9h à la période 7h-9h ;
- 0,95 pour le coefficient de passage de la période 17h-18h à la période 16h-19h ;
- 1,05 pour le coefficient de passage de la période 7h-10h à la période 7h-9h.

Les comptages transmis par le CD13 ont également été extrapolés avec ces coefficients de passage, pour passer de l'heure de pointe du comptage à la période modélisée dans le modèle.

Enfin les comptages automatiques transmis par Vinci sur les grands axes et bretelles ont été moyennés sur les mardis et jeudis, de 7h à 9h pour la période de pointe du matin et de 16h à 19h pour la période de pointe du soir.

Un dernier filtrage a été réalisé sur l'ensemble des comptages routiers pour écarter les comptages positionnés à proximité des centroïdes du modèle ou encore ceux dont la valeur semblait aberrante par rapport à d'autres comptages situés à proximité.

4.2.3 Indicateurs et cartes de calage

Le calage en débit a été réalisé sur un grand nombre de postes de comptage (286 au total), en comparant les flux modélisés et les flux observés. Pour estimer la qualité du calage en débit pour les VP, l'utilisation du coefficient GEH[4] est préconisé. Celui-ci est donné par la formule :

$$GEH = \sqrt{\frac{(x_2 - x_1)^2}{0{,}5 \cdot (x_1 + x_2)}}$$

où x1 et x2 sont respectivement les trafics observés et modélisés.

Ce coefficient permet, entre autres, de prendre en compte l'importance du flux observé dans l'appréciation de la qualité du calage, à la différence du critère de l'écart relatif entre les flux observés et modélisés.

On considère qu'un coefficient GEH inférieur à 5 indique que le calage est satisfaisant sur le poste de comptage considéré. Au-delà de 10 le calage pour le poste considéré est médiocre, voire mauvais.

Un calage manuel a d'abord été réalisé sur le réseau viaire mis à jour du modèle (présenté dans le paragraphe 4.1).

Une fois le calage manuel jugé satisfaisant, un calage automatique (avec contrainte de déformation des matrices limitée sur chaque OD limitée +/- 20 %) a ensuite été appliqué afin d'améliorer la performance du modèle.

Les GEH obtenus sur les comptages sélectionnés sont classés dans le tableau suivant, pour l'heure de pointe du matin (HPM), l'heure de pointe du soir (HPS), et l'ensemble des 2 périodes (HP) :

[4] Du nom de son auteur « Geoff Havers of the Greater London Council ».

Tableau 4-1 : GEH obtenus sur la sélection de poste de comptages, en HPM et HPS 2020

Calage + Bretelle	Toutes sources			
	HPM	HPS	HP	
GEH <=5	74	68	142	50%
5 < GEH <=10	42	42	84	29%
10 < GEH <=15	15	19	34	12%
GEH >=15	12	14	26	9%
TOTAL	**143**	**143**	**286**	**100%**

Plus de 79 % des GEH sont inférieurs à 10, ce qui est très satisfaisant.

NB : des cartes présentant les GEH de manière géolocalisées sont présentées en annexe.

Les nuages de points des flux modélisés / flux mesurés ont également été représentés dans la figure ci-après. On constate que le modèle a tendance à légèrement surestimer les flux : les coefficients des courbes de régression linéaire (y=1,05x en HPM et y=1,03x en HPS) sont en effet supérieurs à 1.

Les coefficients R^2 sont de 0,97 en HPM comme en HPS, ce qui est également très satisfaisant.

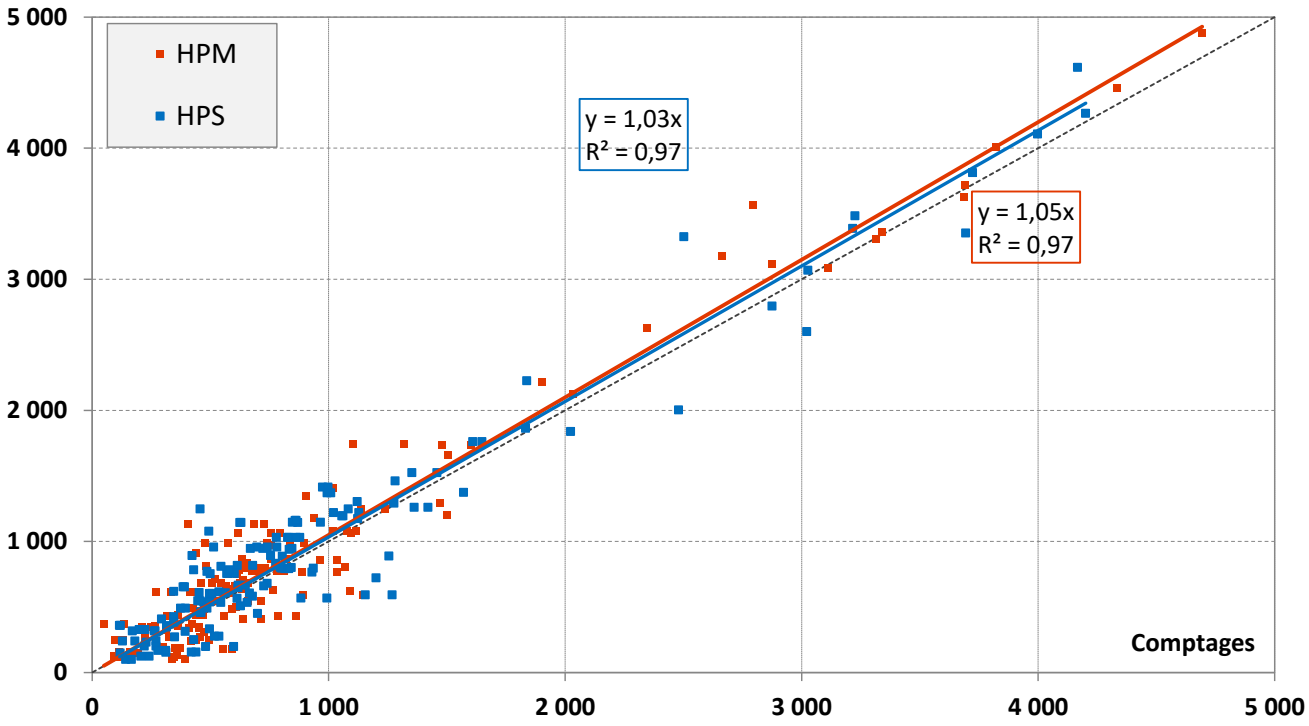


Figure 4-2 : Nuages de points flux modélisés/comptages, en HPM et HPS 2020

Le calage du modèle en débit est enfin présenté de manière géoréférencée dans les cartes suivantes, à l'HPM et à l'HPS

NB : en raison du nombre élevé de comptages, ceux-ci ne sont pas tous été affichés sur la carte.

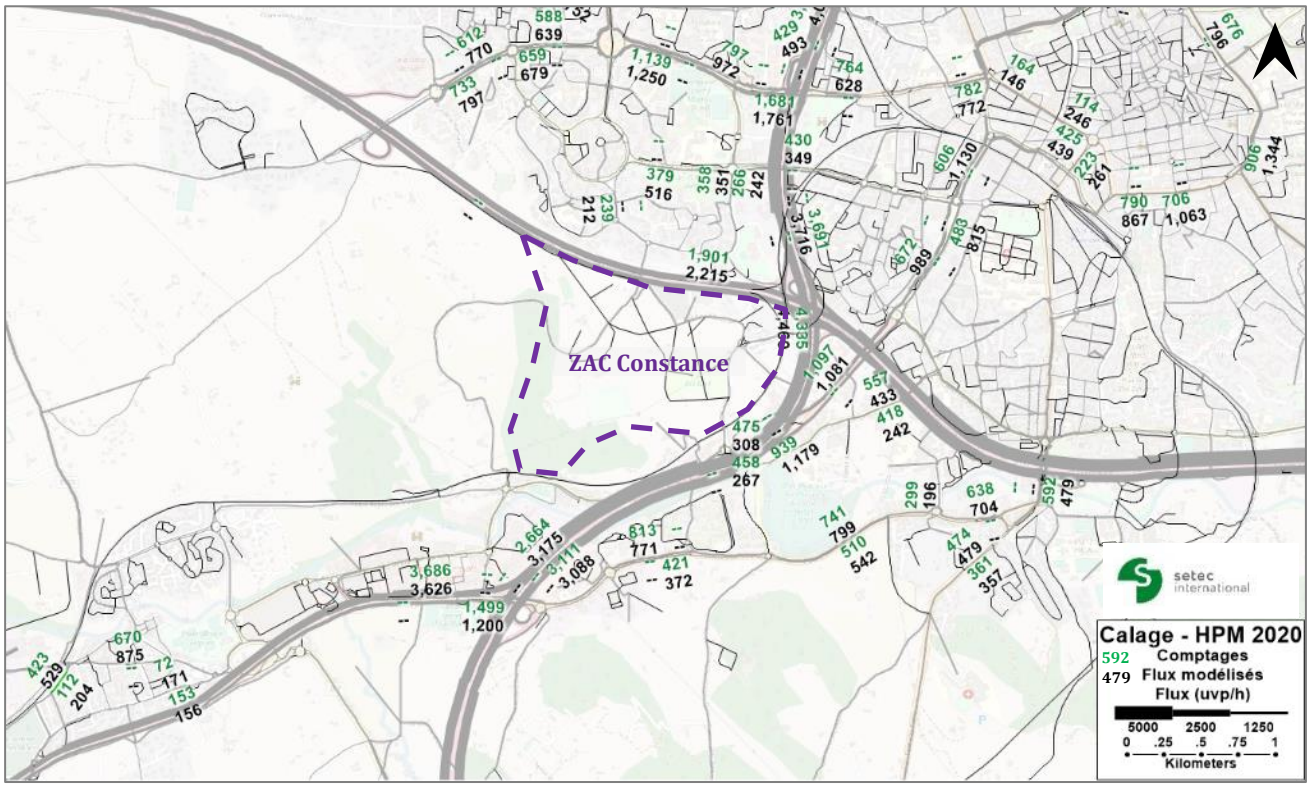


Figure 4-3 : Carte du calage en HPM 2020

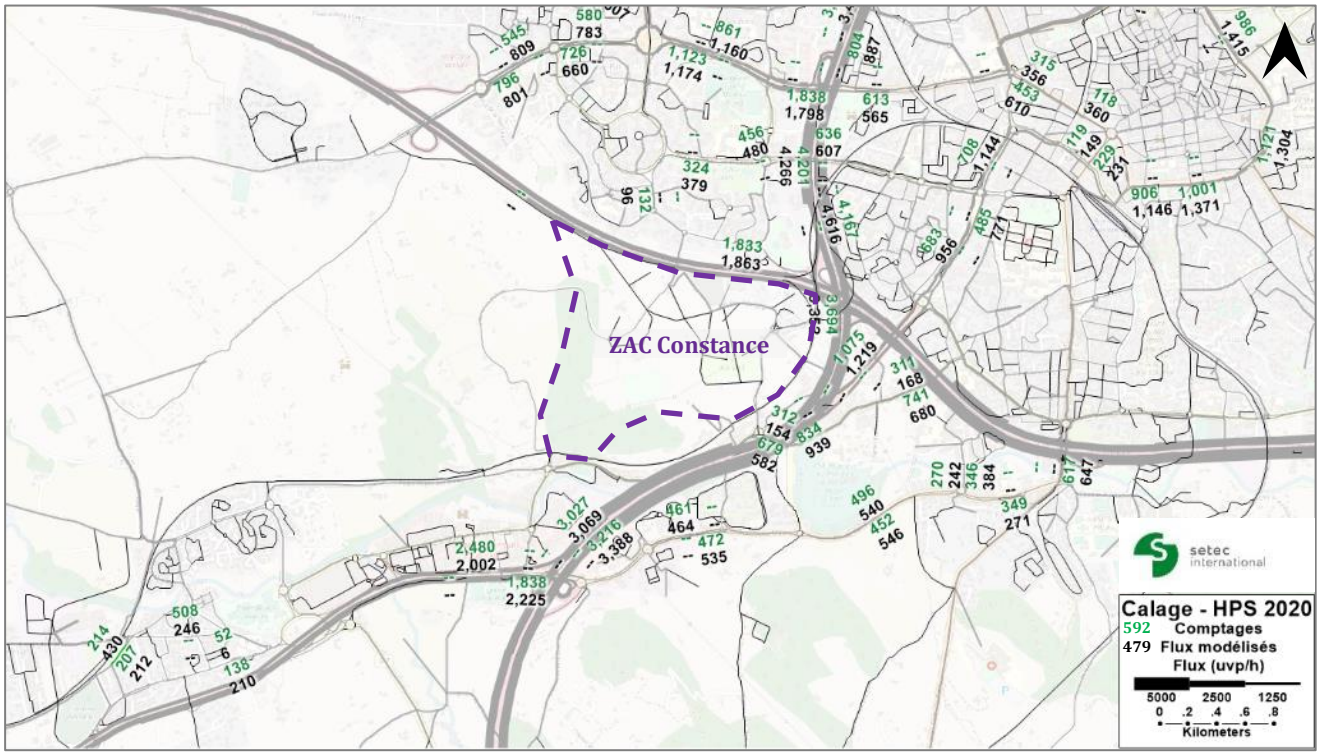


Figure 4-4 : Carte du calage en HPS 2020

Un calage visuel sur la congestion a également été réalisé (en parallèle du calage en débit) pour vérifier que la congestion observable sur la commune (notamment sur la N296, l'A51, la D9 ou le tour de ville) est bien reproduite par le modèle.

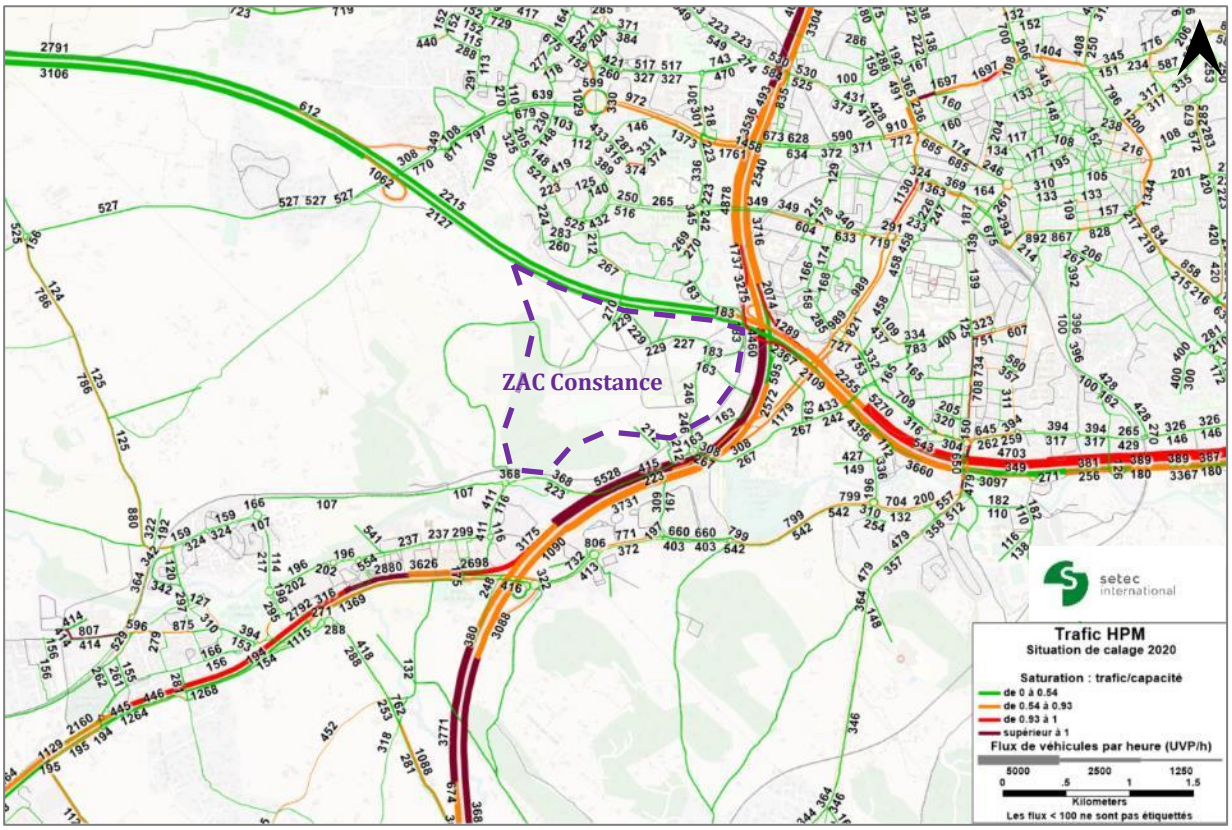


Figure 4-5 : Carte de congestion - situation de calage HPM 2020

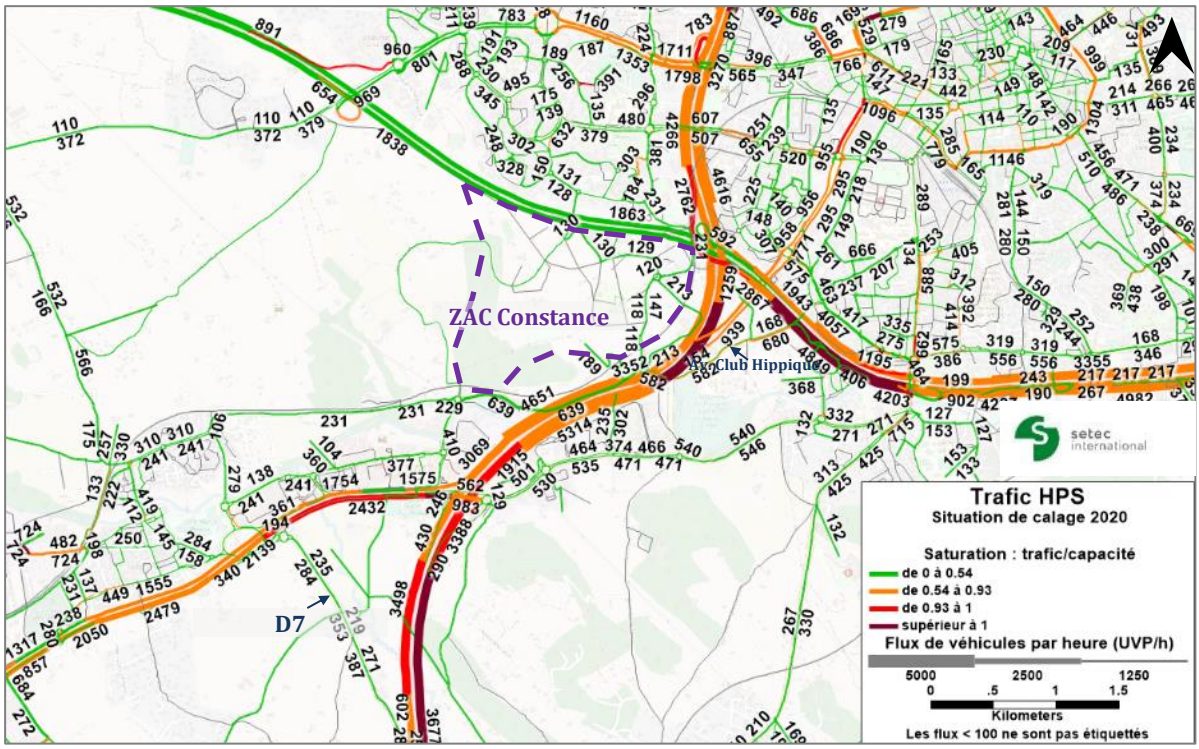


Figure 4-6 : Carte de congestion - situation de calage HPS 2020

Globalement le modèle reproduit bien le niveau de congestion sur l'ensemble du réseau routier. On note toutefois que la congestion est légèrement sous-estimée sur l'avenue du Club Hippique le soir.

De même, elle est sous-estimée sur la D7 le soir (mais cela n'a pas d'impact sur les résultats de l'étude : les capacités et flux sur cet axe pourront être affinés dans les études ultérieures, avec des données de comptages complémentaires).

5 HYPOTHESES DE PROJECTION A L'HORIZON FUTUR 2035

Afin d'estimer l'impact de la ZAC Constance sur la congestion du réseau routier, on réalise des prévisions de trafics pour 2 scénarios, que l'on compare ensuite entre eux, à savoir :

- **Le scénario de référence**, i.e. « sans ZAC de la Constance » ;
- **Le scénario de projet**, i.e. « avec ZAC de la Constance ».

Comme indiqué au §3, les prévisions de trafic sont réalisées **à l'horizon 2035**, afin de bien prendre en compte l'ensemble des aménagements prévus pour la ZAC.

Le **scénario de référence** est constitué de l'ensemble des hypothèses d'évolution les plus plausibles à l'horizon futur retenu, qui sont d'origine exogène au projet étudié.

Ces hypothèses, détaillées dans les paragraphes suivants, concernent donc principalement le contexte socio-démographique et socio-économique, ainsi que les aménagements susceptibles d'agir sur la demande de transport (réseaux de transport, projets de développement urbain et économique).

Outre quelques aspects de création de voirie, le **scénario projet** correspond à un projet de développement urbain, avec localisation sur la zone de la Constance d'un certain nombre d'habitants, d'emplois et de places en établissements scolaires, par rapport au scénario de référence.

5.1 SCENARIO DE REFERENCE 2035 (SANS ZAC CONSTANCE)

5.1.1 Projets de développements inclus à la référence

Certains aménagements qui sont aujourd'hui en cours de réalisation ou en projet sont inclus dans la référence 2035, en concordance avec le Plan de Mobilité (PDM) de la Métropole, pour ce qui concerne les infrastructures de transport.

5.1.1.1 Projets de développement urbain

La ville d'Aix-en-Provence a transmis au bureau d'étude une liste de projets urbains autour d'Aix dont la date d'achèvement est prévue au plus tard en 2035.

Il s'agit de projets de construction de logements, de zones d'activité et de commerce, de campus, comme présenté dans le Tableau 5-1 ci-après.

Pour tenir compte de ces projets de développement, on affine le zonage pour créer des zones supplémentaires sur les lieux d'implantation des projets, avec les caractéristiques socio-démographiques calculées à partir de données de programmation fournies.

Tableau 5-1 : Projets des aménagements codés dans le modèle à l'horizon 2035

Projets ZAC/OAP/Autres	Nb log	m² log	Nb emplois	m² activités	m² commerces	m² équipement	Horizon
ZAC gare TGV			3 500	100 000	5 000		2035
ZAC Barida	385	35 000		30 000	6 600	1 000	2035
La Beauvalle (ancienne étude)	300						2030
La Calade - OAP[5] 4 (études préalables ZAC 2021)				48 000			2025
Célony est - OAP 5 (estimation)	150						2030
ZAC de l'Enfant (80% déjà réalisé)			1 000				2025
Luynes sud Rempelin nord - OAP 9		32 000					2035
Rempelin/Plein Soleil - OAP 9		20 000					2035
Trois pigeons - OAP 9		9 000					2035
Maruège - OAP 10	80	8 000					2025
Plan d'Aillane - (25% déjà réalisé)				50 000	25 000	14 000	2030
Les Platanes - OAP 12	50	6000				2 000	2030
Pont de l'Arc - Félicité - OAP 13	50						2035
Pont de l'Arc – Pauliane/Viaduc - OAP 14 (50% déjà réalisé)	300		100[6]			20 000 (2000 étudiants en simultané[4])	2030
Puyricard - Palombes - OAP 15	200	16 000					2025
St Hilaire - OAP 19 (estimation)				75 000			2030
Projet Tourillon (études ZAC en cours)				30 000			2025
Basse Duranne (réalisé à 50%)	500						2025
Haute Duranne (60% déjà réalisé)	2 300						2030
Ilot Galice (étude circulatoire SEMEPA)	380						2030
PUP La Pomone (doc. urba.)	232			8 000			2025

Les données de programmation de logements, activités tertiaires commerces et établissements scolaires sont ainsi traduites en nombre d'habitants, d'actifs, d'étudiants, d'emplois et de places en établissement scolaire. Les hypothèses retenues pour cela sont les suivantes :

- **Population**

La détermination du nombre d'habitants, d'actifs et d'élèves fréquentant un établissement scolaire se fonde sur des ratios calculés principalement sur les données de l'IRIS[7] « Arbois Partie Ouest ». La typologie urbaine de cet IRIS, contenant essentiellement la ZAC de la Duranne, semble en effet assez proche de celle des projets d'aménagement urbain envisagés.

Dans cet IRIS « Artois Partie Ouest », on compte, d'après les dernières données de l'INSEE (2017/2018) :

[5] *OAP : Orientations d'aménagement et de programmation*
[6] *Données du projet « Campus Pauliane »*
[7] *IRIS : Ilots Regroupés pour l'Information Statistique. Brique de base de l'INSEE en matière de diffusion de données infra-communales*

- **1,99 habitants par logement ;**
- **66%** des habitants sont des **actifs ;**
- **23%** des habitants **fréquentent un établissement scolaire** (écoliers, collégiens, lycéens, étudiants du supérieur).

Pour les projets qui ne comportent que l'indication de la surface construite consacrée aux logements, le ratio d'**1 logement pour 100 m²** de surface construite a été retenu pour les calculs.

- **Emplois**

Pour les emplois créés, le ratio retenu est celui que l'on retient classiquement pour les études d'aménagement de ZAC soit **un emploi pour 30 m² d'activités tertiaires ou de commerces**.

Ainsi, l'ensemble des projets d'aménagement urbain prévus ci-dessus (hors bâtiments déjà réalisés) correspond à environ **7 300 habitants** et **12 300 emplois**.

Ci-dessous, la Figure 5-1 présente les aménagements urbains les plus proches de la Constance.

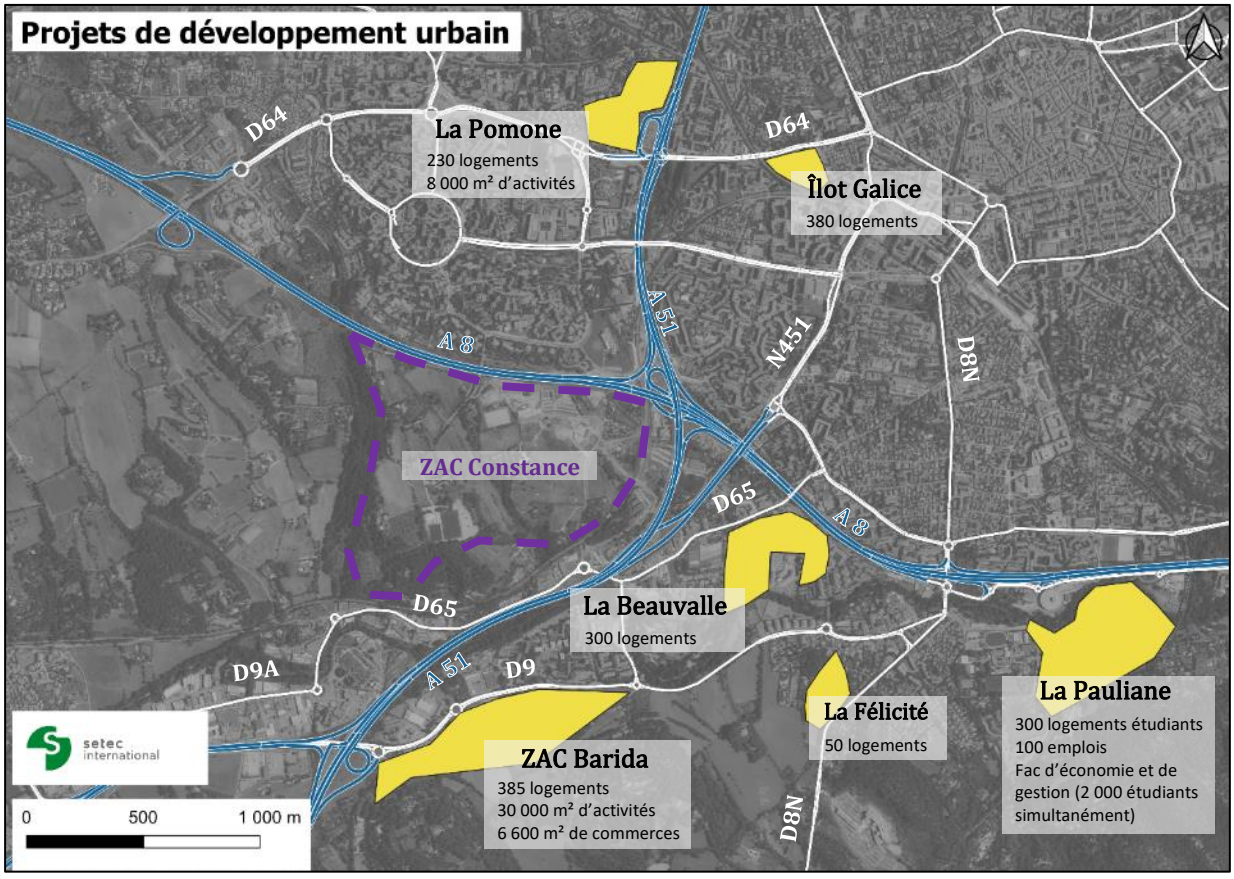


Figure 5-1 : Aménagements ajoutés au modèle à l'horizon 2035

5.1.1.2 Projets d'infrastructure routière

Le modèle M13+ comporte aux horizons futurs un certain nombre de projets routiers, programmés dans le PDM de la Métropole, et achevés d'ici 2035.

Pour les besoins de la présente étude, l'encodage de ces projets a été vérifié et mis à jour avec les informations disponibles les plus récentes.

Autour de la zone d'étude, il s'agit principalement des projets suivants (cf. Figure 5-2) :

- Pont Beltrame (réalisé) : celui-ci permettra les échanges avec l'A51 Sud ;
- Pont de la Guiramande (réalisé) : ce pont permet notamment de délester l'échangeur du pont de l'Arc d'une partie de son trafic ;
- Bretelle A51 Nord – A8 Ouest (réalisée) et bretelle A8 Ouest - A51 Nord (2026) : celles-ci font baisser de manière importante le trafic de transit sur la route de Gallice (D64) et l'échangeur D64/A51 ;
- Reconfiguration de l'échangeur du Pont de l'Arc (2025) ;
- Contournement Ouest des Milles (2025) ;
- Barreau de la Félicité – RD8n/RD65 (à préciser).

NB : Le pont Beltrame et le pont de la Guiramande, aujourd'hui en service, font partie des projets ajoutés à la référence 2030 car ils n'étaient pas en service à l'horizon retenu pour le calage du modèle (2020 pré-Covid). Si ces projets ne sont pas inclus dans le périmètre de la ZAC Constance (et font donc partie de la situation de référence), on peut toutefois rappeler ici qu'ils ont été réalisés en anticipation de l'achèvement de la ZAC.

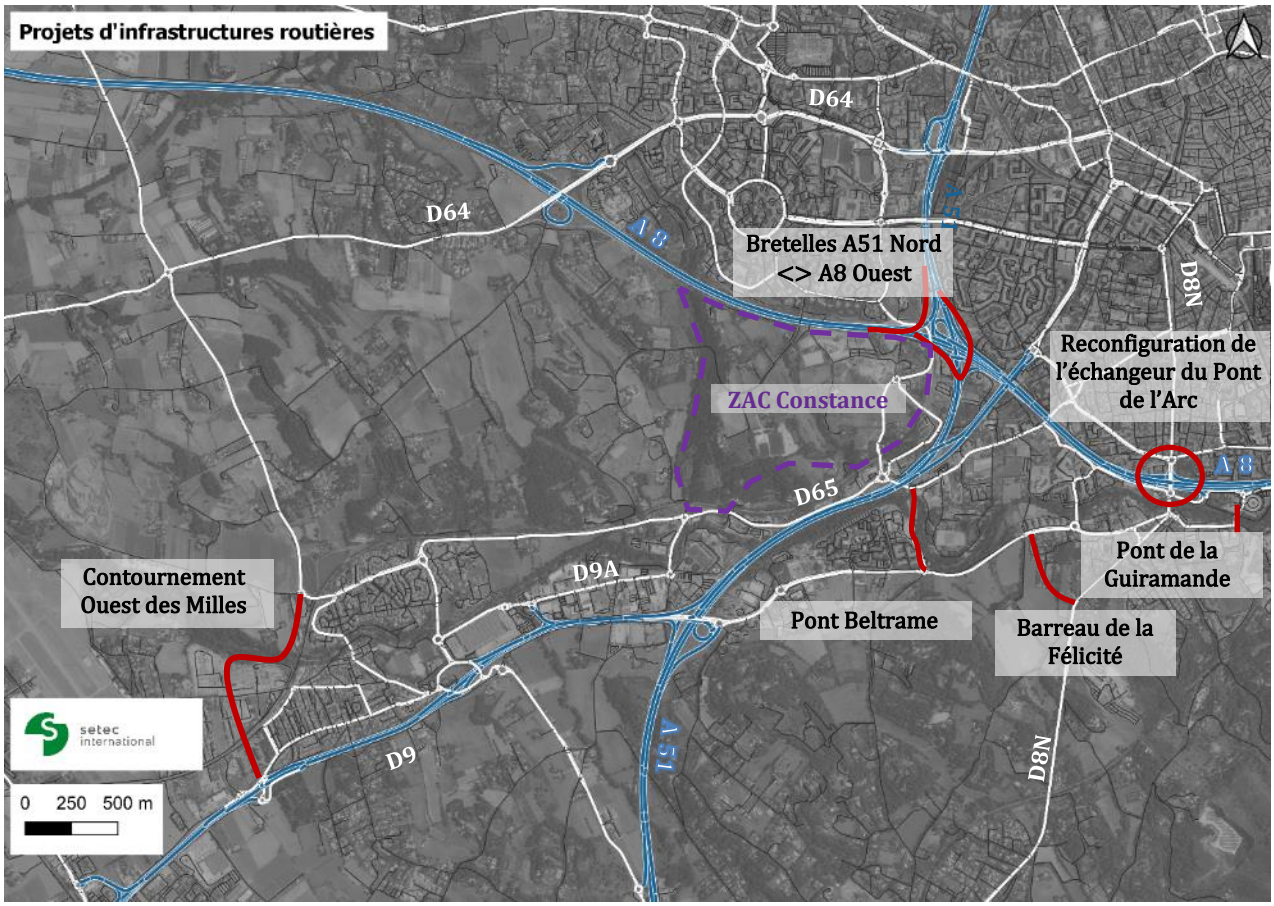


Figure 5-2 : Projets routiers inclus à l'horizon 2035 (par rapport à la situation de calage 2020)

5.1.1.3 Développement du réseau de transport collectif

Comme pour les réseaux routiers, le modèle M13+ comporte aux horizons futurs les nouvelles lignes de transports collectifs prévues par le PDM Métropolitain, devant être mises en service d'ici 2030 : ces lignes sont donc inclues au scénario de référence de l'étude.

En particulier, la ligne de **Bus à Haut Niveau de Service** (BHNS) qui doit circuler sur une plateforme ferroviaire adaptée de la ligne ferroviaire existante (Aix-Rognac), **entre la gare routière d'Aix et le Parc d'Activités d'Aix-en-Provence** a

été modélisé selon les données ci-après (tracé et fréquences) fournies par la Métropole (NB : il s'agit de pistes de réflexion, les études sont en cours).

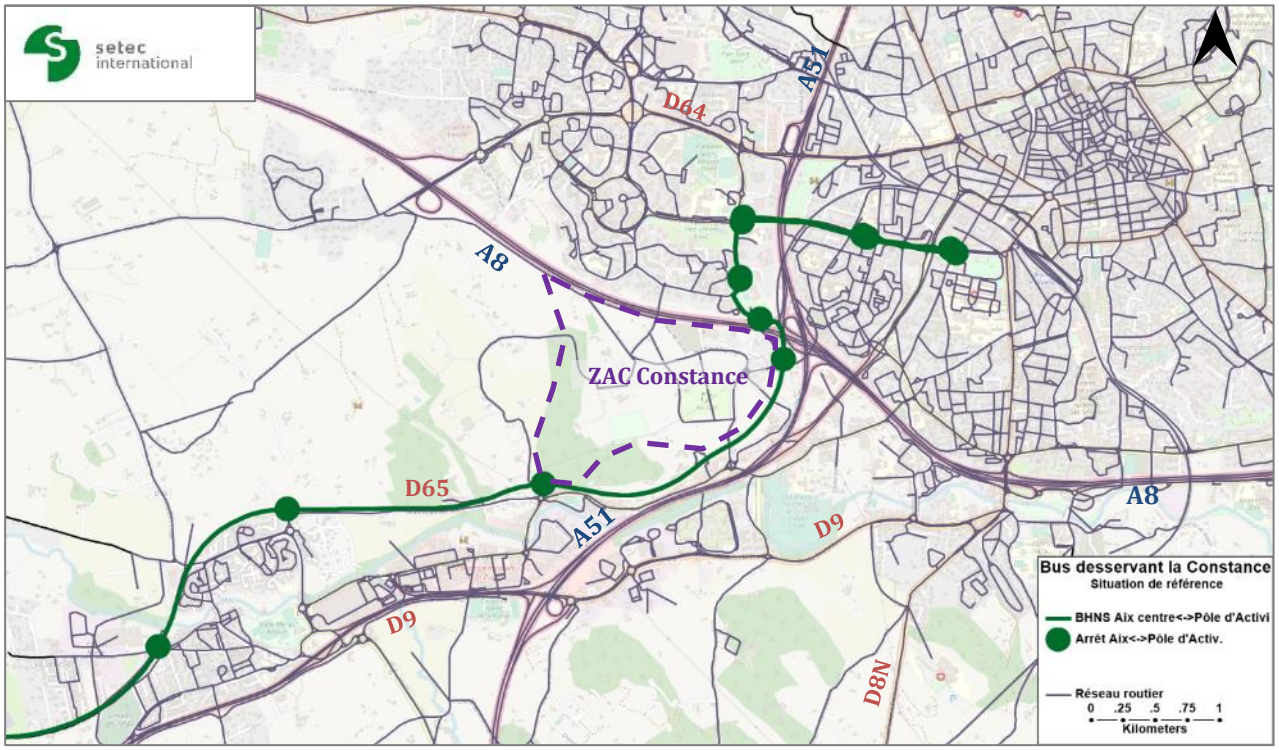


Figure 5-3 : tracé de la ligne BHNS Aix gare routière - Parc d'Activités d'Aix-en-Provence (source : MAMP)

La fréquence prévue sur cette ligne est :

- 1 bus toutes les 5 à 6 minutes en heure de pointe ;
- 1 bus toutes les 8 à 10 minutes en heure creuse.

Parmi les autres projets TC intégrés à la référence, on peut également citer :

- La ligne de BHNS « Hauts-de-Brunet – Malacrida », desservant la ville du nord au sud, (notamment le pôle hospitalier) ;
- Le **Réseau Express Métropolitain** (REM) de cars sur autoroute, modélisé dans une version actualisée par rapport à celle décrit dans le PDM (les études détaillées de ce réseau sont en cours). Les lignes du réseau REM desservant la commune Aix-en-Provence (et certains de ses P+R) sont les suivantes :
  - Aix gare routière – Marseille Saint-Charles,
  - Aix Malacrida – Marseille Saint-Charles,
  - Aix Lieutenant-Colonel JeanPierre – Marseille Arenc,
  - Aix Arbois – Marseille Saint-Charles,
  - Aix gare routière – Salon gare via A8,
  - Aix gare routière – Salon gare via Lambesc,
  - Aix gare routière – Trets gare routière,
  - Aix gare routière – Aubagne gare,
  - Aix gare routière – Vitrolles Cap Horizon,
  - Aix gare routière – Aéroport,
  - Aix gare routière – Pertuis, Aix – Martigues Hôtel de Ville.

A noter que le réseau de parkings-relais est également modélisé dans M13+ (cf. Figure 5-4 ci-après) :

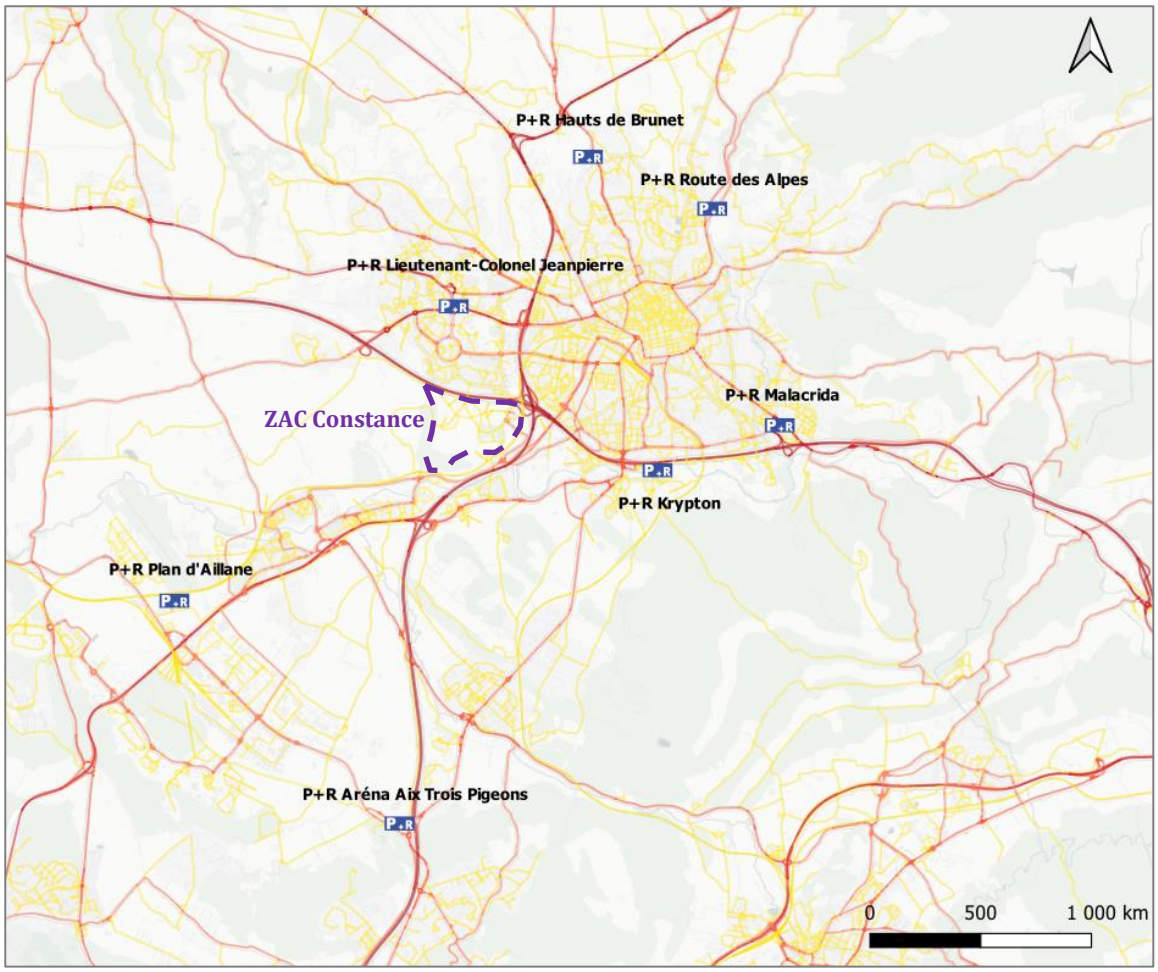


Figure 5-4 : Carte des P+R modélisés dans le modèle sur la ville d'Aix-en-Provence

- D'autres projets TC d'envergure dans le reste de la Métropole, comme par exemple : le prolongement du BHNS Zénibus (de Plan de Campagne à Châteauneuf-les-Martigues), le BHNS Chronobus à Aubagne, la phase 2 du tramway nord-sud à Marseille, le tramway Quatre-Septembre à Marseille, le prolongement du métro 2 à la Pomme à Marseille, les BHNS de Marseille, le ValTram.
- Enfin, le projet LNPCA (Ligne Nouvelle Provence Côte d'Azur) est également intégré à la référence 2035 du modèle.

5.1.1.4 Développement des modes actifs

Bien que les modes actifs soient intégrés dans le partage modal du modèle M13+, celui-ci ne permet pas de tester des aménagements tels que des infrastructures en faveur des vélos.

L'objectif fixé par le PDM Métropolitain est d'atteindre 40 % de part modale en 2030 pour les modes actifs à l'échelle de la Métropole :

PART MODALES	VOITURE		MOTO	MARCHE	VÉLO	TRANSPORT URBAIN	CAR TRAIN	AUTRE
2017	54	% SOLO 51	3	31	1	9	1	1
2030 AVEC LE PLAN DE MOBILITÉ	41	% SOLO 46	3	33	7	13	2	1

Figure 5-5 : Objectifs des parts modales à l'échelle de la MAMP (source : PDM MAMP)

Cet objectif de part modale modes actifs, appliquée au périmètre d'Aix-en-Provence (qui comporte une répartition modale très proche de celle de la Métropole), a donc été intégré au modèle de manière exogène en jouant sur deux leviers :

- **Le stationnement** d'une part, qui a légèrement été contraint dans le centre-ville d'Aix-en-Provence par rapport à la situation actuelle (objectif également présent dans le PDM)

- **Les paramètres d'utilités des modes actifs** d'autre part, qui influent sur le partage modal : ceux-ci ont été modifiés dans le modèle à l'horizon 2035 pour tenir compte de l'allongement des distances parcourues en vélo grâce à l'assistance électrique, mais également l'aménagement de pistes cyclables, le développement des services dédiés aux modes actifs et l'évolution des comportements (augmentation du nombre de vélos par ménage, évolution de la sécurité et du confort des déplacements en modes actifs, services proposés par les collectivités locales : locations de vélo, aménagements de stationnement vélo, forfait mobilité durable, etc…).

5.1.2 Zoom sur la zone de la Constance

Cette section présente la situation codée à l'horizon 2035 au sein de la zone de la Constance, dans le cas où la ZAC n'est pas aménagée.

5.1.2.1 Population, emplois, places en établissement scolaire

En référence, l'essentiel des déplacements aux heures de pointe ayant pour origine ou destination la Constance, est lié à l'entreprise Voyageprivé.com, située au nord de la zone (nombre d'employés estimé à 200 personnes[8]).

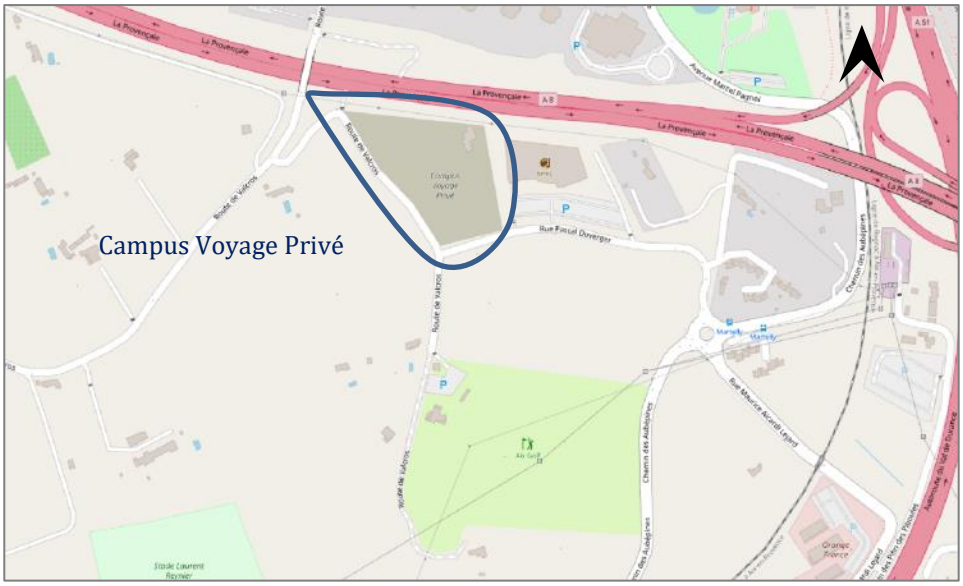


Figure 5-6 : Localisation du campus Voyage Privé

5.1.2.2 Réseau routier

Dans le secteur de la Constance le réseau routier évolue peu en référence 2035, hormis la création de la bretelle A8 Ouest-A51 Nord (cf. Figure 5-7 ci-après).

[8] *Source : https://fr.wikipedia.org/wiki/Voyage_priv%C3%A9*

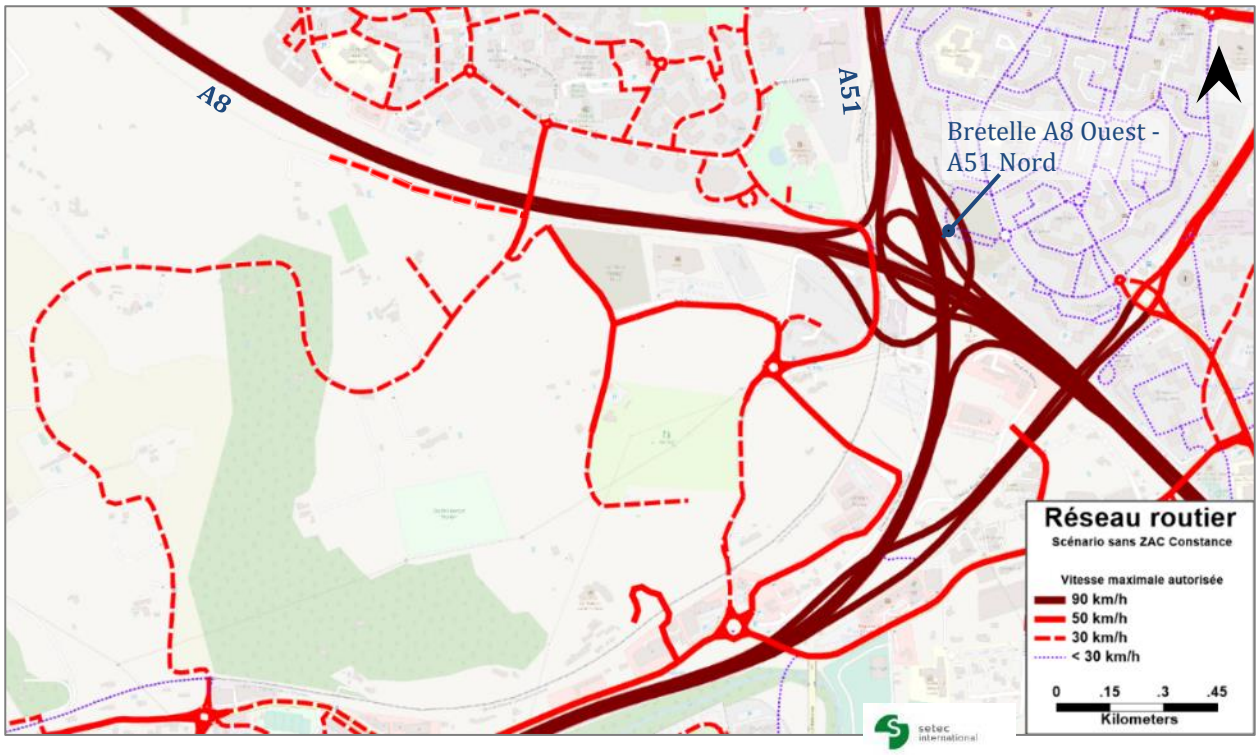


Figure 5-7 : réseau routier dans le scénario "sans ZAC de la Constance"

5.1.2.3 Service de bus traversant la Constance

En référence, aucun service de bus régulier ne traverse la Constance (la ligne 20 a été remplacée en 2019 par un arrêt « lebus à la demande » : l'arrêt Martelly. L'accès au réseau de transport en commun s'effectue à l'est de la Constance, via le BHNS « Aix gare routière - Parc d'Activités d'Aix-en-Provence » (cf. §5.1.1.3).

5.2 SCENARIO PROJET 2035 (AVEC LA ZAC CONSTANCE)

Cette section présente la situation codée à l'horizon 2035, dans le cas où la ZAC est aménagée.

5.2.1 Affinage du zonage au sein de la Constance

Afin de mieux décrire les prévisions de trafic au sein de la Constance et de modéliser plus finement l'impact de la ZAC sur l'ensemble du réseau routier, la zone de la Constance a été divisée en 7 nouvelles zones dans le modèle (cf. Figure 5-8 ci-après).

Le zonage est affiné selon 2 critères :

- Tout d'abord, un critère d'homogénéité : on regroupe, si possible, les bâtiments de même usage dans une même zone. Ainsi les zones 1, 3 et 4 sont principalement des zones d'activité tandis que les zones 2, 5, 6 et 7 sont essentiellement résidentielles.
- Les bâtiments d'une même zone sont proches des mêmes accès routiers à la Constance (cf. Figure 5-9).

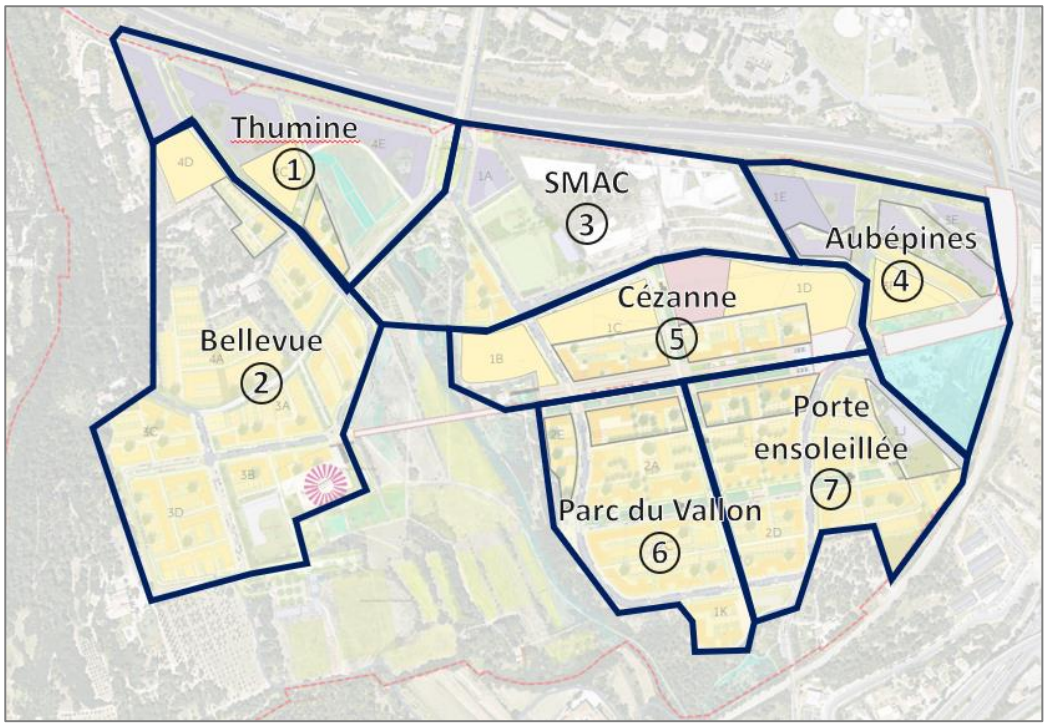


Figure 5-8 : Zonage affiné sur la Constance

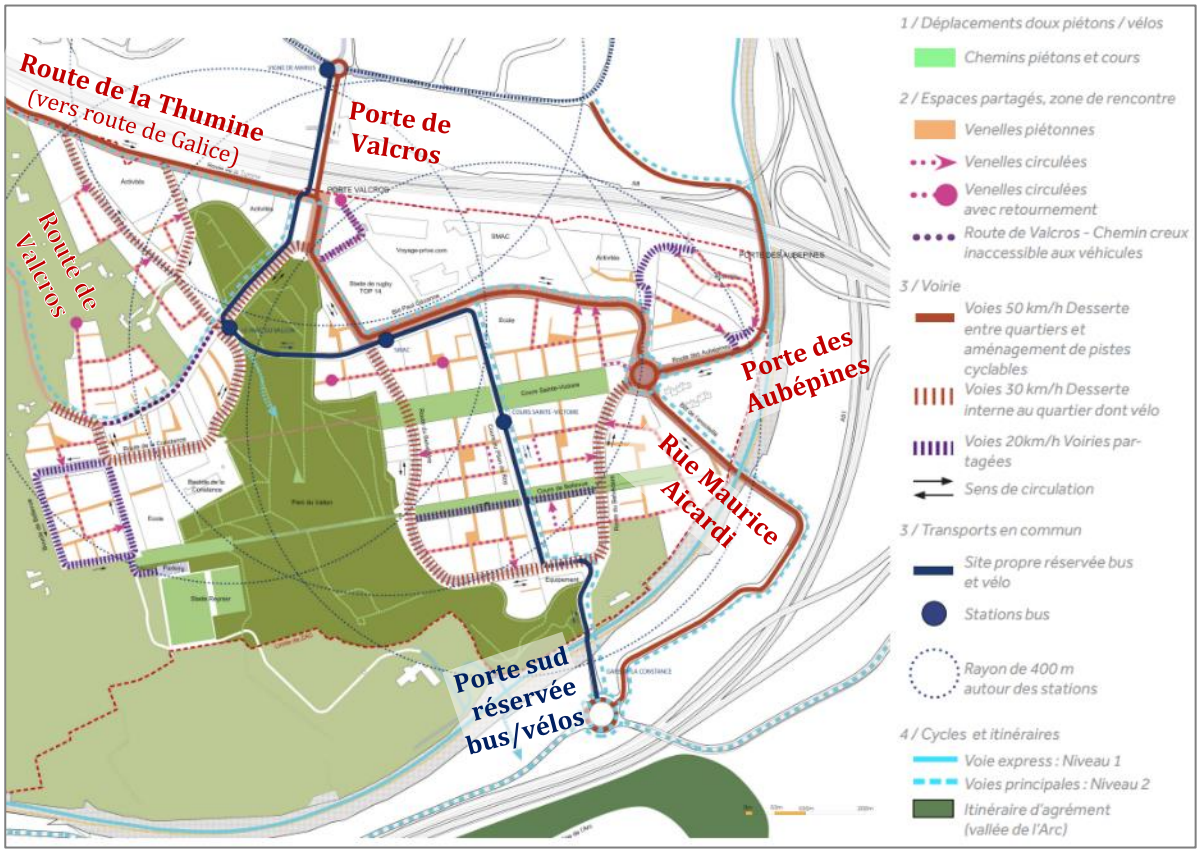


Figure 5-9 : Accès routiers à la Constance[9]

[9] *Source : dossier de réalisation ZAC de la Constance – IND A 12/11/2019 – SPLA Pays d'Aix Territoires - D&A/Atelier Stéphane Fernandez/Ingérop*

5.2.2 Population, emplois, places en établissement scolaire

5.2.2.1 Logements, zones d'activités et écoles

Le programme de réalisation de la ZAC Constance[10], prévoit à terme (2034) la réalisation de :

- Près de 3 600 logements ;
- 70 500 m² d'activités tertiaires ;
- 6 000 m² de commerces ;
- 2 écoles de 4 000 m² chacune.

Le tableau ci-après présente la répartition de ces éléments programmatiques dans les 7 zones décrites supra :

Tableau 5-2 : répartition du programme de la ZAC de la Constance dans les 7 zones du modèle

Sous-zone	Logements (nb)	Activités tertiaires (m²)	Commerces (m²)	Ecole (m²)
1 - Thumine	109	28 400	0	00
2 - Bellevue	960	7 300	0	4 000
3 - SMAC	0	7 300	0	0
4 – Aubépines	151	25 280	0	0
5 – Cézanne	754	0	2 985	4 000
6 - Parc du Vallon	737	0	2 985	0
7 - Porte Ensoleillée	856	2 300	0	0
TOTAL	**3 567**	**70 580**	**5969**	**8 000**

5.2.2.2 Estimation de la population et des emplois

Les données de programmation sont traduites en nombre d'habitants, actifs, étudiants et emplois, suivant les hypothèses présentées au § 5.1.1.1.

Le nombre d'écoliers accueillis dans les 2 écoles de la Constance est déterminé à partir des ratios élèves/m² de plancher observés dans les écoles maternelles et primaires de la région : le ratio retenu est de **0,055 écoliers/m²**, soit 220 écoliers dans chacune des deux écoles de la Constance.

Les données de population, emplois et places en établissements scolaires codées dans les zones de la Constance pour le scénario « avec ZAC de la Constance » en 2035, sont donc les suivantes :

Tableau 5-3 : Population, emplois et places en établissement scolaire codées dans les zones de la Constance

Sous-zone	Population	Population active	Elèves / Etudiants	Emplois	Places en établ. scolaire
1 - Thumine	217	143	50	947	0
2 - Bellevue	1 910	1 261	439	243	220
3 - SMAC	0	0	0	243	0
4 - Aubépines	300	198	69	843	0
5 - Cézanne	1 500	990	345	99	220
6 - Parc du Vallon	1 467	968	337	99	0
7 - Porte ensoleillée	1 703	1 124	392	77	0
TOTAL	**7 098**	**4 685**	**1 633**	**2 552**	**440**

[10] *Dossier de réalisation ZAC de la Constance – IND A 12/11/2019 – SPLA Pays d'Aix Territoires - D&A/Atelier Stéphane Fernandez/Ingérop*

5.2.2.3 Provenance des habitants de la Constance

D'après les prévisions du dernier PLU d'Aix-en-Provence, seule la moitié des nouveaux logements créés dans la commune d'ici 2030 accueillera des nouveaux habitants (c'est-à-dire des populations qui n'habitaient pas auparavant dans la ville). L'autre moitié des logements est produite pour faire face à la baisse de la taille moyenne des ménages (phénomène de décohabitation) et dans une moindre mesure assurer la fluidité du parc de logements.

Pour tenir compte de ce phénomène, en situation projet :

- Les habitants de la ZAC Constance sont pour moitié des anciens Aixois (en références, ces habitants sont logés dans les autres zones aixoises du modèle) ;
- l'autre moitié des habitants est constituée de nouveaux Aixois.

5.2.3 Réseau routier interne à la ZAC

Le programme de réalisation de la ZAC comprend l'aménagement d'un réseau de voirie interne à la ZAC (cf. Figure 5-10). Ce réseau est différencié par mode :

- Certains espaces sont réservés aux piétons et vélos.
- Une site propre bus permet de traverser la Constance depuis la porte de Valcros (au nord) jusqu'à l'entrée/sortie sud de la ZAC, côté rond-point de l'Ensoleillé. Ces voies sont également empruntables par les vélos.
- D'autres voies permettent la circulation des voitures. Les vitesses sur ces voies peuvent être limitées à 20, 30 ou 50 km/h.

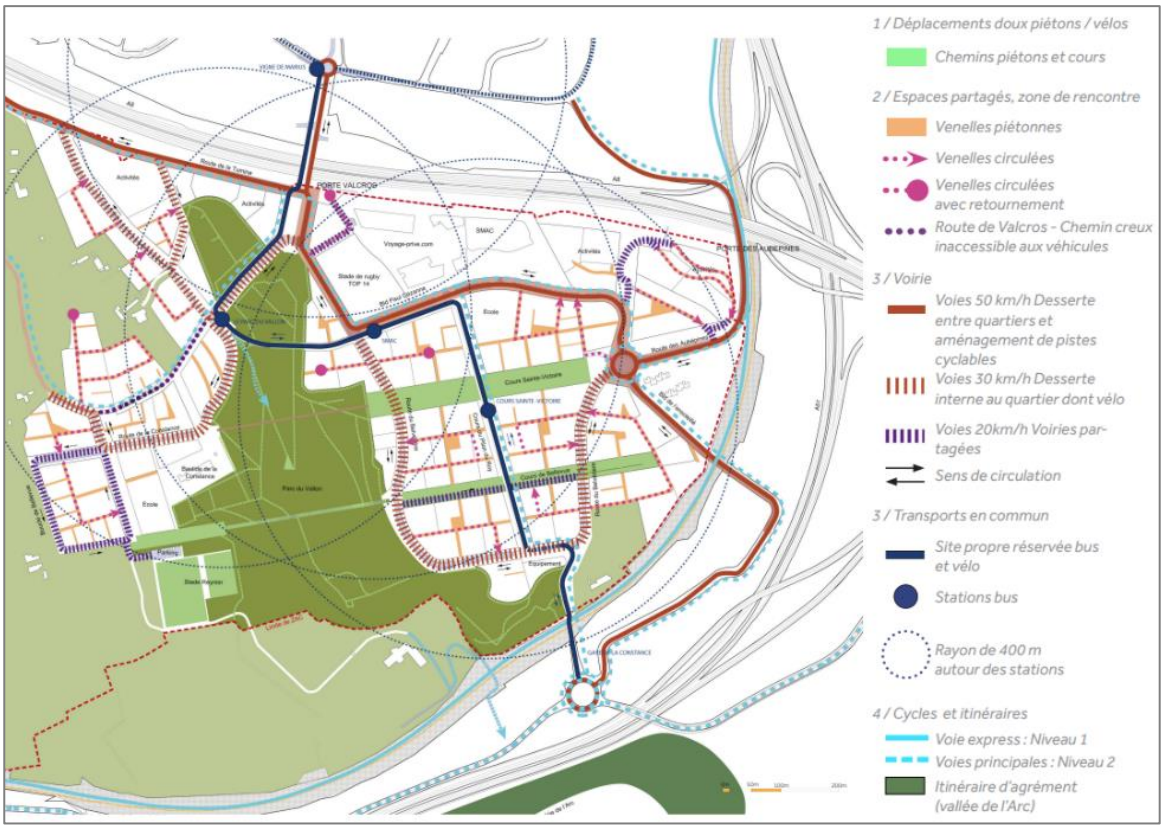


Figure 5-10 : Réseau de voirie dans la ZAC Constance[11]

Seules les voiries principales ont été codées dans le modèle, comme le montre la Figure 5-11 ci-après.

[11] *Dossier de réalisation ZAC de la Constance – IND A 12/11/2019 – SPLA Pays d'Aix Territoires - D&A/Atelier Stéphane Fernandez/Ingérop*

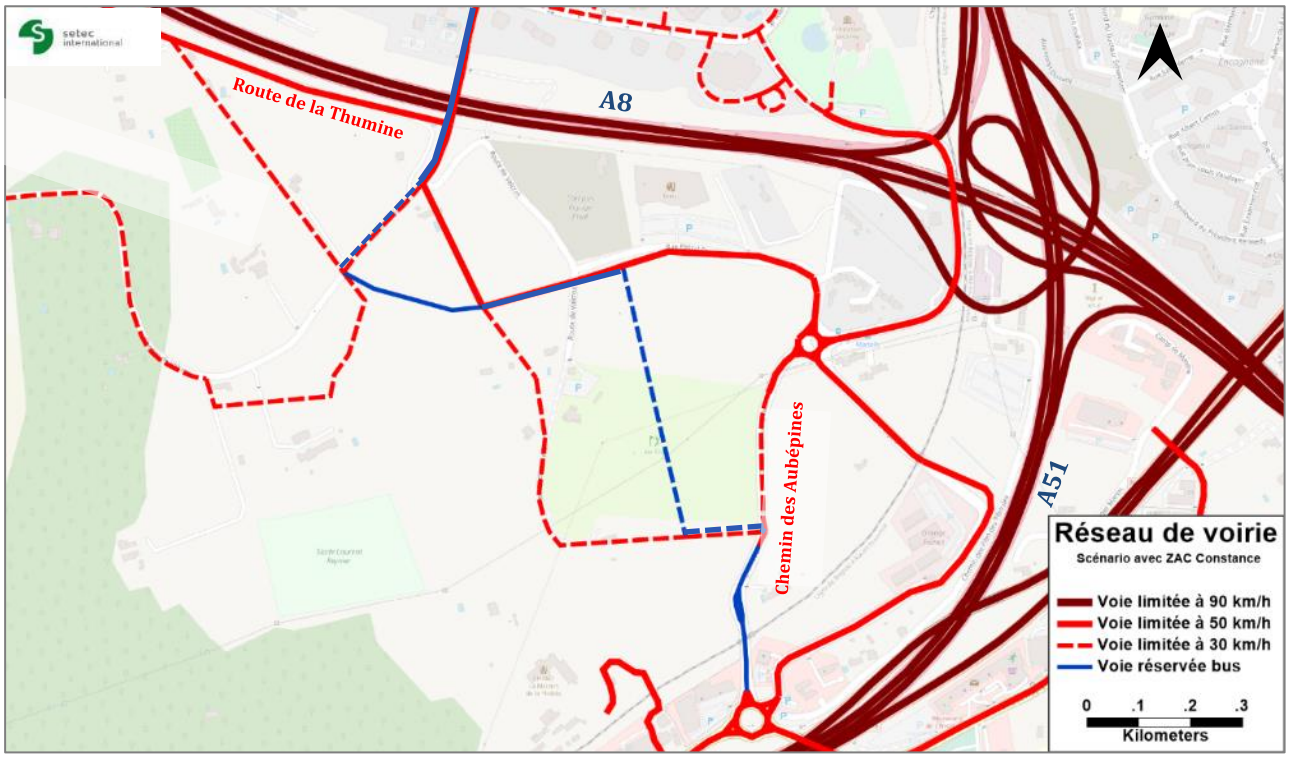


Figure 5-11 : Réseau modélisé dans la Constance – scénario « avec ZAC de la Constance »

5.2.4 Accessibilité en modes doux et desserte en transports collectifs

5.2.4.1 Accessibilité en marche à pied

Le projet de ZAC Constance comprend l'aménagement de nombreuses venelles piétonnes entre les bâtiments, dont certaines sont libres de circulation routière, voir Figure 5-10. Les chemins piétons dans le Parc du Vallon permettent de joindre les parties ouest et est de la ZAC.

La carte ci-dessous d'isochrones ci-dessous permet de représenter les zones atteignables à pied depuis le cœur de la ZAC en 10, 15 et 20 minutes (ou à l'inverse, les zones depuis lesquelles il est possible de rejoindre le cœur de la ZAC en 10, 15 et 20 minutes).

Le quartier du Jas-de-Bouffan et la zone commerciale de l'Ensoleillée sont à moins de 20 minutes de marche. C'est aussi le cas du quartier d'Encagnane, grâce à la passerelle piétonne sur l'A51.

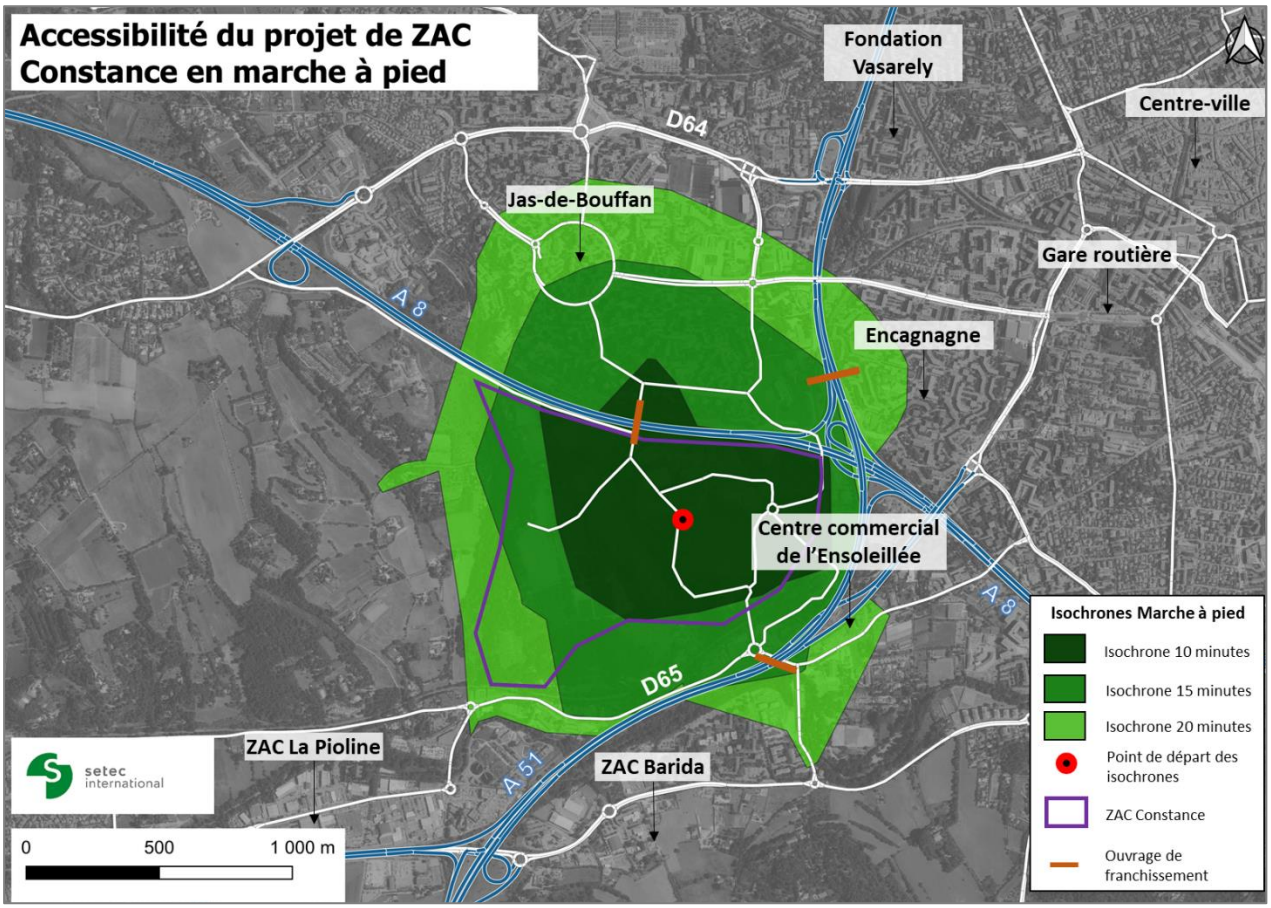


Figure 5-12 : Accessibilité du projet de ZAC Constance en marche à pied

5.2.4.2 Accessibilité à vélo

Les voies cyclables prévues au sein du projet ZAC Constance s'insèrent dans un réseau cyclable déjà existant.

Les habitants de la Constance peuvent ainsi se rendre à vélo dans les principaux lieux d'intérêt de la région, en bénéficiant de voies réservées sur l'ensemble de leur trajet :

- le centre-ville d'Aix-en-Provence,
- la gare routière,
- la ZAC Barida
- la ZAC de la Pioline,
- les quartiers des Milles et du Jas-de-Bouffan.

Ce réseau permet également aux actifs des autres quartiers de venir travailler à la Constance à vélo.

Parmi les futurs aménagements cyclables, le Plan Vélo d'Aix-en-Provence prévoit le prolongement de la piste cyclable le long de la D9en franchissement de l'échangeur A51 /D9. Le PLU évoque également la possibilité d'une piste cyclable longeant l'est de la Constance, le long de la ligne ferroviaire Aix-Rognac.

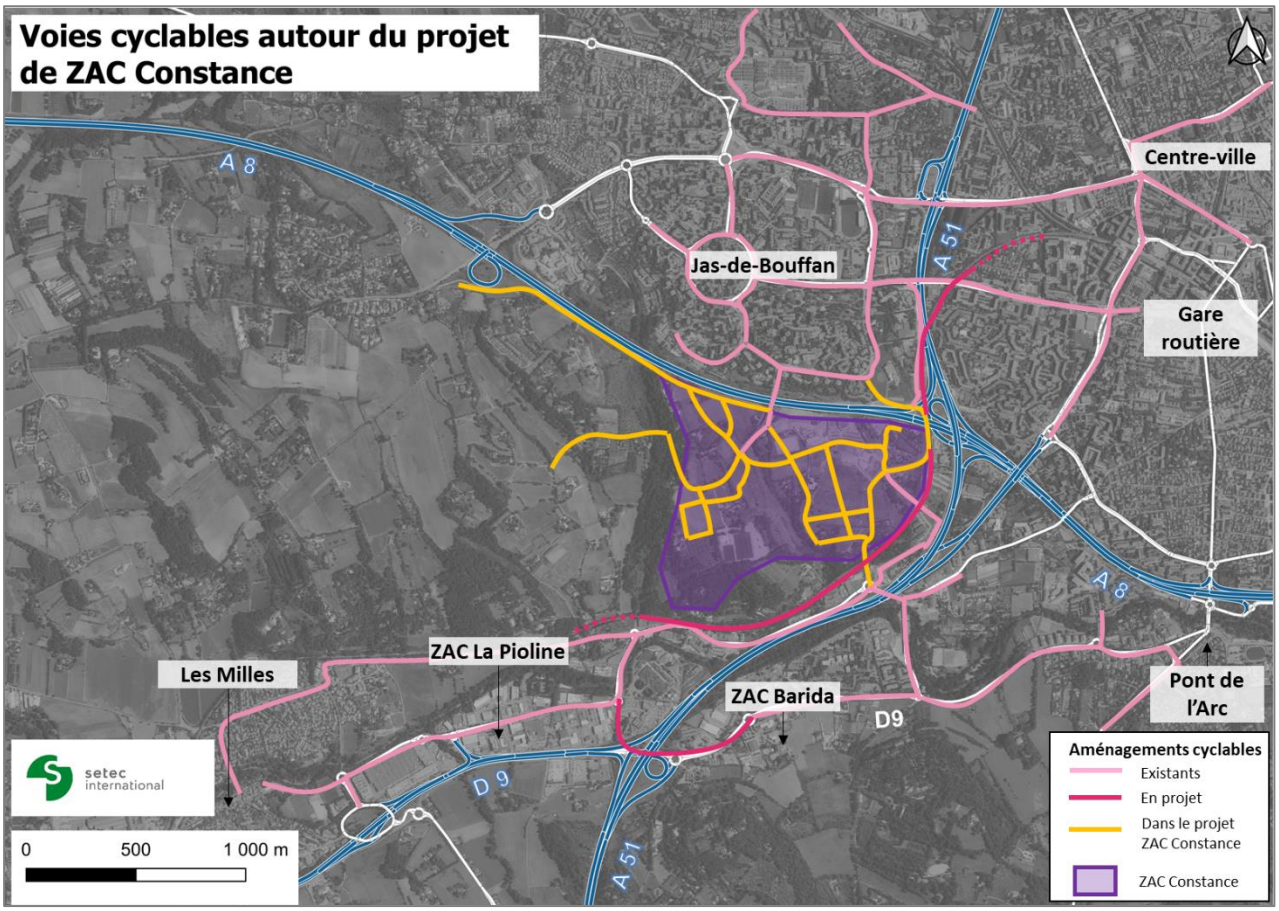


Figure 5-13 : Réseau cyclable interconnecté au projet ZAC Constance

La carte ci-après est une carte d'isochrones vélo.

On note que la zone commerciale de l'Ensoleillée, Jas-de-Bouffan, la ZAC Barida et la ZAC de la Pioline sont à moins de 10 minutes de vélo du centre de la ZAC Constance.

En 15 minutes de vélo, on atteint même le centre-ville d'Aix-en-Provence, la gare routière, la gare SNCF, le parking Krypton ou encore le village des Milles.

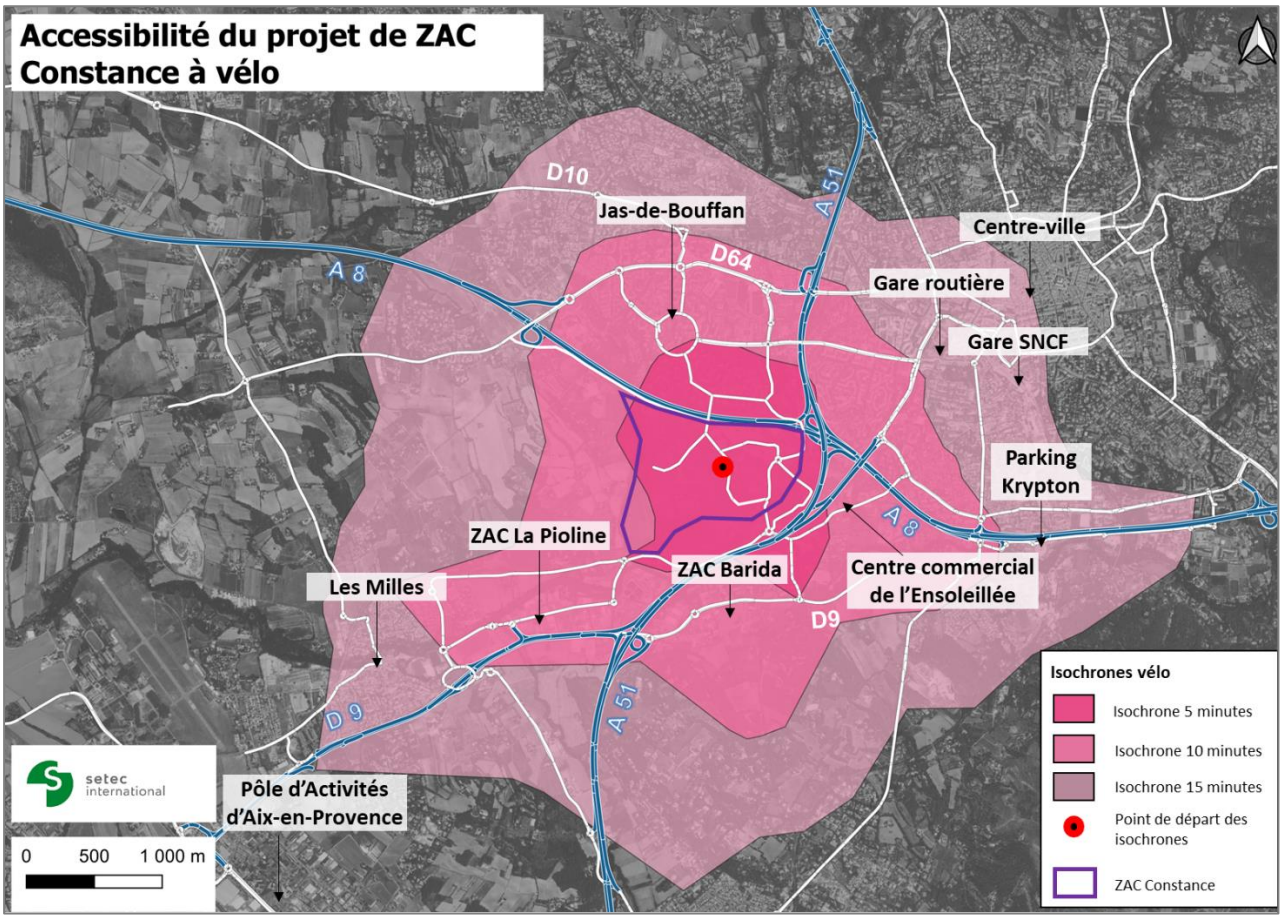


Figure 5-14 : Accessibilité du projet ZAC Constance à vélo

5.2.4.3 Desserte de la Constance en bus

Le scénario projet comporte deux services de bus desservant la Constance, encodées dans le modèle selon les données transmises par la Métropole (NB : services encore à l'état de pistes de réflexion). Ces deux services sont les suivants (voir carte ci-dessous) :

- **Le BHNS circulant sur plateforme ferroviaire entre Aix-gare routière et le Pôle d'Activité d'Aix-en-Provence**

  Ce service est déjà présent dans le scénario de référence « sans ZAC Constance ». Tel qu'il est actuellement prévu, il desservirait la Constance au niveau de la porte des Aubépines. Néanmoins en cas de réalisation de la ZAC Constance, un arrêt supplémentaire sur le chemin des Aubépines au niveau de l'intersection avec la voie TC en site propre (cf. Figure 5-15), semble indispensable pour une bonne desserte de la ZAC.

  Le niveau d'offre prévu est :

  - 1 bus toutes les 5 à 6 minutes en heure de pointe ;
  - 1 bus toutes les 8 à 10 minutes en heure creuse.

  Depuis le cœur de la Constance, l'arrêt au niveau de la porte des Aubépine est accessible en 10 minutes à pied ou 5 minutes à vélo.

  Ce BHNS dessert notamment :

  - Vers le nord-est, la gare routière d'Aix-en-Provence
  - Vers le sud-ouest, la ZAC de la Pioline, les Milles, le Plan d'Aillane et le Pôle d'Activité d'Aix-en-Provence

- **Une ligne de bus « Aix en bus » Jas-de-Bouffan – Constance – Krypton/Plan Campus**

  Cette ligne emprunterait les voies réservées qui traversent la ZAC (en bleu sur la Figure 5-11 précédente).

3 arrêts desserviraient le quartier en projet de la Constance.

Le niveau d'offre estimé est :

- 1 bus toutes les 15 minutes en heure de pointe ;
- 1 bus toutes les 20 minutes en heure creuse.

Chaque parcelle de la ZAC est ainsi située à moins de **400 m** d'un arrêt de cette ligne de bus (voir rayons autour des stations Figure 5-10 ci-avant), soit moins de 6 minutes de marche environ.

Cette ligne de bus dessert notamment :

- Vers le nord, le quartier du Jas-de-Bouffan et le P+R Colonel Jean-Pierre
- Vers l'est, le quartier du Pont de l'Arc et le P+R Krypton

A noter qu'une telle desserte ne permet pas un accès direct entre le cœur de la ZAC Constance et le centre-ville d'Aix, qui aurait pu augmenter encore la part modale TC des déplacements générés par la ZAC.

Néanmoins, la ZAC Constance bénéficie de la proximité de la première ligne de BHNS d'Aix-en-Provence (l'Aixpress - ligne A) entre Saint-Mitre et Krypton. Ainsi, depuis le cœur de la Constance, l'arrêt Coq-d'Argent est accessible en moins de 10 minutes à pied ou moins de 5 minutes à vélo, via le pont de Valcros qui traverse l'A8. L'Aixpress dessert notamment la gare routière, la gare SNCF, le centre-ville et le parking Krypton.

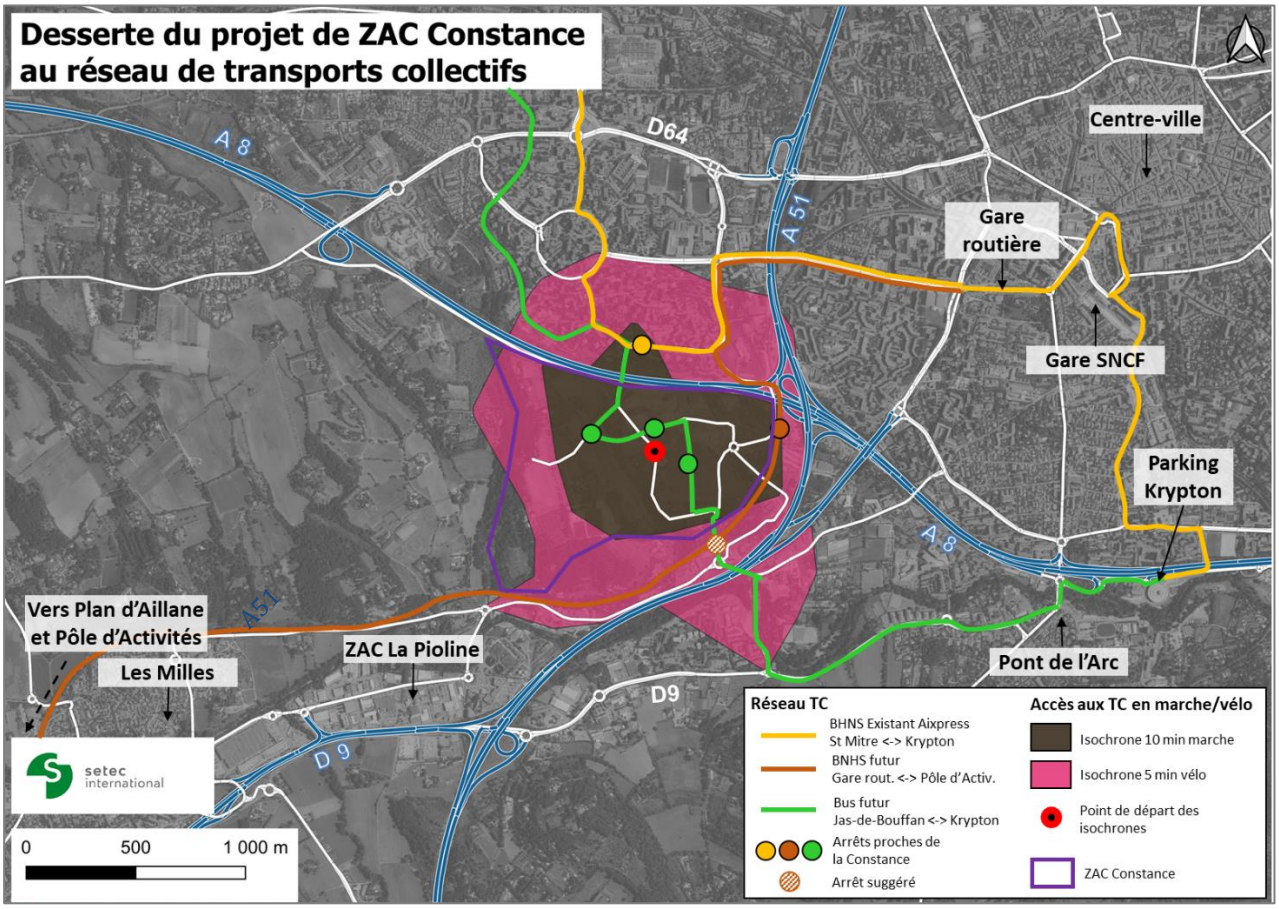


Figure 5-15 : Lignes de bus desservant la Constance – scénario « avec ZAC de la Constance »

6 PREVISIONS DE TRAFIC A L'HORIZON 2035

Comme indiqué au § 3, les résultats modélisation ont été réalisées pour les périodes horaires suivantes, plus sujettes aux phénomènes de congestion routière :

- **HPM : heure moyenne de la période de pointe du matin (7h - 9h)**
- **HPS : heure moyenne de la période de pointe du soir (16h - 19h)**

6.1 HPM 2035

6.1.1 Situation de référence « sans ZAC de la Constance » - HPM 2035

Le trafic VP et la congestion sur le réseau routier sont représentées dans la carte ci-après en situation de référence à l'HPM 2035 :

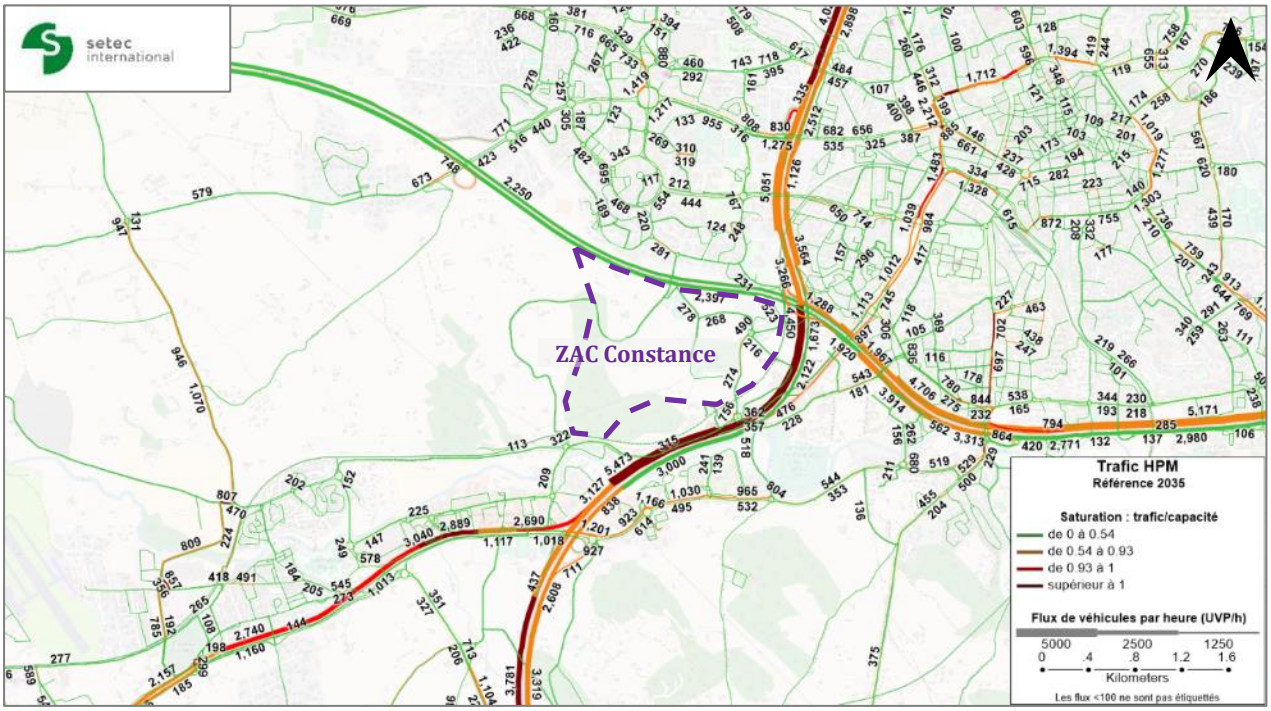


Figure 6-1 : Volume de trafic et congestion - situation de référence - HPM 2035

Par rapport à la situation de calage 2020, le trafic baisse sur les autoroutes. Plusieurs raisons contribuent à expliquer ce phénomène :

- La hausse du prix des carburants intégrée au modèle (+20% en euros constants), qui entraine une diminution de la longueur des déplacements effectuées en VP ;
- Un report modal vers les TC, notamment le réseau REM.

L'autoroute A51 reste cependant congestionnée dans le sens nord → sud : la demande de trafic dépasse la capacité sur plusieurs sections et le trafic atteint jusqu'à presque 5 500 uvp[12]/h (entre l'échangeur avec l'A8 et l'échangeur avec la RD9). Dans le sens sud → nord, le trafic atteint 3 600 uvp/h au nord de l'échangeur avec l'A8.

Comme en situation actuelle, la RD9 reste saturée dans le sens est → ouest, au droit de la zone d'activités de la Pioline (3 000 uvp/h).

Le trafic reste chargé sur l'A8 à l'est de l'échangeur avec l'A51. Il atteint 4 700 uvp/h dans le sens est → ouest et 3 900 uvp/h dans le sens ouest → est.

Les avenues Henri Mouret et Max Juvénal ainsi que le tour de ville restent congestionnés.

[12] *Unité de Véhicule Particulier. 1 voiture particulière = 1 uvp, 1 poids lourd = 2 uvp*

Le trafic est relativement important sur la D18 (jusqu'à 1 100 uvp/h) et le contournement ouest des Milles dans le sens nord → sud.

6.1.2 Situation de projet « avec ZAC de la Constance » - HPM 2035

6.1.2.1 Arborescence du trafic généré par la Constance - HPM 2035

L'arborescences de trafic ou « chevelu » présenté dans la carte ci-dessous permet d'analyser les itinéraires empruntés à partir (respectivement à destination) de la ZAC Constance :

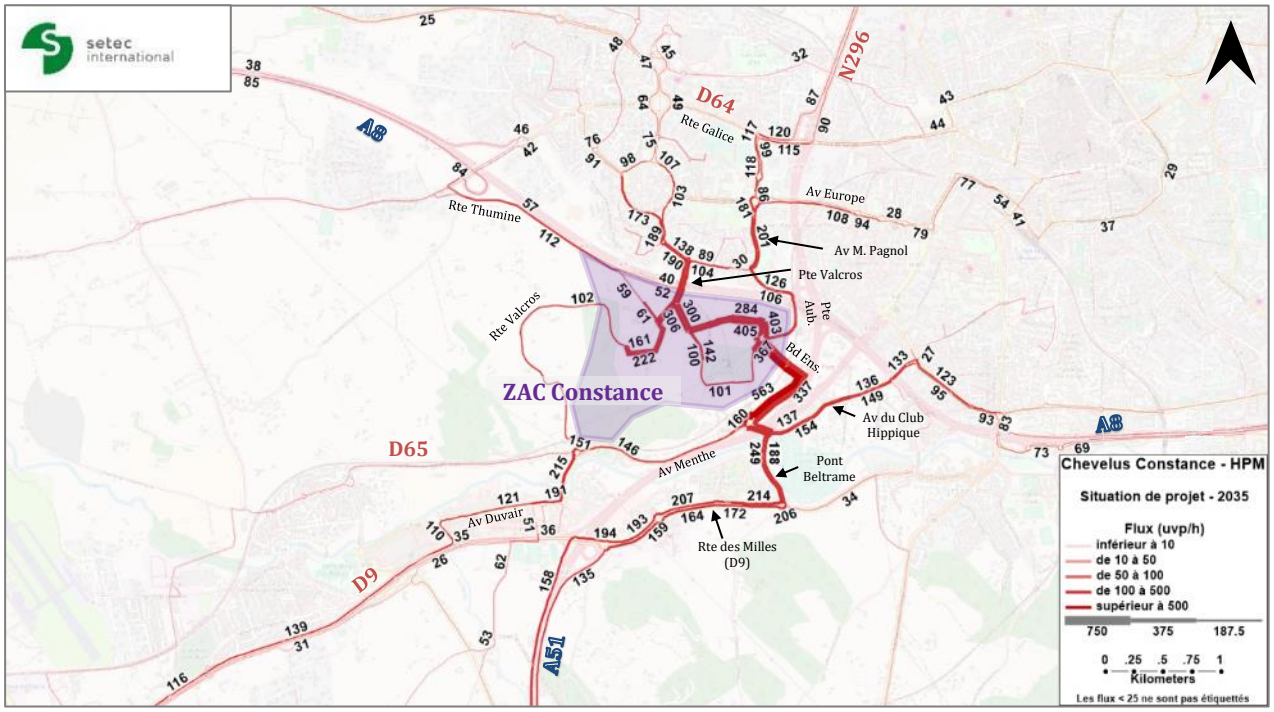


Figure 6-2 : Chevelus des déplacements ZAC Constance – situation projet – HPM 2035

Parmi les déplacements effectués depuis la ZAC Constance :

- 57 uvp/h sortent de la ZAC par le nord-ouest via la nouvelle route de la Thumine, principalement pour rejoindre l'A8 vers l'ouest (38 uvp/h) ;
- 242 uvp/h sortent de la ZAC par le nord (Porte de Valcros) et 126 uvp/h par le nord-est (Porte des Aubépines), en particulier :
  - 138 uvp/h se dirigent vers le maxi giratoire du Jas-de-Bouffan ;
  - 108 uvp/h empruntent l'avenue de l'Europe, en direction du centre d'Aix ;
  - 90 uvp/h rejoignent la N296 en direction du nord.
- 563 uvp/h sortent de la Constance par le sud-est via la rue Maurice Aicardi, en particulier :
  - 154 uvp/h rejoignent l'Avenue du Club Hippique (dont 70 poursuivent sur l'A8 Est)
  - 249 uvp/h empruntent le pont Beltrame, notamment pour rejoindre l'A51 Sud (158 uvp/h)
  - 146 uvp/h rejoignent l'avenue du Camp de Menthe, notamment vers la zone commerciale de la Pioline.
- 102 uvp/h sortent de la ZAC à l'ouest, par la route de Valcros, notamment en direction de la zone commerciale de la Pioline et de la RD9.

Parmi les déplacements effectués vers la ZAC Constance :

- 112 uvp/h accèdent à la ZAC par le nord-ouest via la nouvelle route de la Thumine, principalement en provenance de l'ouest de l'A8 (85 uvp/h)

- 279 uvp/h entrent dans la Constance par le nord (Porte de Valcros) et 106 uvp/h par le nord-est (Porte des Aubépines), dont notamment :
  - 173 uvp/h depuis le maxi giratoire de Jas-de-Bouffan ;
  - 34 uvp/h depuis l'avenue de l'Europe ;
  - 87 uvp/h depuis le nord de la N296.
- 337 uvp/h accèdent à la Constance par le sud-est via la rue Maurice Aicardi, en particulier :
  - 137 uvp/h en provenance de l'Avenue du Club Hippique (dont 69 depuis l'A8) ;
  - 188 uvp/h via le pont de Beltrame, notamment depuis l'A51 (135 uvp/h) ;
- Seulement 8 uvp/h entrent dans la ZAC à l'ouest, par la route de Valcros.

6.1.2.2 Ecarts de trafic entre la situation de projet et la situation de référence – HPM 2035

La carte ci-après présente les écarts de trafic entre la situation de référence 2035 et la situation de projet 2035.

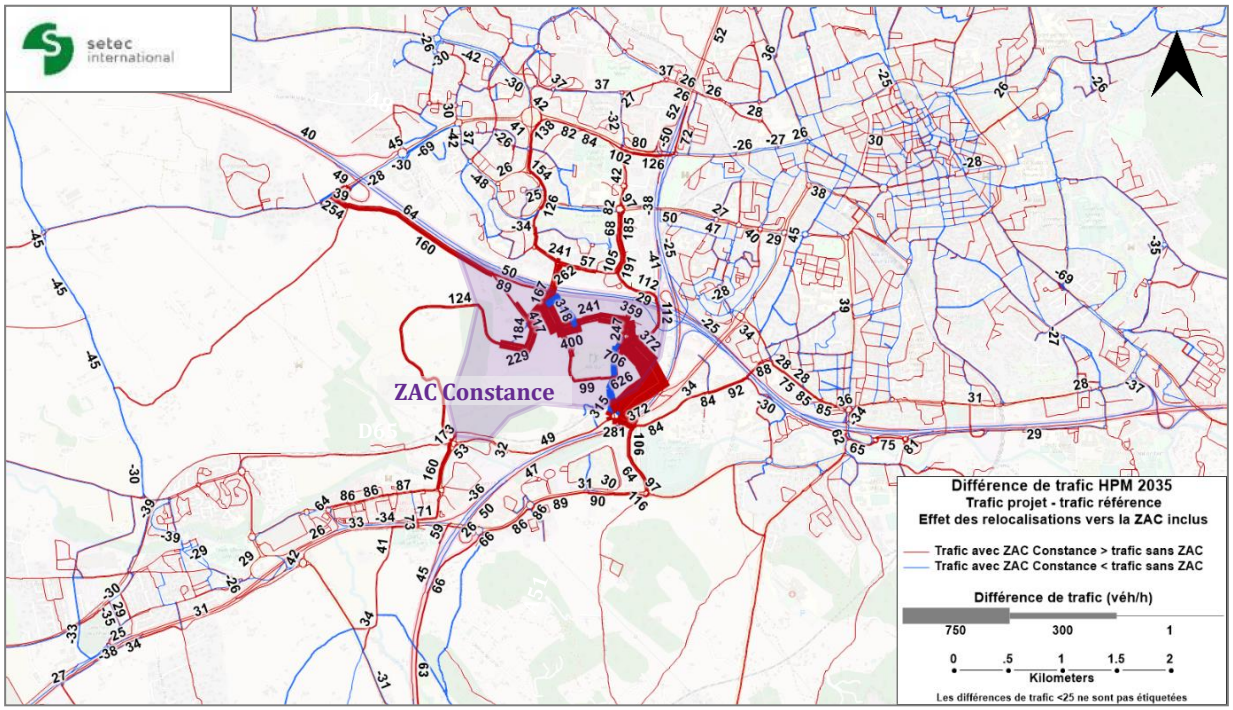


Figure 6-3 : Ecarts de trafic entre le scénario de référence et le scénario de projet – HPM 2035

Cette représentation permet de quantifier l'ensemble des impacts circulatoires liés à la mise en place du projet, au-delà du simple ajout de flux VP supplémentaires injectés par la ZAC. En effet, plusieurs phénomènes complexes sont pris en compte par le modèle :

- Les phénomènes de changement de destination du fait de la plus grande attractivité de la zone ;
- Les phénomènes de relocalisation des populations (décohabitation) ;
- Les phénomènes de report modal (du fait de la mise place d'une nouvelle ligne TC) ;
- Les phénomènes de report d'itinéraires : lorsque les flux générés par la Constance viennent charger certains points durs les itinéraires empruntant des ces points durs deviennent moins intéressants que d'autres itinéraires concurrents pour d'autres automobilistes ;

Les augmentations de trafic les plus remarquables, qui sont générées par la situation projet (avec ZAC Constance), sont les suivantes :

- + 626 uvp/h sur la rue Maurice Aicardi dans le sens de la sortie de la ZAC Constance et +372 uvp/h dans le sens des entrées ;
- + 191 uvp/h sur l'avenue Marcel Pagnol dans le sens sud → nord ;
- + 106 uvp/h sur le pont Beltrame dans le sens sud → nord ;
- + 126 uvp/h sur la route de Galice (D64) au niveau de l'échangeur avec la N296/A51 ;

- + 92 uvp/h sur l'avenue du Club Hippique dans le sens ouest → est ;
- + 87 uvp/h sur l'avenue Guillaume du Vair dans le sens est → ouest ;
- + 90 uvp/h sur la route de Milles dans le sens ouest → est.

L'augmentation de trafic sur les grands axes (autoroutes et D9) est limitée, en particulier au niveau des sections courantes :

- +29 uvp/h au maximum sur l'A8 dans le sens ouest → est (+1% par rapport à la situation de référence « Sans ZAC Constance ») et +18 uvp/h au maximum dans le sens est → ouest (+1%) ;
- +34 uvp/h au maximum sur l'A51 dans le sens nord → sud (+1%), +63 uvp/h au maximum dans le sens sud → nord (+1%) et +52 uvp/h au maximum sur la N296 dans le sens sud → nord (+2%) ;
- +34 uvp/h au maximum sur la D9 à l'ouest de l'échangeur avec l'A51 dans le sens ouest → est (+3%) et +19 uvp/h au maximum dans le sens est → ouest (+1%).

Au niveau des bretelles des échangeurs, l'augmentation la plus notable est relevée sur la bretelle d'insertion de la route de Galice est → N296 nord : + 72 uvp/h. Sur les autres bretelles des différents échangeurs, l'augmentation de trafic est de l'ordre de 50 à 60 uvp/h.

6.1.2.3 Trafic et congestion - HPM 2035

Le trafic VP et la congestion sur le réseau routier sont représentées dans la carte ci-après en situation de projet à l'HPM 2035 :

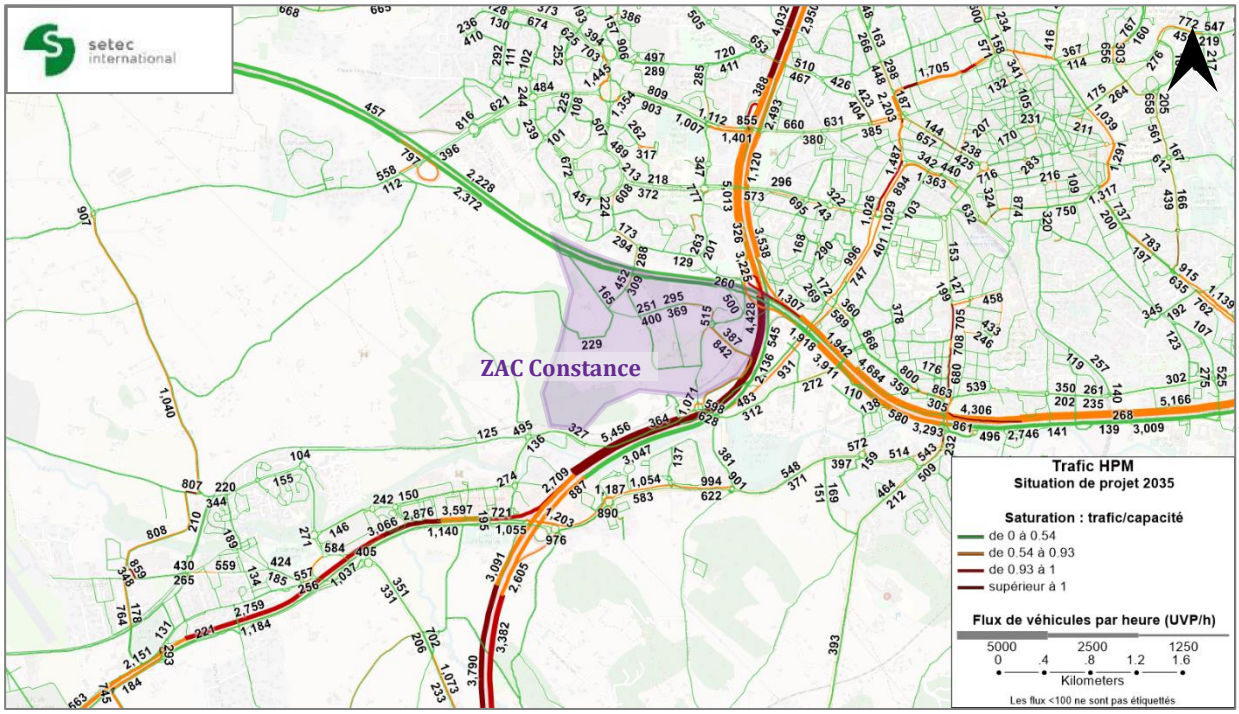


Figure 6-4 : Volume de trafic et congestion - situation de projet - HPM 2035

L'impact du projet reste limité en termes de congestion du fait de la dilution des trafics générés. Les points durs les plus concernés sont les deux échangeurs avec l'A51, au niveau de la D64 et de la D9. La rue Maurice Aicardi pourrait connaître aussi quelques ralentissements.

6.2 HPS 2035

6.2.1 Situation de référence « sans ZAC de la Constance » - HPS 2035

Le trafic VP et la congestion sur le réseau routier sont représentées dans la carte ci-après en situation de référence à l'HPS 2035 :

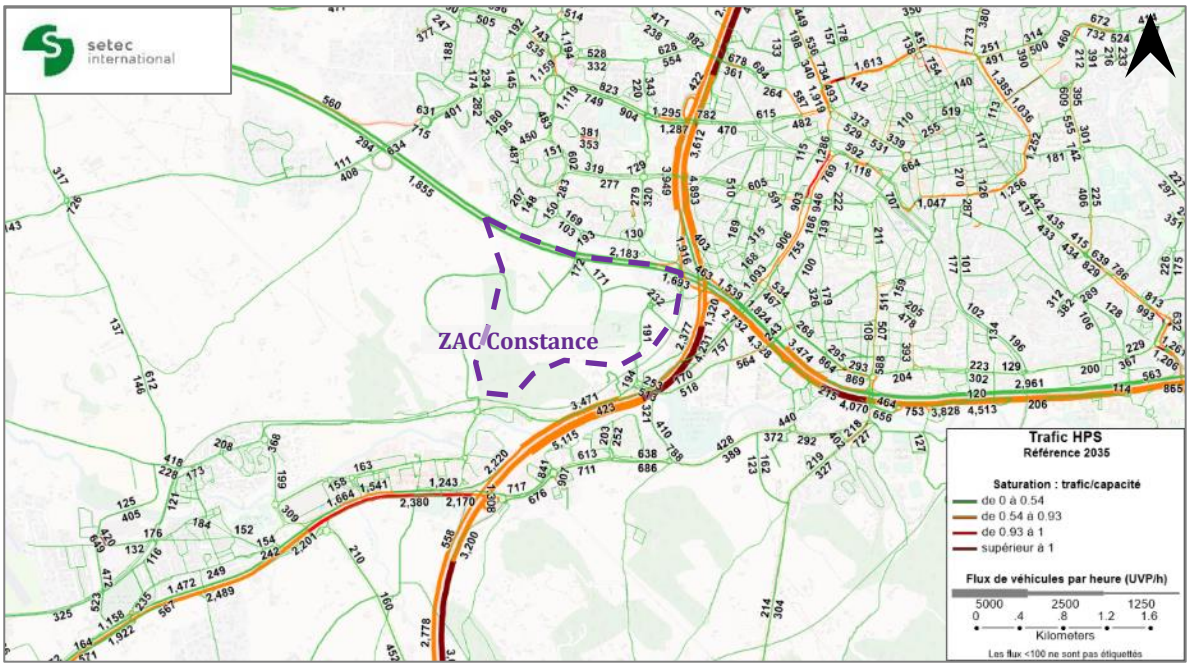


Figure 6-5 : Volume de trafic et congestion - situation de référence - HPS 2035

Comme en HPM 2035, le trafic baisse sur autoroute en situation de référence. L'autoroute A51 reste toutefois particulièrement congestionnée dans le sens sud → nord : la demande de trafic dépasse la capacité sur plusieurs sections et le trafic atteint 4 900 uvp/h au nord de l'échangeur avec l'A8. Dans le sens nord → sud, le trafic atteint 4 000 uvp/h.

La congestion est également significative sur l'A8 à l'est de l'échangeur avec l'A51. Le trafic atteint 4 100 uvp/h dans le sens ouest → est et 3 500 uvp/h dans le sens est → ouest.

La D9 est saturée dans le sens ouest → est, au droit de la Pioline (2 400 uvp/h). Les avenues Henri Mouret et Max Juvénal et le tour de ville restent relativement congestionnées.

6.2.2 Situation de projet « avec ZAC de la Constance » - HPS 2035

6.2.2.1 Arborescence du trafic généré par la Constance - HPS 2035

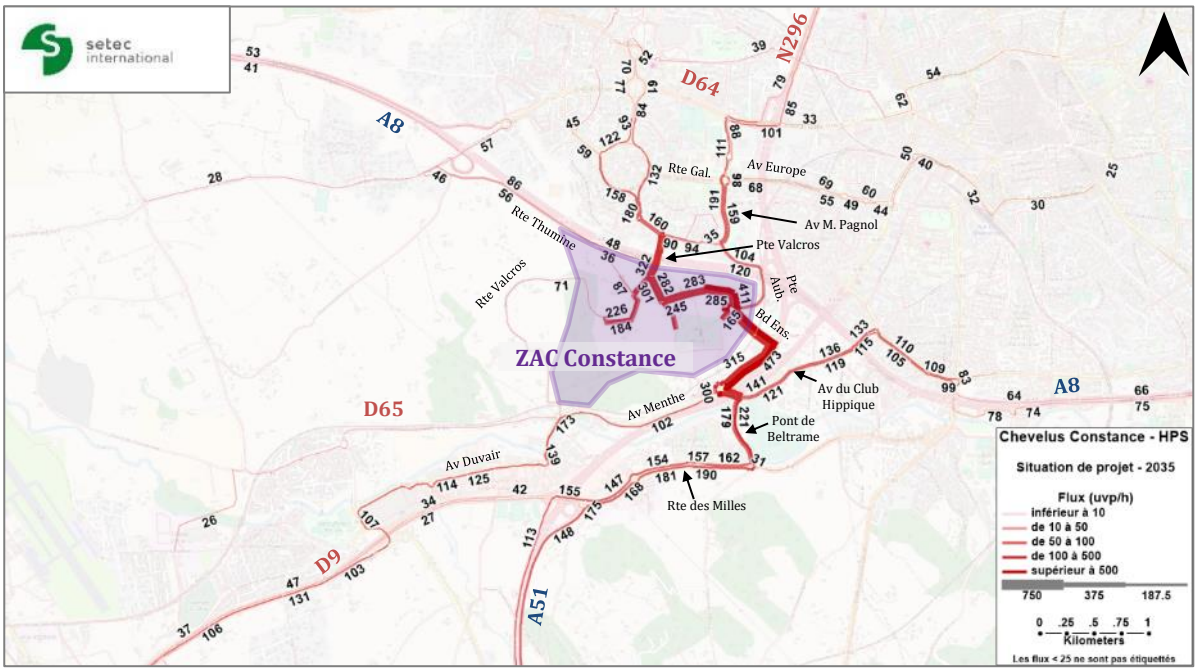


Figure 6-6 : Chevelus des déplacements ZAC Constance – situation projet – HPS 2035

Parmi les déplacements effectués depuis la ZAC Constance :

- 86 uvp/h sortent de la ZAC par le nord-ouest via la nouvelle route de la Thumine, principalement pour rejoindre l'A8 vers l'ouest (53 uvp/h) ;
- 250 uvp/h sortent de la ZAC par le nord (Porte de Valcros) et 104 par nord-est (Porte des Aubépines), en particulier :
  - 160 uvp/h se dirigent vers le maxi giratoire de Jas-de-Bouffan ;
  - 68 uvp/h empruntent l'avenue de l'Europe, en direction du centre d'Aix ;
  - 85 uvp/h rejoignent la N296 vers le nord ;
- 315 uvp/h sortent de la Constance par le sud-est via la rue Maurice Aicardi, en particulier :
  - 121 uvp/h rejoignent l'Avenue du club hippique (dont 74 vers l'A8) ;
  - 179 uvp/h empruntent le pont de Beltrame, notamment pour rejoindre l'A51 (113 uvp/h) ;
- Seulement 16 uvp/h sortent de la ZAC à l'ouest, par la route de Valcros.

Parmi les déplacements effectués vers la ZAC Constance :

- 56 uvp/h accèdent à la ZAC par le nord-ouest via la nouvelle route de la Thumine, principalement en provenance de l'ouest de l'A8 (41 uvp/h) ;
- 285 uvp/h entrent dans la Constance par le nord (Porte de Valcros) et 120 par le nord-est (Porte des Aubépines), en particulier :
  - 180 uvp/h depuis le maxi-giratoire de Jas-de-Bouffan ;
  - 78 uvp/h depuis l'avenue de l'Europe ;
  - 79 uvp/h depuis le nord de la N296 ;
- 473 uvp/h accèdent à la Constance par le sud-est via la rue Maurice Aicardi, notamment :
  - 141 uvp/h en provenance de l'Avenue du club hippique (dont 66 depuis l'A8) ;
  - 221 uvp/h via le pont de Beltrame, notamment depuis l'A51 (148 uvp/h) ;
  - 102 uvp/h via l'avenue du camp de Menthe, notamment depuis la D9 et la zone commerciale de la Pioline ;
- 71 uvp/h entrent dans la ZAC à l'ouest, par la route de Valcros principalement depuis la D9 et la zone commerciale de la Pioline.

6.2.2.2 Ecarts de trafic entre la situation de projet et la situation de référence – HPS 2035

Les augmentations de trafic générées par la situation projet (avec ZAC Constance), les plus remarquables sont les suivantes :

- +349 uvp/h sur la rue Maurice Aicardi dans le sens de la sortie de la ZAC Constance et +494 uvp/h dans le sens des entrées ;
- +132 uvp/h sur l'avenue Marcel Pagnol dans le sens sud → nord et +157 uvp/h dans le sens nord → sud ;
- + 55 uvp/h sur le pont Beltrame dans le sens sud → nord et + 76 uvp/h dans le sens nord → sud ;
- + 115 uvp/h sur l'avenue du Club Hippique dans le sens est → ouest ;
- + 94 uvp/h sur l'avenue Guillaume du Vair dans le sens ouest → est ;
- + 61 uvp/h sur la route de Milles dans le sens ouest → est et + 55 uvp/h dans le sens est → ouest ;

L'augmentation de trafic sur les grands axes (autoroutes et D9) est limitée, en particulier au niveau des sections courantes :

- +25 uvp/h au maximum sur l'A8 dans le sens ouest → est (+ 1 % par rapport à la situation de référence « sans ZAC Constance ») et +19 uvp/h au maximum dans le sens est->ouest (+ 1%) ;
- +63 uvp/h au maximum sur l'A51 dans le sens nord → sud (+ 2 %), +29 uvp/h au maximum dans le sens sud → nord (+1%) et +78 uvp/h au maximum sur la N296 dans le sens nord → sud (+ 3 %).

Au niveau des bretelles des échangeurs, l'augmentation la plus notable est relevée sur la bretelle de sortie A51 sud -> D9 (giratoire Couton) : + 89 uvp/h. Sur les autres bretelles des différents échangeurs, l'augmentation de trafic est de l'ordre de 50 à 60 uvp/h.

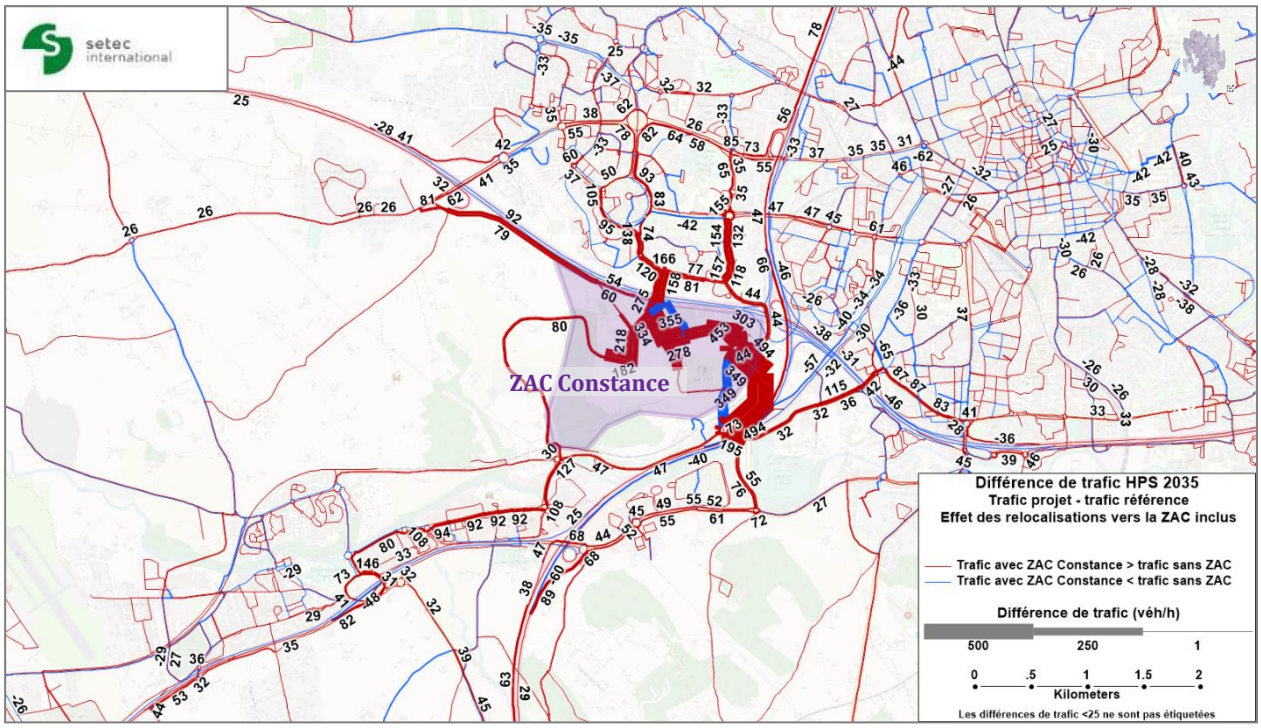


Figure 6-7 : Ecarts de trafic entre le scénario de référence et le scénario de projet – HPS 2035

6.2.2.3 Trafic et congestion - HPS 2035

Le trafic VP et la congestion sur le réseau routier sont représentées dans la carte ci-après en situation de projet à l'HPS 2035 :

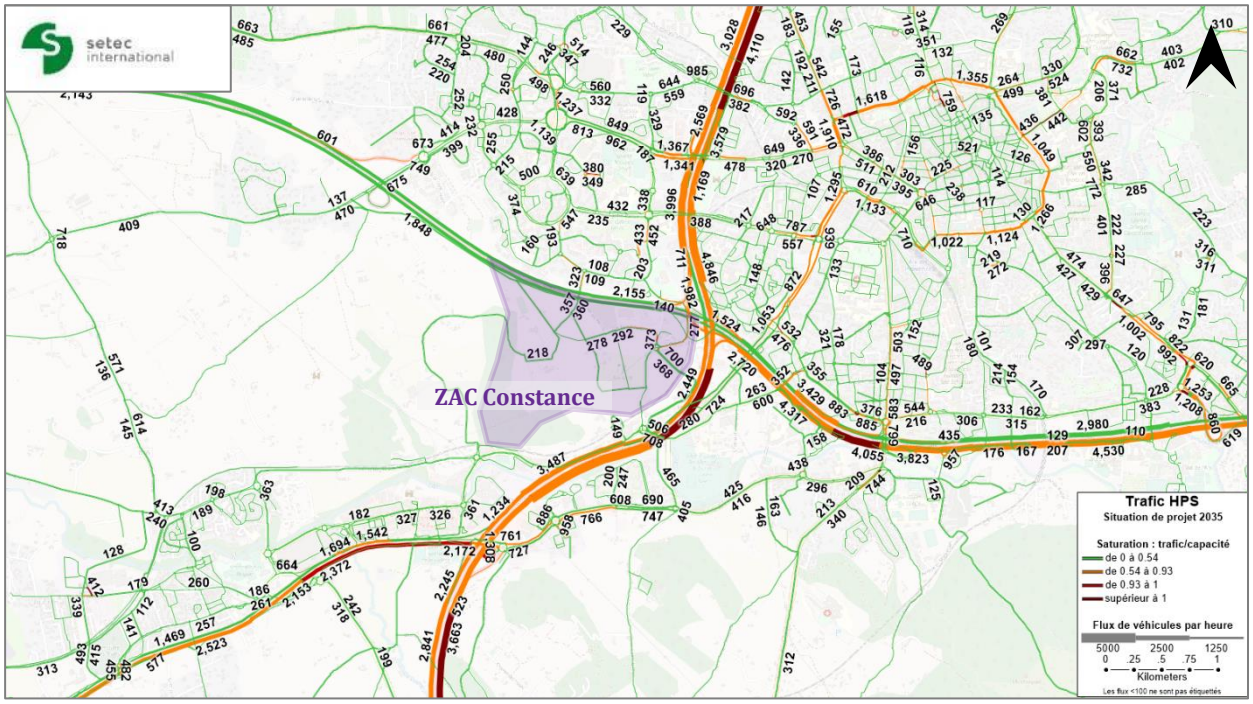


Figure 6-8 : Volume de trafic et congestion - situation de projet - HPS 2035

Comme en période de pointe du matin, l'impact du projet en période de pointe du soir reste limité en termes de congestion du fait de la rapide dilution des trafics générés. Les points durs les plus concernés sont les deux échangeurs avec l'A51, au niveau de la D64 et de la D9.

7 IMPACT SUR LES CARREFOURS PROCHES DE LA ZAC

Ce chapitre présente le fonctionnement des intersections proches de la future ZAC Constance :

- **Giratoire de l'Ensoleillée**
- **Carrefour à feux « Avenue du Club Hippique/Chemin Roger Martin/Chemin des Cavaliers »**
- **Carrefour à feux « Route de Valcros/Boulevard du Coq d'Argent/Boulevard des Vignes de Marius »**
- **Giratoire « Avenue Saint-John Perse/Avenue Pagnol/Avenue de l'Europe »**

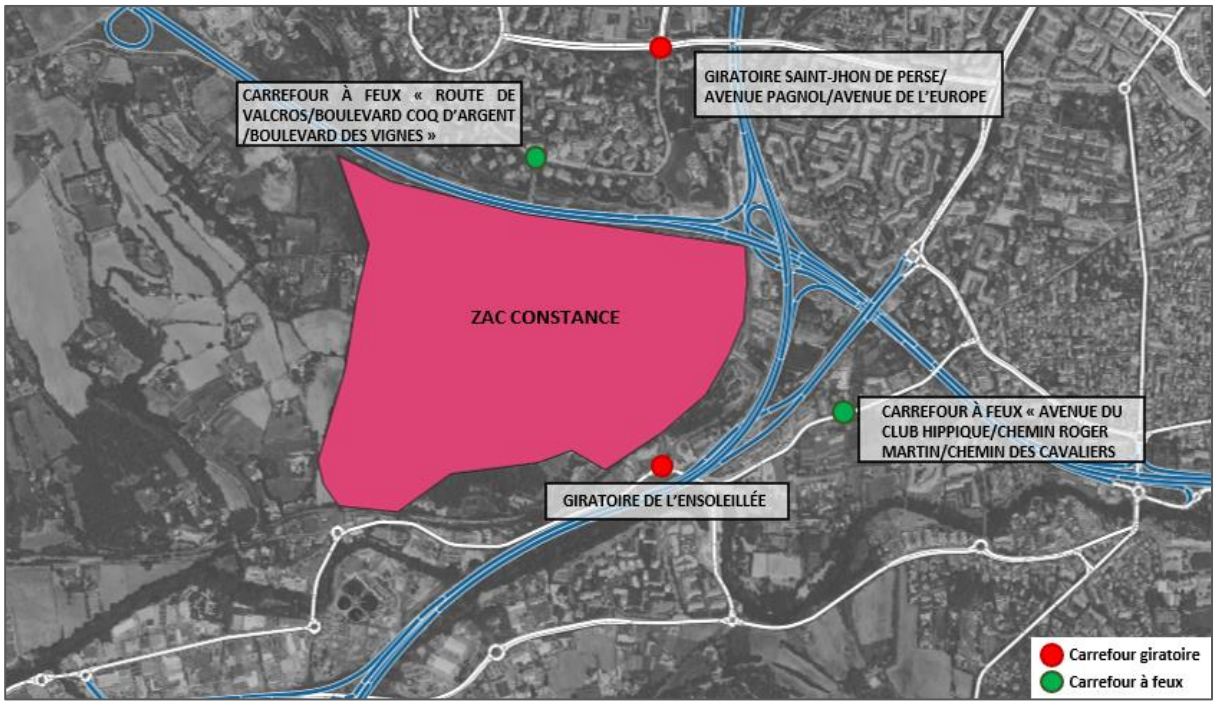


Figure 7-1 : Carte des intersections autour du projet

7.1 METHODOLOGIE ET HYPOTHESES

Les intersections ont été évaluées à l'horizon 2035 à l'aide des logiciels **Girabase**, pour la modélisation des ronds-points, et selon la méthode du **CEREMA** pour la modélisation des intersections à feux.

L'objectif de cette démarche est de vérifier le bon fonctionnement des intersections en situation projet et d'identifier les éventuels dysfonctionnements pouvant impacter la mobilité des usagers.

Les matrices de flux modélisées ont été construites au moyen d'un calage sur marge à partir des :

- **Des résultats des comptages automatiques disponibles dans la zone d'étude, réalisés entre 2019 et 2020 ;**
- **Des mouvements tournants issus du modèle M13+ à l'horizon 2020**
- **Des prévisions de trafics du modèle M13+ à l'horizon 2035 (après réalisation de la ZAC Constance).**

Enfin, le calcul des réserves de capacité est réalisé à l'hyperpointe, en appliquant les coefficients de passage présentés dans le tableau page suivante.

Ces coefficients de passage sont obtenus à partir de comptages automatiques réalisés pendant une semaine en 2019 et 2020 sur l'avenue du Club Hippique et le giratoire de l'Ensoleillée. Pour le giratoire « Avenue Saint-John Perse/Avenue Pagnol/Avenue de l'Europe » et pour le carrefour à feux « Route de Valcros/Boulevard du Coq d'Argent/Boulevard des Vignes de Marius », en l'absence de données suffisantes, nous avons appliqués les mêmes coefficients que sur le giratoire de l'Ensoleillée, afin de considérer l'hypothèse la plus défavorable au fonctionnement de ces intersections.

Tableau 7-1 : Coefficients de passage de l'heure de pointe à l'hyperpointe

Coefficients de passage[13]	HPM à Hyperpointe du matin	HPS à Hyperpointe du soir
Giratoire de l'Ensoleillée	1,28	1,12
Carrefour à feux *« Avenue du Club Hippique/Chemin Roger Martin/Chemin des Cavaliers »*	1,23	1,04
Carrefour à feux *« Route de Valcros/Boulevard du Coq d'Argent/Boulevard des Vignes de Marius »*	1,28	1,12
Giratoire *« Av. Saint-John Perse/Av. Pagnol /Av. de l'Europe »*	1,28	1,12

7.2 INTERSECTION 1 : GIRATOIRE DE L'ENSOLEILLE

Les matrices des mouvements tournants pour le giratoire de l'Ensoleillée, aux hyperpointes du matin et du soir 2035, sont présentés ci-après :

Tableau 7-2 : Matrice des mouvements tournants – Giratoire de l'Ensoleillée – HPM 2035

Hyperpointe matin 2035 (UVP/h)	Rue Maurice Aicardi-Lejard	Chem. Des Aubépines	RD65 (SO) - Camp de Menthe	RD65 (SE) - Club hippique	Total
Rue Maurice Aicardi-Lejard	0	0	320	825	**1145**
Chem. Des Aubépines	0	0	5	5	**10**
RD65 (SO) - Camp de Menthe	185	0	0	278	**463**
RD65 (SE) - Club hippique	563	0	318	0	**881**
Total	**748**	**0**	**643**	**1108**	**2499**

Tableau 7-3 : Matrice des mouvements tournants – Giratoire de l'Ensoleillée – HPS 2035

Hyperpointe soir 2035 (UVP/H)	Rue Maurice Aicardi-Lejard	Chem. Des Aubépines	RD65 (SO) - Camp de Menthe	RD65 (SE) - Club hippique	Total
Rue Maurice Aicardi-Lejard	0	0	189	375	**564**
Chem. Des Aubépines	0	0	5	5	**10**
RD65 (SO) - Camp de Menthe	274	0	0	515	**789**
RD65 (SE) - Club hippique	604	0	208	0	**812**
Total	**878**	**0**	**402**	**895**	**2175**

Les résultats de la modélisation sont synthétisés dans le tableau ci-après :

Tableau 7-4 : Résultats des modélisations à l'HPM 2035 - Giratoire de l'Ensoleillée

Hyperpointe matin 2035	Réserve de capacité		Longueur de stockage		Temps d'attente
	en UVP/h	en %	moyenne	maximale	moyen
Rue Maurice Aicardi-Lejard	124	10%	5 véh	17 véh	15 s
Chem. Des Aubépines	627	98%	0 véh	2 véh	4 s
RD65 (SO) - Camp de Menthe	546	54%	0 véh	3 véh	3 s
RD65 (SE) - Club hippique	644	42%	0 véh	3 véh	2 s

Tableau 7-5 : Résultats des modélisations à l'HPS 2035 - Giratoire de l'Ensoleillée

Hyperpointe soir 2035	Réserve de capacité		Longueur de stockage		Temps d'attente
	en UVP/h	en %	moyenne	maximale	Moyen
Rue Maurice Aicardi-Lejard	841	60%	0 véh	3 véh	1 s
Chem. Des Aubépines	1067	99%	0 véh	2 véh	1 s
RD65 (SO) - Camp de Menthe	709	47%	0 véh	3 véh	2 s
RD65 (SE) - Club hippique	563	41%	1 véh	4 véh	2 s

A l'hyperpointe du matin, le trafic peut remonter sur quelques dizaines de mètres au niveau de la rue Maurice Aicardi-Lejard. Cependant, le temps d'attente moyen (15 secondes) reste très acceptable pour les usagers. Pour les autres branches, les réserves de capacité sont supérieures à 40%, ce qui assurera le bon fonctionnement du giratoire. A l'hyperpointe du soir également, les réserves de capacité sont supérieures à 40% sur l'ensemble des branches.

7.3 Intersection 2 : Carrefour « Av. du Club Hippique/Chemin Roger Martin/Chemin des Cavaliers »

Les matrices des mouvements tournants pour le carrefour à feux « Avenue du Club Hippique/Chemin Roger Martin/Chemin des Cavaliers », aux hyperpointes du matin et du soir 2035, sont présentés ci-après :

Tableau 7-6 : Matrice des mouvements tournants – Carrefour à feux « Avenue du Club Hippique/Chemin Roger Martin/Chemin des Cavaliers » – HPM 2035

Hyperpointe matin 2035 (UVP)	Av. Club Hippique (NE)	Ch. Roger Martin	Av. Club Hippique (SO)	Ch. Des Cavaliers	Total
Av. Club Hippique (NE)	0	35	843	16	**894**
Ch. Roger Martin	14	0	25	9	**48**
Av. Club Hippique (SO)	483	94	0	11	**588**
Ch. Des Cavaliers	9	3	6	0	**18**
Total	**506**	**131**	**874**	**36**	**1 547**

Tableau 7-7 : Matrice des mouvements tournants – Carrefour à feux « Avenue du Club Hippique/Chemin Roger Martin/Chemin des Cavaliers » – HPS 2035

Hyperpointe soir 2035 (UVP/h)	Av. Club Hippique (NE)	Ch. Roger Martin	Av. Club Hippique (SO)	Ch. Des Cavaliers	Total
Av. Club Hippique (NE)	0	0	417	17	**429**
Ch. Roger Martin	6	0	44	1	**50**
Av. Club Hippique (SO)	657	23	0	10	**690**
Ch. Des Cavaliers	15	0	14	0	**29**
Total	**678**	**23**	**475**	**28**	**1 198**

Les résultats de la modélisation pour le carrefour à feux sont synthétisés dans le tableau ci-après :

Tableau 7-8 : Résultats des modélisations à l'HPM 2035 - Carrefour à feux « Avenue du Club Hippique/Chemin Roger Martin/Chemin des Cavaliers »

	Phase	Demande	Durée du vert	Capacité	Réserve de capacité		Temps d'attente au feu
Hyperpointe du matin 2035		**UVPd/h**	**sec**	**UVPd/h**	**UVPd/h**	**%**	**sec**
Av. Club Hippique (NE)	1	909	40	985	76	8%	11
Ch. Roger Martin	2	53	10	246	193	78%	24
Av. Club Hippique (SO)	1	643	40	985	342	35%	8
Ch. Des Cavaliers	3	20	5	123	103	84%	28
Carrefour		**962**		**1 231**	**269**	**22%**	

Temps de cycle : 65s avec pour temps de verts de 40s pour la phase 1, 10s pour la phase 2 et 5s pour la phase 3

Tableau 7-9 : Résultats des modélisations à l'HPS 2035 - Carrefour à feux « Avenue du Club Hippique/Chemin Roger Martin/Chemin des Cavaliers »

	Phase	Demande	Durée du vert	Capacité	Réserve de capacité		Temps d'attente au feu
Hyperpointe du soir 2035		**UVPd/h**	**sec**	**UVPd/h**	**UVPd/h**	**%**	**sec**
Av. Club Hippique (NE)	1	446	40	985	539	55%	7
Ch. Roger Martin	2	57	10	246	190	77%	24
Av. Club Hippique (SO)	1	707	40	985	278	28%	9
Ch. Des Cavaliers	3	33	5	123	90	73%	28
Carrefour		**764**		**1 231**	**467**	**38%**	

Temps de cycle : 65s avec pour temps de verts de 40s pour la phase 1, 10s pour la phase 2 et 5s pour la phase 3

A l'hyperpointe du matin, la réserve de capacité apparaît faible sur l'Avenue du Club Hippique (NE), inférieure aux 10% permettant d'assurer le bon fonctionnement de l'intersection. Cependant, l'étude du temps d'attente moyen au feu permet de confirmer des temps d'attente très acceptables pour les usagers. Sur toutes les autres branches, ainsi que de manière plus générale sur l'ensemble du carrefour, les réserves de capacité aux hyperpointes du matin et du soir sont supérieures à 20%, ce qui assurera le bon fonctionnement du carrefour.

7.4 INTERSECTION 3 : CARREFOUR « ROUTE DE VALCROS/BLD DU COQ D'ARGENT/BLD DES VIGNES DE MARIUS »

Sur ce carrefour, nous avons disposé de très peu de données de comptage (mouvements tournants datant de 2013 et un comptage automatique en 2020 sur le Boulevard Coq d'Argent). Pour reconstituer les matrices de mouvements tournants, nous avons considéré à chaque fois les hypothèses les plus maximalistes (et donc défavorables au projet). Ainsi nous avons projeté en 2020 les comptages de 2013, en considérant une augmentation du trafic de 3% par an avant de faire les projection 2035 avec le modèle.

Les matrices obtenues des mouvements tournants pour le carrefour à feux « Route de Valcros/Boulevard du Coq d'Argent/Boulevard des Vignes de Marius », aux hyperpointes du matin et du soir 2035, sont présentés ci-après :

Tableau 7-10 : Matrice des mouvements tournants – Carrefour à feux « Route de Valcros/Boulevard du Coq d'Argent/Boulevard des Vignes de Marius » – HPM 2035

Hyperpointe matin 2035 (UVP)	Bd. Coq d'Argent	Bd. Vignes de Marius	Route de Valcros	Total
Bd. Coq d'Argent	0	201	173	**374**
Bd. Vignes de Marius	462	0	331	**793**
Route de Valcros	175	203	0	**378**
Total	**637**	**404**	**504**	**1545**

Tableau 7-11 : Matrice des mouvements tournants – Carrefour à feux « Route de Valcros/Boulevard du Coq d'Argent/Boulevard des Vignes de Marius » – HPS 2035

Hyperpointe soir 2035 (UVP)	Bd. Coq d'Argent	Bd. Vignes de Marius	Route de Valcros	Total
Bd. Coq d'Argent	0	427	129	**556**
Bd. Vignes de Marius	253	0	246	**499**
Route de Valcros	187	318	0	**505**
Total	**440**	**745**	**375**	**1560**

Les résultats de la modélisation pour le carrefour à feux sont synthétisés dans le tableau ci-après :

Tableau 7-12 : Résultats des modélisations à l'HPM 2035 - Carrefour à feux « Route de Valcros/Boulevard du Coq d'Argent/Boulevard des Vignes de Marius »

	Phase	Demande	Durée du vert	Capacité	Réserve de capacité		Temps d'attente au feu
Hyperpointe du matin 2035		**UVPd/h**	**sec**	**UVPd/h**	**UVPd/h**	**%**	**sec**
Bd. Coq d'Argent	1	826	30	900	74	8%	14
Bd. Vignes de Marius - TD	1	201	30	900	699	78%	8
Bd. Vignes de Marius - TAG	1 et 2	173	7	210	37	18%	26
Route de Valcros	3	378	13	390	12	3%	23
Carrefour		**826**		**1 200**	**374**	**31%**	

Temps de cycle : 60s avec pour temps de vert de 30s pour la phase 1, 7s pour la phase 2 et 13s pour la phase 3

Tableau 7-13 : Résultats des modélisations à l'HPS 2035 - Carrefour à feux « Route de Valcros/Boulevard du Coq d'Argent/Boulevard des Vignes de Marius »

Hyperpointe du soir 2035	Phase	Demande	Durée du vert	Capacité	Réserve de capacité		Temps d'attente au feu
		UVPd/h	sec	UVPd/h	UVPd/h	%	sec
Bd. Coq d'Argent	1	524	23	690	166	24%	16
Bd. Vignes de Marius - TD	1	427	23	690	263	38%	15
Bd. Vignes de Marius - TAG	1 et 2	129	7	210	81	39%	25
Route de Valcros	3	505	20	600	95	16%	18
Carrefour		**524**		**1 200**	**676**	**56%**	

Temps de cycle : 60s avec pour temps de vert de 23s pour la phase 1, 7s pour la phase 2 et 20s pour la phase 3

A l'hyperpointe du matin, les réserves de capacité sont positives mais faibles sur le Boulevard du Coq d'Argent et sur la Route de Valcros (inférieures à 10%). Des remontées de files (de 20 à 30 mètres) peuvent se former sur la route de Valcros. Conformément à la méthodologie du CEREMA, il convient de regarder les temps d'attente moyens aux feux : ceux-ci sont acceptables pour les usagers (inférieurs à 30s sur les deux branches). Sur les autres branches le matin, et sur toutes les branches à l'hyperpointe le soir, les réserves de capacité sont supérieures à 10%, ce qui assurera le bon fonctionnement du carrefour.

Ces calculs se fondent sur des données parcellaires et des hypothèses conservatrices qu'il conviendra d'affiner ultérieurement.

7.5 Intersection 4 : Giratoire « Avenue Saint-John Perse/Avenue Pagnol/Avenue de l'Europe »

Les matrices des mouvements tournants pour le giratoire « Avenue Saint-John Perse/Avenue Pagnol/Avenue de l'Europe », aux hyperpointes du matin et du soir 2035, sont présentés ci-après :

Tableau 7-14 : Matrice des mouvements tournants – Giratoire « Avenue Saint-John Perse/Avenue Pagnol/Avenue de l'Europe » – HPM 2035

Hyperpointe matin 2035 (UVP/h)	Av. de l'Europe	Av. M. Pagnol (N)	Av. St-John Perse	Av. M. Pagnol (S)	Total
Av. de l'Europe	0	154	198	81	**433**
Av. M. Pagnol (N)	187	0	85	396	**668**
Av. St-John Perse	255	12	0	36	**303**
Av. M. Pagnol (S)	207	267	53	0	**527**
Total	**649**	**433**	**336**	**513**	**1931**

Tableau 7-15 : Matrice des mouvements tournants – Giratoire « Avenue Saint-John Perse/Avenue Pagnol/Avenue de l'Europe » – HPS 2035

Hyperpointe soir 2035 (UVP/h)	Av. de l'Europe	Av. M. Pagnol (N)	Av. St-John Perse	Av. M. Pagnol (S)	Total
Av. de l'Europe	0	237	291	118	**646**
Av. M. Pagnol (N)	205	0	93	264	**562**
Av. St-John Perse	178	4	0	17	**199**
Av. M. Pagnol (S)	188	404	75	0	**667**
Total	**571**	**645**	**459**	**399**	**2074**

Les résultats de la modélisation sont synthétisés dans le tableau ci-après :

Tableau 7-16 : Résultats des modélisations à l'HPM 2035 - Giratoire « Avenue Saint-John Perse/Avenue Pagnol/Avenue de l'Europe »

Hyperpointe matin 2035	Réserve de capacité		Longueur de stockage		Temps d'attente
	en UVP/h	en %	moyenne	maximale	moyen
Av. de l'Europe	1695	80%	0 véh	2 véh	0 s
Av. M. Pagnol (N)	657	50%	0 véh	3 véh	2 s
Av. St-John Perse	1192	80%	0 véh	2 véh	1 s
Av. M. Pagnol (S)	490	48%	1 véh	4 véh	4 s

Tableau 7-17 : Résultats des modélisations à l'HPS 2035 - Giratoire « Avenue Saint-John Perse/Avenue Pagnol/Avenue de l'Europe »

Hyperpointe soir 2035	Réserve de capacité		Longueur de stockage		Temps d'attente
	en UVP/h	en %	moyenne	maximale	Moyen
Av. de l'Europe	1168	64%	0 véh	2 véh	1 s
Av. M. Pagnol (N)	537	49%	1 véh	4 véh	3 s
Av. St-John Perse	1387	87%	0 véh	2 véh	1 s
Av. M. Pagnol (S)	438	40%	1 véh	4 véh	4 s

Aux hyperpointes du matin comme du soir, les réserves de capacité apparaissent supérieures à 40% sur toutes les branches et les temps d'attente moyen sont tous très courts, ce qui assurera un bon fonctionnement de ce giratoire.

8 SYNTHESE ET CONCLUSION

L'aménagement de la ZAC Constance est un projet important de de 3 600 logements, 70 500 m² d'activités tertiaires et 6 000 m² de commerces.

Les déplacements d'échanges de la ZAC avec le reste du territoire chargeront en premier lieu le réseau interne de voiries de la ZAC : la rue Maurice Aicardi sera l'accès à la ZAC qui supportera le trafic le plus important, notamment en raison de la fermeture de la porte sud de la Constance aux voitures. Il pourra ainsi connaître quelques ralentissements le matin (626 uvp/h dans le sens de la sortie de la ZAC).

Sur le réseau routier environnant, le projet aura un impact limité : les trafics générés se dilueront rapidement à mesure que l'on s'éloignera de la ZAC et que l'on se rapprochera des points durs de congestion

La création de la voie nouvelle de la Thumine permet par ailleurs de contenir une partie des flux générés qui autrement auraient irrigué le réseau proche. D'autres infrastructures telles que le pont Beltrame et le pont de la Guiramande, aujourd'hui en service, ont été réalisées en anticipation de l'achèvement de la ZAC afin d'alléger les voies actuelles en proposant de nouveaux itinéraires plus directs.

Ainsi, hormis sur l'avenue Marcel Pagnol qui ne présente pas de problème de saturation, **les augmentations de trafic engendrées par la réalisation du projet seront inférieures à 130 uvp/h, soit environ 2 véhicules par minute**.

Les augmentations les plus notables sont les suivantes :

En HPM 2035 :

- +191 uvp/h sur l'avenue Marcel Pagnol dans le sens sud → nord ;
- + 126 uvp/h sur la route de Galice (D64) au niveau de l'échangeur avec la N296/A51 ;
- + 92 uvp/h sur l'avenue du Club Hippique dans le sens ouest → est ;
- + 90 uvp/h sur la route de Milles dans le sens ouest → est.

En HPS 2035 :

- + 55 uvp/h sur le pont Beltrame dans le sens sud → nord et +76 uvp/h dans le sens nord → sud ;
- + 115 uvp/h sur l'avenue du Club Hippique dans le sens est → ouest ;
- + 94 uvp/h sur l'avenue Guillaume du Vair dans le sens ouest → est ;

Sur les grands axes (autoroutes et D9), l'augmentation de trafic sera, au plus, de l'ordre de 60 uvp/h par sens, soit 1 véhicule par minute.

L'étude détaillée des intersections proches de la ZAC ne met pas en évidence de dysfonctionnement causé par le surplus de trafic à l'horizon 2035.

Les quelques points de congestion touchés, sur la route de Galice (D64) et la route de Milles (D9), au niveau des échangeurs avec l'A51, sont situés assez loin en aval du projet. Ils présentent une congestion préexistante qui ne devrait pas trop s'aggraver avec la mise en place de la ZAC Constance. Néanmoins quelques aménagements (déjà en cours d'étude ou en cours de réflexion par ailleurs) semblent indispensables pour assurer un écoulement des flux plus fluide et plus sécurisé, sur le système d'échange D9/A51, notamment :

- Mise en place d'un feu sur le tourne-à-gauche D9 est -> A51 sud ;
- Reconfiguration du giratoire Couton en place à feux incluant la bretelle d'entrée sur l'A51.

En conclusion, l'impact circulatoire du projet sera donc relativement limité, en particulier sur les grandes voies de circulation. En effet, sur ces axes, **les flux générés par la ZAC s'insèrent en aval des points de congestion[14](nœuds A8/A51 et D9/A51) ou quitte le réseau structurant en amont[15] de ces points durs**

[14] Après les points de congestion
[15] Avant les points de congestion

9 ANNEXES

NB : en raison du nombre élevé de comptages, ceux-ci ne sont pas tous été affichés sur la carte.



Figure 9-1 : Carte des GEH en HPM 2020

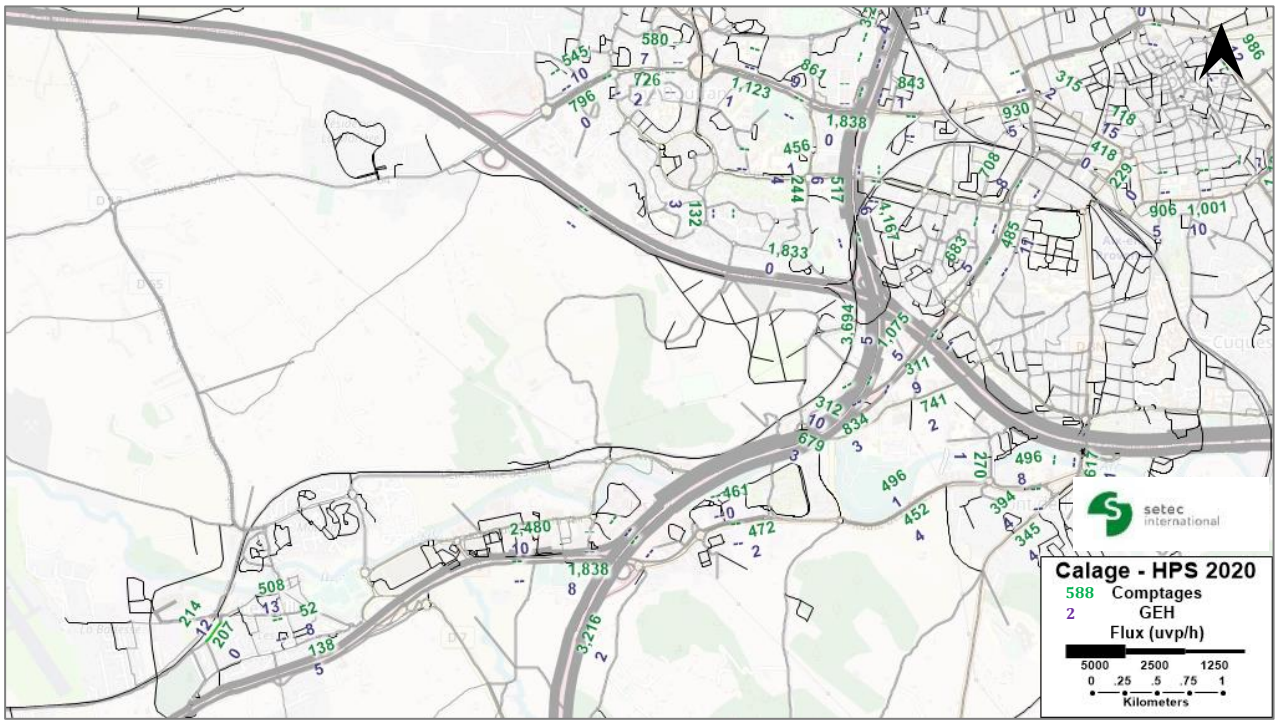


Figure 9-2 : Carte des GEH en HPS 2020

Opération ZAC de la Constance

à Aix-en-Provence



Etude de trafic – Résumé exécutif

23/09/2022 – Version C00

affaire	niveau	type dossier	ident gen	ident part	domaine	ouvrage	nature	libre	indice
51507	---	-----------	---	---	TRA	-----	RES	-----	C00

A la demande de la SPLA, setec international a réalisé une étude prospective sur l'impact circulatoire de la ZAC Constance (horizon d'étude 2035). Les principaux résultats sont synthétisés dans les paragraphes suivants.

L'aménagement de la ZAC Constance est un projet important de de 3 600 logements, 70 500 m² d'activités tertiaires et 6 000 m² de commerces. Cette ZAC disposera d'une bonne accessibilité à vélo, en bus (ligne de bus traversant la ZAC, proximité du BHNS ligne A et du futur BHNS vers le pôle d'activités) et en voiture.

En ce qui concerne le mode routier, les déplacements d'échanges de la ZAC avec le reste du territoire chargeront en premier lieu le réseau interne de voiries de la ZAC : la rue Maurice Aicardi sera l'accès à la ZAC qui supportera le trafic le plus important, notamment en raison de la fermeture de la porte sud de la Constance aux voitures. Il pourra ainsi connaître quelques ralentissements le matin (842 uvp/h dans le sens de la sortie de la ZAC).

Sur le réseau routier environnant, le projet aura un impact limité : les trafics générés se dilueront rapidement à mesure que l'on s'éloignera de la ZAC et que l'on se rapprochera des points durs de congestion

La création de la voie nouvelle de la Thumine permet par ailleurs de contenir une partie des flux générés qui autrement auraient irrigué le réseau proche. D'autres infrastructures telles que le pont Beltrame et le pont de la Guiramande, aujourd'hui en service, ont été réalisées en anticipation de l'achèvement de la ZAC afin d'alléger les voies actuelles en proposant de nouveaux itinéraires plus directs.

Ainsi, hormis sur l'avenue Marcel Pagnol (+191 uvp/h) qui ne présente pas de problème de saturation, les augmentations de trafic engendrées par la réalisation du projet seront inférieures à 130 uvp/h, soit environ 2 véhicules par minute. Les augmentations les plus notables sont les suivantes :

En HPM 2035 :

- + 106 uvp/h sur le pont Beltrame dans le sens sud → nord ;
- + 126 uvp/h sur la route de Galice (D64) au niveau de l'échangeur avec la N296/A51 ;
- + 92 uvp/h sur l'avenue du Club Hippique dans le sens ouest → est ;
- + 87 uvp/h sur l'avenue Guillaume du Vair dans le sens est → ouest ;
- + 90 uvp/h sur la route de Milles dans le sens ouest → est.

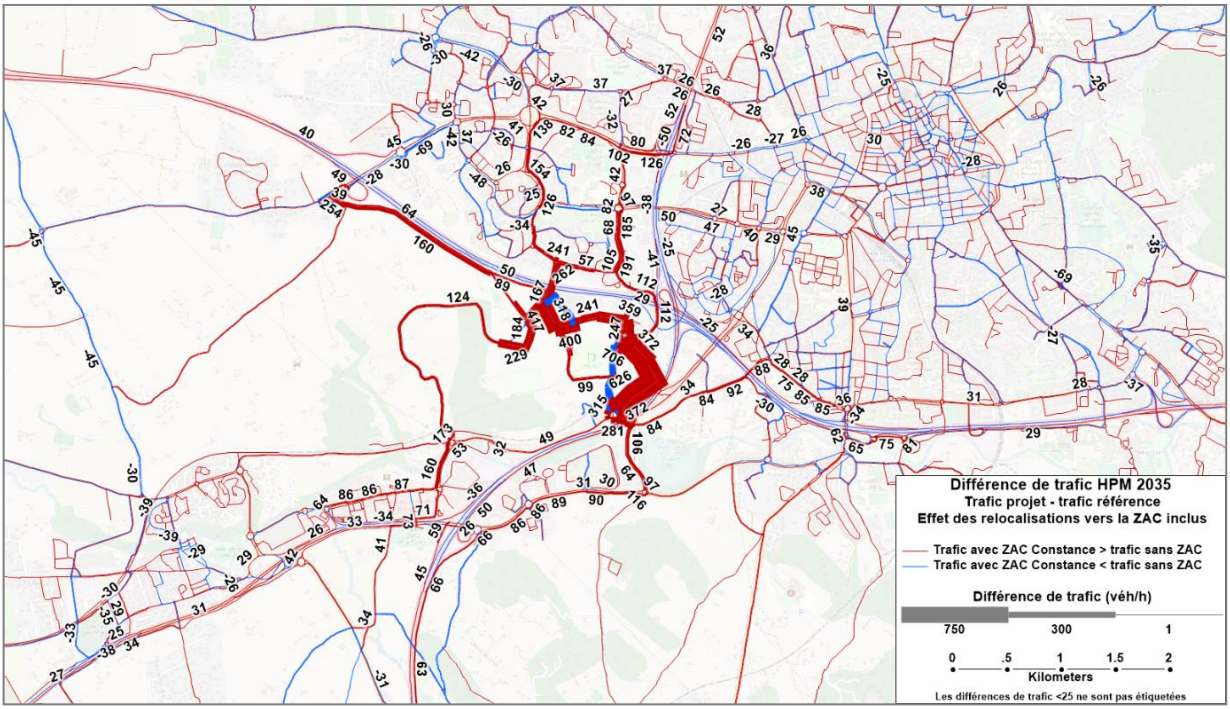


Figure 1 : Ecarts de trafic entre le scénario de référence et le scénario de projet – HPM 2035

L'augmentation de trafic sur les grands axes (autoroutes et D9) est limitée, en particulier au niveau des sections courantes :

- +29 uvp/h au maximum sur l'A8 dans le sens ouest->est et +18 uvp/h au maximum dans le sens est->ouest ;
- +34 uvp/h au maximum sur l'A51 dans le sens nord->sud et +63 uvp/h au maximum dans le sens sud -> nord (+52 uvp/h au maximum sur la N296 dans le sens sud -> nord).

Au niveau des bretelles des échangeurs, l'augmentation la plus notable est relevée sur la bretelle d'insertion de la route de Galice est -> N296 nord : + 72 uvp/h. Sur les autres bretelles des différents échangeurs, l'augmentation de trafic est de l'ordre de 50 à 60 uvp/h.

En HPS 2035 :

- + 55 uvp/h sur le pont Beltrame dans le sens sud → nord et + 76 uvp/h dans le sens nord → sud ;
- + 115 uvp/h sur l'avenue du Club Hippique dans le sens est → ouest ;
- + 94 uvp/h sur l'avenue Guillaume du Vair dans le sens ouest → est ;
- + 61 uvp/h sur la route de Milles dans le sens ouest → est et + 56 uvp/h dans le sens est → ouest ;

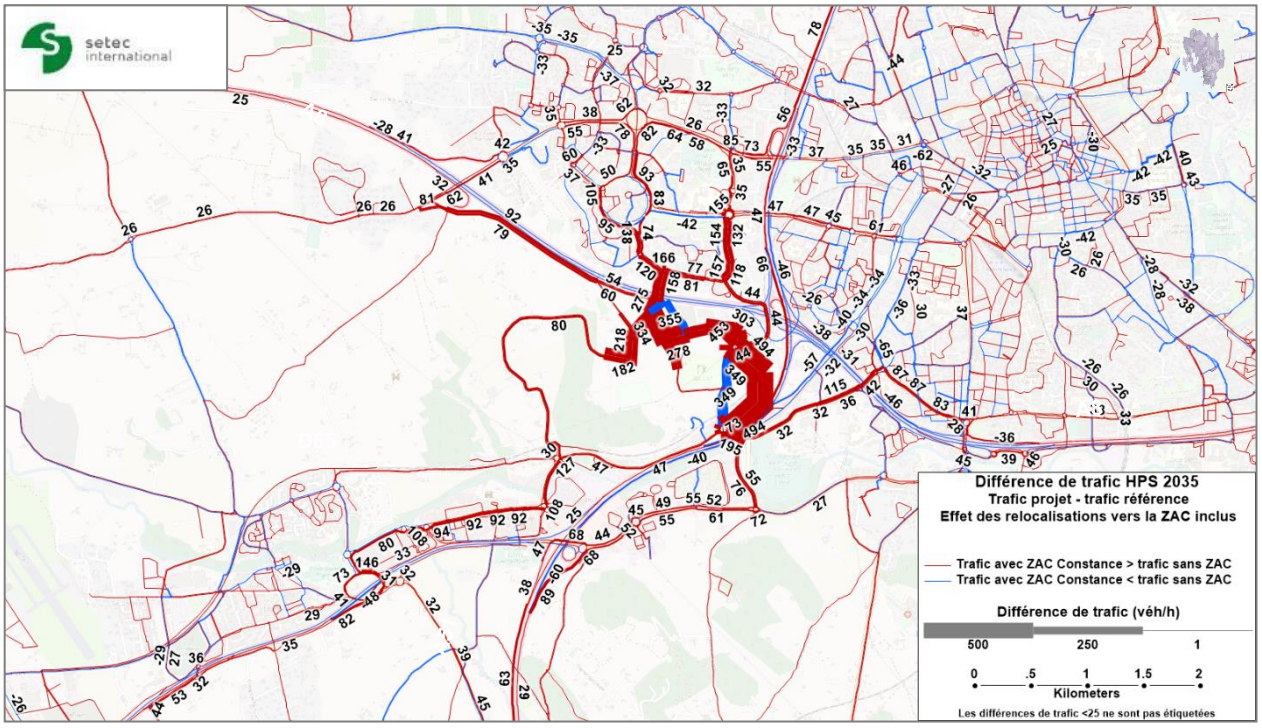


Figure 2 : Ecarts de trafic entre le scénario de référence et le scénario de projet – HPS 2035

Sur les grands axes (autoroutes et D9), l'augmentation de trafic sera, au plus, de l'ordre de 60 uvp/h par sens, soit 1 véhicule par minute.

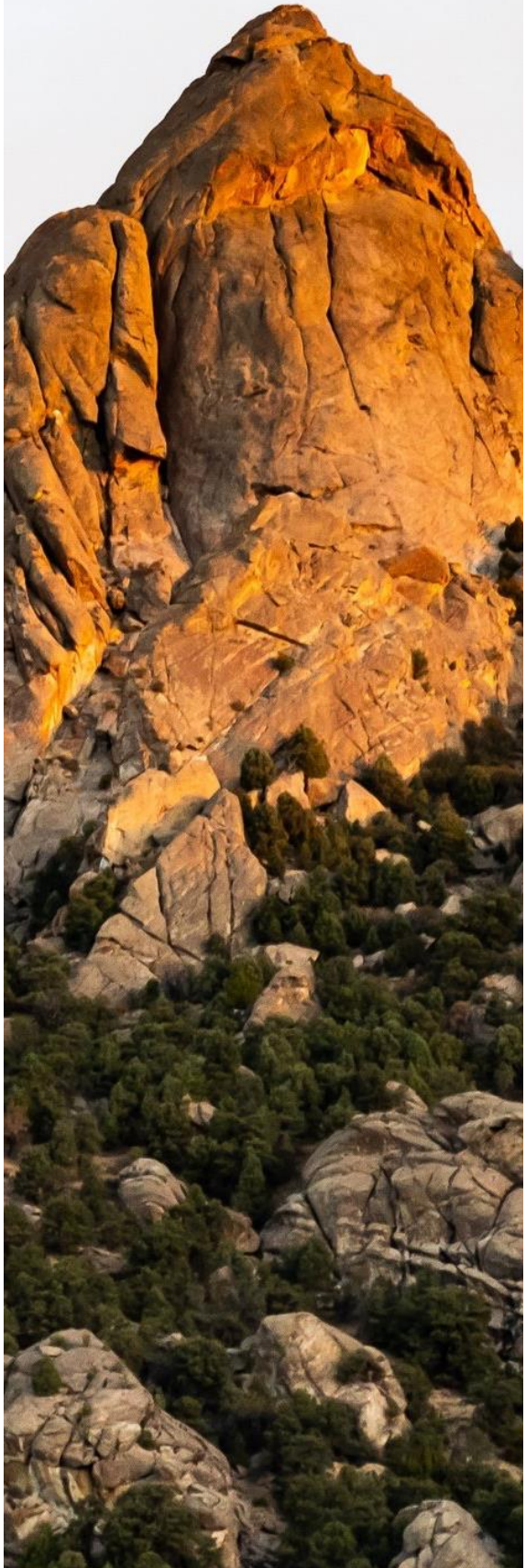
L'étude détaillée des intersections proches de la ZAC (giratoires de l'Ensoleillée et de l'avenue Saint-John Perse, carrefours à feux avenue Club Hippique et Boulevard du Coq D'Argent) ne met pas en évidence de dysfonctionnement causé par le surplus de trafic à l'horizon 2035.

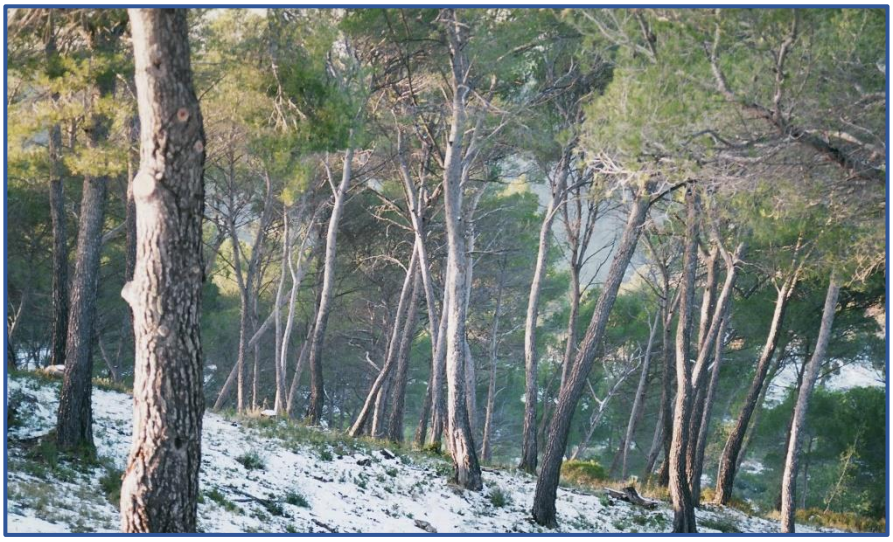
Les quelques points de congestion touchés, sur la route de Galice (D64) et la route de Milles (D9), au niveau des échangeurs avec l'A51, sont situés assez loin en aval du projet. Ils présentent une congestion préexistante qui ne devrait pas trop s'aggraver avec la mise en place de la ZAC Constance. Néanmoins quelques aménagements (déjà en cours d'étude ou en cours de réflexion par ailleurs) semblent indispensables pour assurer un écoulement des flux plus fluide et plus sécurisé, sur le système d'échange D9/A51, notamment :

- Mise en place d'un feu sur le tourne-à-gauche D9 est -> A51 sud ;
- Reconfiguration du giratoire Couton en place à feux incluant la bretelle d'entrée sur l'A51.

En conclusion, l'impact circulatoire du projet sera donc relativement limité, en particulier sur les grandes voies de circulation. En effet, sur ces axes, les flux générés par la ZAC s'insèrent en aval des points de congestion[1](nœuds A8/A51 et D9/A51) ou quitte le réseau structurant en amont[2] de ces points durs.

[1] Après les points de congestion
[2] Avant les points de congestion





Ecotonia

Z.A.C. « La Constance » – Pays d'Aix Territoires & Ville d'Aix-en-Provence (13090)

Bouches-du-Rhône

Volet naturel de l'état initial de l'environnement – Rapport final

Septembre 2022

Ecotonia

PAYS d'AIX Territoires
Société Publique Locale d'Aménagement

AIX EN PROVENCE
LA VILLE

Sommaire

1 Introduction 1

Objectifs généraux 2

2 Contexte Géographique et Écologique du Projet 3

2.1 Contexte géographique 3

2.1.1 Situation géographique 3

2.1.2 Aire d'étude retenue 6

2.1.2.1 Délimitation de l'aire d'étude 6

2.1.2.2 Surface et découpage de l'aire d'étude 7

2.2 Contexte écologique 7

2.2.1 Approche bibliographique 7

2.2.1.1 Intérêt de l'étude règlementaire et bibliographique 7

2.2.1.2 Les périmètres à statuts particuliers sur l'aire du projet 8

Arrêtés de Protection de Biotope (APB) 8

Le Réseau Natura 2000 11

Réserve de Biosphère (UNESCO) 16

Parcs Naturels Régionaux (PNR) 20

ZNIEFF de type I et II 26

Les Espaces Naturels Sensibles 32

Les Parties de cours d'eau abritant des frayères (PCE) au titre de l'article L. 432-3 du code de l'environnement 33

3 Équilibre biologique du site et atteintes attendues 35

4 Continuités écologiques et SRCE et notion de continuités écologiques 36

4.1 Insertion dans les schémas territoriaux 36

La trame verte et bleue locale 39

4.2 Conclusion sur la cohérence écologique du projet 44

Le projet d'aménagement et de développement durable de la ville d'Aix-en-Provence 45

4.3 Synthèse 46

5 Méthodologie 48

5.1 Inventaires floristiques et faunistique 48

5.1.1 Habitats naturels 48

5.1.2 Flore 49

5.1.3 Amphibiens 50

5.1.4 Reptiles 50

5.1.5 Mammifères terrestres 51

5.1.6 Chiroptères 51
5.1.7 Insectes 54
5.1.8 Oiseaux 58
5.1.9 Les zones humides 59
5.2 Méthodologie pour la hiérarchisation des enjeux 60
5.2.1 Enjeux de conservation régionaux 60
5.2.2 Enjeux de conservation sur site 61
5.2.3 Niveau d'enjeu 61
5.3 Méthodologie pour l'analyse des impacts 62
5.3.1 Nature des impacts 62
5.3.2 Type et durée d'impacts 63
5.3.3 Évaluation des impacts 63
5.4 Méthodologie pour la proposition de mesures ERC : Eviter, Réduire et Compenser . 63
5.4.1 Généralités 63
5.4.2 Mesures d'atténuation 64
5.4.3 Mesures de compensation 64
5.4.4 Mesures d'accompagnement et de suivi 64
5.5 Expertise de terrain 65
5.5.1 Calendrier des inventaires 65
6 État Initial 70
6.1 Habitats naturels 70
6.1.1 Résultats de l'expertise de 2018 70
6.1.2 Typologie des habitats 70
6.1.2.1 Milieux artificialisés 71
6.1.2.2 Milieux boisés 75
6.1.3 Synthèse des enjeux sur les habitats naturels en 2018 76
6.1.4 Cartographie des habitats du site d'étude en 2018 78
6.1.5 Résultats de l'expertise complémentaire de 2022 79
6.1.5.1 Typologie des habitats 79
6.1.5.2 Description des habitats 80
Milieux naturels et semi-naturels 80
Milieux cultivés et artificiels 82
6.1.6 Synthèse 2022 des enjeux concernant les habitats 84
6.1.7 Cartographie des habitats du site d'étude en 2022 85
6.1.8 Synthèse globale des habitats identifiés de 2018 à 2022 87
6.2 Zones humides 88
6.2.1 Résultats des sondages pédologiques 88
6.2.2 Synthèse des données 92

6.2.3 Conclusion sur les zones humides 94
6.3 Flore 95
6.3.1 Bibliographie commune 95
6.3.2 Résultats de l'expertise de 2018 95
6.3.3 Espèces à enjeu de conservation 96
6.3.4 Synthèse des enjeux floristiques 102
6.3.5 Cartographie des enjeux floristiques en 2018/2019 103
6.3.6 Résultats de l'expertise de 2022 104
6.3.6.1 Observations de terrain 104
6.3.6.2 Espèces à fort enjeu régional de conservation 104
6.3.6.3 Espèces à enjeu régional de conservation modéré 109
6.3.6.4 Espèces à faible enjeu régional de conservation 109
6.3.6.5 Espèces à enjeu régional de conservation négligeable 110
6.3.6.6 Espèces Végétales Exotiques Envahissantes (EVEE) 110
6.3.7 Synthèse des enjeux floristiques en 2022 116
6.3.8 Synthèse globale des espèces observées de 2018 à 2022 116
6.3.9 Cartographie des espèces de floristiques patrimoniales 117
6.4 Amphibiens 120
6.4.1 Bibliographie commune 120
6.4.2 Résultats de l'expertise de 2013 (ENDEMYS) 120
6.4.3 Résultats de l'expertise de 2018 à 2019 121
6.4.3.1 Observations de terrain 121
6.4.3.2 Habitats d'espèces 122
6.4.3.3 Espèces à enjeu de conservation 123
6.4.4 Résultats de l'expertise de 2021 (Ecotonia) 125
6.4.4.1 Observation de terrain 125
6.4.4.2 Évolution des habitats d'espèces 126
6.4.4.3 Espèces à enjeu de conservation 127
6.4.5 Résultats de l'expertise de 2022 (Ecotonia) 128
6.4.5.1 Observation de terrain 128
6.4.5.2 Évolution des habitats d'espèces 129
6.4.5.3 Espèces à fort enjeu régional de conservation 131
6.4.5.4 Espèces à enjeu régional de conservation modéré 131
6.4.5.5 Espèces à faible enjeu régional de conservation 131
6.4.6 Synthèse des enjeux amphibiens en 2022 134
6.4.7 Synthèse globale des espèces observées de 2018 à 2022 135
6.4.8 Cartographie des enjeux amphibiens 135

6.5 Reptiles 137
6.5.1 Bibliographie commune 137
Potentialités de présence 137
6.5.2 Résultats de l'expertise de 2013 (ENDEMYS) 139
6.5.3 Résultats de l'expertise de 2018 (Ecotonia) 140
6.5.3.1 Observations de terrain 140
6.5.3.2 Habitats d'espèces 140
6.5.3.3 Espèces à enjeu de conservation 141
6.5.4 Résultats de l'expertise de 2021 (Ecotonia) 143
6.5.4.1 Évolution des habitats d'espèces 144
6.5.4.2 Espèces à enjeu de conservation 144
6.5.5 Résultats de l'expertise de 2022 (Ecotonia) 145
6.5.5.1 Observation de terrain 145
6.5.5.2 Évolution des habitats d'espèces 145
6.5.5.3 Espèces à fort enjeu régional de conservation 146
6.5.5.4 Espèces à enjeu régional de conservation modéré 146
6.5.5.5 Espèces à faible enjeu régional de conservation 147
6.5.6 Synthèse des enjeux reptiles en 2022 149
6.5.7 Synthèse globale des espèces observées de 2018 à 2022 150
6.5.8 Cartographie des enjeux herpétologiques 151
6.6 Chiroptères 153
6.6.1 Bibliographie 153
Potentialités de présence 154
6.6.2 Résultats de l'expertise de 2013 (AIRELE) 157
6.6.3 Résultats de l'expertise de 2018 (Ecotonia) 158
6.6.3.1 Méthodologie de terrain et analyse des enregistrements 158
6.6.3.2 Habitats d'espèces 160
6.6.3.3 Espèces à enjeu de conservation 161
6.6.4 Résultats de l'expertise de 2021 (Ecotonia) 164
6.6.4.1 Méthodologie de terrain et analyse des enregistrements 164
6.6.4.2 Espèces à enjeu de conservation nouvellement contactées 169
6.6.5 Synthèse des enjeux chiroptériques 171
6.6.6 Cartographie des enjeux chiroptériques 172
6.6.7 Résultats de l'expertise de 2022 (Ecotonia) 175
6.6.7.1 Observation de terrain 175
6.6.7.2 Évolution des habitats d'espèces 179
6.6.7.3 Espèces à fort enjeu régional de conservation 183

6.6.7.4 Espèces à enjeu régional de conservation modéré 185
6.6.7.5 Espèce à faible enjeu régional de conservation 188
6.6.8 Synthèse des enjeux concernant les chiroptères 193
6.6.9 Synthèse globale des espèces observées de 2018 à 2022 194
6.6.10 Cartographie des espèces de chiroptères à enjeux 196
6.7 Entomofaune 199
6.7.1 Bibliographie 199
Potentialités de présence 201
6.7.2 Résultats de l'expertise de 2013 (ENDEMYS) 203
6.7.3 Résultats de l'expertise de 2018- 2019 (Ecotonia) 203
6.7.3.1 Habitats d'espèces 204
6.7.3.2 Espèces à enjeu de conservation 207
6.7.4 Résultats de l'expertise de 2021 (Ecotonia) 209
6.7.4.1 Espèces à enjeu de conservation 210
6.7.5 Synthèse des enjeux entomofaunistiques 211
6.7.6 Cartographie des enjeux entomologiques en 2021 212
6.7.7 Résultats de l'expertise de 2022 (Ecotonia) 214
6.7.7.1 Observation de terrain 214
6.7.7.2 Évolution des habitats d'espèces 215
6.7.7.3 Espèces à fort enjeu régional de conservation 226
6.7.7.4 Espèces à enjeu régional de conservation modéré 228
6.7.7.5 Espèces à faible enjeu régional de conservation 230
6.7.7.6 Espèces à très faible enjeu régional de conservation 230
6.7.8 Synthèse des enjeux concernant les insectes en 2022 230
6.7.9 Synthèse globale des espèces observées de 2018 à 2022 231
6.7.10 Cartographie des espèces d'insectes patrimoniales 232
6.8 Avifaune 234
6.8.1 Bibliographie commune 234
6.8.2 Résultats de l'expertise de 2013 (Ecotonia) 236
6.8.3 Résultats de l'expertise de 2018 236
6.8.3.1 Habitats d'espèces 237
6.8.3.2 Espèces à enjeu de conservation 239
6.8.4 Résultats de l'expertise de 2021 247
6.8.4.1 Espèces à enjeu de conservation 249
6.8.5 Cartographie des enjeux de l'avifaune en 2021 253
6.8.6 Résultats de l'expertise de 2022 255
6.8.6.1 Observation de terrain 255

6.8.6.2 Habitats d'espèces 256
6.8.6.3 Espèces à fort enjeu régional de conservation 257
6.8.6.4 Espèces à enjeu régional de conservation modéré 260
6.8.6.5 Espèces à faible enjeu régional de conservation 275
6.8.6.6 Espèces à enjeu régional de conservation très faible et négligeable 278
6.8.7 Synthèse des enjeux pour l'avifaune 281
6.8.8 Cartographie des enjeux sur l'avifaune en 2022 282
6.9 Mammifères terrestres 284
6.9.1 Bibliographie 284
Potentialités de présence 284
6.9.2 Résultats de l'expertise de 2013 (ENDEMYS) 285
6.9.3 Résultats de l'expertise de 2018 (Ecotonia) 286
6.9.3.1 Espèces à enjeu de conservation 287
6.9.4 Synthèse des enjeux mammalogiques (hors chiroptères) 288
6.9.5 Cartographie des enjeux mammalogiques en 2018/2019 290
6.9.6 Résultats de l'expertise de 2022 291
6.9.6.1 Analyse de terrain 291
6.9.6.2 Habitats d'espèces 292
6.9.6.3 Espèces à fort enjeu régional de conservation 293
6.9.6.4 Espèces à enjeu régional de conservation modéré 293
6.9.6.5 Espèces à faible enjeu régional de conservation 293
6.9.6.6 Espèces à enjeu régional de conservation négligeable 295
6.9.7 Synthèse des enjeux concernant les mammifères (hors chiroptères) en 2022 296
6.9.8 Synthèse globale des espèces observées de 2018 à 2022 296
6.9.9 Cartographie des espèces de mammifères à enjeux 297
6.10 Synthèse des enjeux écologiques sur la zone d'étude 299

Table des cartes

Carte 1 : Géolocalisation métropolitaine 3
Carte 2 : Localisation communale 4
Carte 3 : Axes de communication 5
Carte 4 : Aires d'étude 7
Carte 5 : Arrêtés de Protection de Biotope 11
Carte 6 : ZSC Natura 2000 13
Carte 7 : ZPS Natura 2000 15
Carte 8 : Réserve de Biosphère UNESC 19
Carte 9 : Réserves Naturelles Régionales et Parcs Naturels Régionaux 22
Carte 10 : Zonages ZNIEFF 31
Carte 11 : Espaces Naturels Sensibles 32
Carte 12 : Cours d'eau et Parties de Cours d'Eau abritant des frayères 34
Carte 13 : Schéma Régional de Cohérence Écologique 38
Carte 14 : Trame verte et bleue communale (PLU pays d'Aix) 39
Carte 15 : Éléments constitutifs de la Trame verte et bleue locale 41
Carte 16 : Continuités écologiques à l'échelle de l'aire de projet 43
Carte 17: Trame Verte et bleue locale 44
Carte 18 : Cartographie des habitats du site d'étude en 2018 78
Carte 19 - Cartographie des habitats recensés sur le site d'étude 86
Carte 20 : Carte géologique du site d'étude (1 :3000). Sur fond rouge, une formation de l'Oligocène moyen : argiles plus ou moins sableuses. Sur fond gris : colluvions. Source : BRGM 88
Carte 21 : Localisation des relevés pédologiques effectués sur le site d'étude en octobre 2020 91
Carte 22 : Localisation des relevés floristiques du site d'étude en 2018 95
Carte 23 : Carte des relevés floristiques ciblés (Gagea villosa) en mars 2019 98
Carte 24 : Localisation de la Tulipe d'Agen sur le site d'étude en 2018 et 2019 101
Carte 25 : Localisation des enjeux floristiques du site d'étude en 2018 et 2019 103
Carte 26 – localisation des relevés floristiques du site d'étude en 2022 104
Carte 27 – Cartographie de la dispersion potentielle de la Tulipe d'Agen (2022) 106
Carte 28 - Cartographie de la dispersion potentielle de la Tulipe sylvestre (2022). 108
Carte 29 - Cartographie de la dispersion potentielle de la Gagée des champs (2022) 109
Carte 30 - Cartographie des espèces floristiques à fort enjeu sur le site d'étude en 2022 118
Carte 31 - Cartographie des espèces exotiques envahissantes sur l'aire d'étude (2022). 119
Carte 32 - Transects et points d'écoute réalisés lors des inventaires herpétologiques en 2018 et 2019 122
Carte 33 : Transects et points d'écoute réalisés lors des inventaires herpétologiques en 2021 126

Carte 34 – Points d'écoute réalisés lors des inventaires herpétologiques en 2022 129

Carte 35 - Présentation cartographique des habitats d'espèces relevés en 2022 sur le site d'étude (Ecotonia) 131

Carte 36 : Cartographie des espèces d'amphibiens et habitats d'espèces, inventoriées sur le site d'étude en 2022 et leurs enjeux sur site 136

Carte 37 : Transects et points d'écoute réalisés lors des inventaires herpétologiques en 2018 et 2019 140

Carte 38 : Transects et points d'écoute réalisés lors des inventaires herpétologiques en 2021 144

Carte 39 -Transect réalisé lors des inventaires herpétologiques en 2022 145

Carte 40 : Cartographie des espèces de reptiles inventoriées sur le site d'étude en 2022 152

Carte 41 : Transects réalisés lors de l'inventaire chiroptères en 2018 160

Carte 42 : Localisation des enregistreurs acoustiques installés en février-mars 2021 165

Carte 43 : Cartographie des espèces de chiroptères et habitats d'espèces inventoriées sur le site d'étude en 2021 173

Carte 44 : Cartographie des enjeux pour les chiroptères sur le site d'étude en 2021 174

Carte 45 - Localisation des points d'écoute effectués pour le suivi passif des chiroptères en 2022 176

Carte 46 – Cartographie des espèces de chiroptères à enjeux sur le site d'étude lors des enregistrement printaniers. 197

Carte 47 -Cartographie des espèces de chiroptères à enjeux sur le site d'étude lors des enregistrement estivaux. 198

Carte 48 -Localisation de l'Écaille chinée observé sur le site d'étude en 2013 (source ENDEMYS) 203

Carte 49 - Localisation des relevés taxonomiques entomologiques en 2018 et 2019 204

Carte 50 - Localisation des relevés taxonomiques entomologiques en 2021 209

Carte 51 - Cartographie des habitats d'espèces d'insectes à enjeu, inventoriées ou potentielles, sur le site d'étude en 2021 213

Carte 52 – Relevés entomologiques effectués en 2022. 215

Carte 53 - Cartographie des habitats favorables au Grand capricorne, à la Lucane cerf-volant et à l'Écaille chinée (Ecotonia) 228

Carte 54 - Cartographie des habitats favorables à la présence de la Lucane cerf-volant ... 230

Carte 55 - Cartographie des espèces à enjeu présente sur le site d'étude 233

Carte 56- Transects réalisés pour les inventaires ornithologiques en 2018 236

Carte 57 -Localisation des relevés taxonomiques ornithologiques en 2018 237

Carte 58 - Localisation des relevés ornithologiques, transects et points d'écoute réalisés en 2021 247

Carte 59 - Cartographie des espèces d'oiseaux à enjeu inventoriées et habitats d'espèces sur le site d'étude en 2018 et 2021. 254

Carte 60 – Localisation des points d'écoute effectués lors des prospections de 2022 255

Carte 61 - Localisation des relevés de l'avifaune du site d'étude effectués en 2022 256

Carte 62 - Habitats de nidification du Verdier d'Europe. 260

Carte 63 – Habitats de nidification du Chardonneret élégant. 263
Carte 64 - Habitats de nidification de la Chevêche d'Athéna. 264
Carte 65 - Habitats de nidification de la Corneille noire 265
Carte 66 - Habitats de nidification du Faucon crécerelle 266
Carte 67- Habitats de nidification de la Fauvette mélanocéphale 267
Carte 68 - Habitats de nidification de l'Hirondelle de fenêtre, de l'Hirondelle rustique et du Martinet noir 269
Carte 69 - Habitats de nidification du Rollier d'Europe 272
Carte 70 - Habitats de nidification du Serin cini 273
Carte 71 - Habitats de nidification du Tarier pâtre 274
Carte 72 – Habitats de nidification de la Tourterelle des bois. 275
Carte 73 - Cartographie des espèces d'oiseaux à enjeux de conservation sur le site d'étude (source Ecotonia) 283
Carte 74 - Localisation des enjeux mammalogiques du site d'étude en 2018 et 2019 290
Carte 75 - Cartographie des observations de mammifères sur le site d'étude (Ecotonia) 291
Carte 76 - Cartographie des espèces de mammifères à enjeux sur le site d'étude 298
Carte 77 - Cartographie des espèces à fort enjeu inventoriées sur l'aire d'étude. 306
Carte 78 - Cartographie des espèces à enjeu modéré inventoriées sur l'aire d'étude 308
Carte 79 - Cartographie des enjeux surfaciques cumulés du site d'étude en 2022 309

Table des tableaux

Tableau 1 : Présentation des missions réalisées dans le cadre du projet d'aménagement par chaque bureau d'étude 1
Tableau 2 : Tableau récapitulatif des zones Arrêtés de protection de Biotope 8
Tableau 3 : Liste des zonages Natura 2000 autour de l'aire d'étude. 12
Tableau 4 : Liste des ZNIEFF à proximité de l'aire d'étude 26
Tableau 5 : Récapitulatif des PCE Frayères aux alentours de l'aire de projet 33
Tableau 6 : États écologiques des cours d'eau alentours à l'aire d'étude 35
Tableau 8 : Tableau des inventaires de terrain réalisés 65
Tableau 9 : Synthèse des inventaires de terrain réalisés sur la zone d'étude depuis 2013 69
Tableau 10 : Types d'habitats cartographiés 70
Tableau 11 : *Bio évaluation* des Habitats 77
Tableau 12 - Habitats recensés sur le site d'étude 79
Tableau 13 - Enjeux de conservation des habitats naturels de l'aire d'étude 84
Tableau 14 - Enjeux de conservation des habitats naturels de l'aire d'étude 87
Tableau 15 : Liste des habitats naturels, semi-naturels et artificiels cartographiés sur le site d'étude en 2018 et potentiellement humides selon la typologie officielle (arrêté du 24 juin 2008). 89
Tableau 16 : Synthèse des résultats des sondages pédologiques et des relevés floristiques 92

Tableau 17 : Statut des espèces floristiques à enjeu de conservation présentes sur le site d'étude. 96

Tableau 18 : Tableau synthétique des enjeux floristiques sur l'aire d'étude 102

Tableau 19 - Tableau synthétique des espèces floristiques à fort enjeu régional de conservation sur le site 105

Tableau 20 - Tableau synthétique des espèces floristiques à faible enjeu régional de conservation sur le site 109

Tableau 21 - Catégories EVEE 111

Tableau 22 - Liste des EVEE recensées sur le site d'étude 111

Tableau 23 - Enjeu de conservation des espèces floristiques de l'aire d'étude 116

Tableau 24 – Synthèse des relevés de flore à enjeu suivant les années de prospection 116

Tableau 25 : Liste des espèces d'Amphibiens présents et potentiels sur le site d'étude en 2013 121

Tableau 26 : Statut des espèces d'Amphibiens à enjeu de conservation présentes ou considérées comme potentielles sur le site d'étude en 2018-2019 125

Tableau 27 - Espèces d'amphibiens à enjeu faible de conservation observées sur l'aire d'étude. 132

Tableau 28 : Tableau synthétique des enjeux pour les amphibiens sur l'aire d'étude. 134

Tableau 29 - Synthèse des relevés d'amphibiens à enjeu suivant les années de prospection. 135

Tableau 30 : Liste des espèces de Reptiles présents et potentiels sur le site d'étude en 2013 139

Tableau 31 : Statut des espèces de Reptiles à enjeu de conservation présentes ou considérées comme présentes (en gris) sur le site d'étude en 2018-2019 143

Tableau 32 - Espèces de reptiles à enjeu modéré de conservation observées sur l'aire d'étude 146

Tableau 33 - Espèces de reptiles à enjeu faible de conservation observées sur l'aire d'étude 148

Tableau 34 : Tableau synthétique des enjeux pour les reptiles sur l'aire d'étude. 150

Tableau 35 - Synthèse des relevés de reptiles à enjeu suivant les années de prospection. ... 150

Tableau 36 : Données bibliographiques concernant les Chiroptères issues de l'INPN 153

Tableau 37 : Données bibliographiques concernant les Chiroptères issues de SILENE et Faune PACA 154

Tableau 38 : Données bibliographiques des espèces de chiroptères présentes à proximité de l'aire d'étude 154

Tableau 39 : Liste des Chiroptères présents dans les Bouches-du-Rhône et dans un rayon de 10 km autour de l'emprise du projet en 2013 157

Tableau 40 : Statut des espèces de Chiroptères à enjeu de conservation contactées sur le site d'étude en 2018 163

Tableau 41 -Contacts cumulés sur l'ensemble des nuits et intensité de l'activité pour chaque espèce de chiroptère (Vigie-Chiro & Ecotonia) 168

Tableau 42 : Statut des espèces de Chiroptères à enjeu de conservation nouvellement contactées sur le site d'étude en 2021 170

Tableau 43 : Tableau synthétique des enjeux chiroptériques sur l'aire d'étude 171

Tableau 44 : Tableau des conditions d'inventaires des chiroptères sur le site d'étude (source Ecotonia) 176

Tableau 45 : Moyennes des contacts cumulés sur une nuit complète et intensité de l'activité pour chaque espèce (source Vigie-Chiro & Ecotonia) 178

Tableau 46 - Localisation des balises d'enregistrement en fonction de leurs habitats sur le site d'étude. 182

Tableau 47 : Tableau synthétique des espèces de chiroptères à fort enjeu régional de conservation sur le site 183

Tableau 48 : Tableau synthétique des espèces de chiroptères à enjeu régional de conservation modéré sur le site 185

Tableau 49 : Tableau synthétique des espèces de chiroptères à faible enjeu régional de conservation sur le site 188

Tableau 50 : Enjeu de conservation des chiroptères de l'aire d'étude 193

Tableau 51 - Synthèse des espèces de chiroptères à enjeu suivant les années de prospection 194

Tableau 52 : Données bibliographiques concernant l'entomofaune issues de l'INPN 199

Tableau 53 : Données bibliographiques concernant l'entomofaune issues de SILENE et Faune PACA 200

Tableau 54 : Récapitulatif des zonages à proximité et de leurs continuités avec l'aire d'étude 201

Tableau 55 : Statut des espèces d'Insectes à enjeu de conservation considérées comme présentes (en gris) sur le site d'étude en 2018-2019 208

Tableau 56 : Tableau synthétique des enjeux entomologiques sur l'aire d'étude. 211

Tableau 57 - Tableau synthétique des espèces d'insectes à fort enjeu régional de conservation sur le site. 226

Tableau 58 - Tableau synthétique des espèces d'insectes à enjeu régional de conservation modéré sur le site. 228

Tableau 59 - Enjeu de conservation des insectes de l'aire d'étude (source Ecotonia). 231

Tableau 60 - Synthèse des relevés d'insectes à enjeu suivant les années de prospection 231

Tableau 61 : Statut des espèces d'oiseaux à enjeu de conservation présentes sur le site d'étude en 2018 241

Tableau 62 : Statut des espèces d'Oiseaux à enjeu de conservation, potentiellement présentes sur le site d'étude. 246

Tableau 63 : Statut des nouvelles espèces d'oiseaux à enjeu de conservation présentes sur le site d'étude en 2021 251

Tableau 64 : Tableau synthétique des espèces d'oiseaux à fort enjeu régional de conservation sur le site 258

Tableau 65 - Espèces d'oiseaux à enjeu modéré de conservation observée sur l'aire d'étude 260

Tableau 66 -Tableau synthétique des espèces d'oiseaux à faible enjeu régional de conservation sur le site 275

Tableau 67 - Espèces d'oiseaux à enjeu très faible et négligeable de conservation observées sur l'aire d'étude 278

Tableau 68 : Tableau synthétique des enjeux d'avifaune sur l'aire d'étude (2018-2022) 281

Tableau 69 : Données bibliographiques concernant les Mammifères terrestres issues de l'INPN 284
Tableau 70 : Données biliographiques concernant les Mammifères terrestres issues de SILENE et Faune PACA 284
Tableau 71 : Mammifères hors chiroptères potentiels au niveau du site d'étude en 2013..... 286
Tableau 72 : Statut des espèces de mammifères terrestres à enjeu de conservation présentes sur le site d'étude en 2018-2019. 288
Tableau 73 : Tableau synthétique des enjeux mammalogiques (hors chiroptères) sur l'aire d'étude. 289
Tableau 74 - Tableau synthétique des espèces de mammifères (hors chiroptères) à faible enjeu régional de conservation sur le site 293
Tableau 75 : Tableau synthétique des espèces de mammifères (hors chiroptères) à enjeu régional de conservation négligeable sur le site 295
Tableau 76 : Enjeu de conservation des mammifères (hors chiroptères) de l'aire d'étude (source Ecotonia) 296
Tableau 77 : Synthèse des enjeux par groupe sur l'aire d'étude *de 2018 à 2022.* 299

Table des photographies

[Sauf précision les crédits photographiques de ce dossier appartiennent à Ecotonia]

Photographie 1 : Réserve Luberon Lure 16
Photographie 2 : Réserve de Camargue 17
Photographie 3 : Tulipe d'Agen (Tulipe Œil-de soleil) 27
Photographie 4 : Tulipe de Lortet 28
Photographie 5 : Pic du Roy, massif de l'Etoile..... 28
Photographie 6 : Arcyptère provençale, Castor d'Europe 30
Photographie 7 : Bâti et Infrastructures et voies de communication sur le site d'étude 71
Photographie 8 : Terrain de golf sur le site d'étude 72
Photographie 9 : Mare artificielle dans le golf..... 72
Photographie 10 : Friches et décombres [87.2 ; E5.12] sur le site d'étude 73
Photographie 11 : Culture sur le site d'étude..... 73
Photographie 12 : Friche [87.1 ; I1.52] sur le site d'étude..... 74
Photographie 13 : Ourlet à Dactyle aggloméré (D. glomerata) et Piptathère faux Millet (O. miliaceum) [87.1 ; I1.5] sur le site d'étude 74
Photographie 14 : Prairie pâturée eutrophe..... 75
Photographie 15 : Oliveraie [83.11 ; G2.91] sur le site d'étude 75
Photographie 16 : Pinèdes à Pin d'Alep (P. halepensis) [42.84 ; G3.74] sur le site d'étude 76
Photographie 17 : Dépôts de gravats sur le site d'étude 90
Photographie 18 : Galet extrait à une profondeur de 38 cm et empêchant la poursuite d'un sondage pédologique. Cas fréquent sur le site d'étude. 93

Photographie 19 : Chardon à épingles sur le site d'étude 97
Photographie 20 : Variabilité morphologique des gagées *des champs observés* en mars 2019 sur le site d'étude 99
Photographie 21 : *Tulipa agenensis* sur le site d'étude 99
Photographie 23 : Mare artificielle sur le golf 123
Photographie 24 : Fossé en eau (gauche) et ornière en eau (droite) 123
Photographie 25 : Mare ou petits bassins atterris, sur des parcelles privées de la zone d'étude en 2021 126
Photographie 26 : Fossé dans le vallon central à sec en mars 2021 127
Photographie 27 : Canal à l'est de la zone d'étude 127
Photographie 28 : Crapaud épineux (à gauche) et Grenouille « verte » (à droite) dans la mare du golf, en mars 2021 © A. BERTOUX 128
Photographie 29 - Canal en eau (gauche) et canal asséché (droite) présents sur site (M.Mallocher - Ecotonia) 130
Photographie 30 - Mare artificielle au niveau du golf (M.Mallocher – Ecotonia) 130
Photographie 31 : Enrochement favorable au Lézard des murailles sur l'aire de projet 141
Photographie 32 : Milieu ouvert sur le site d'étude 160
Photographie 33 : Boisements sur le site d'étude 161
Photographie 34 : Fossé en eau sur le site d'étude 161
Photographie 35 : Prairie sous l'oliveraie 205
Photographie 36 : Friche agricole 206
Photographie 37 : Parcelle en culture, labourée 206
Photographie 38 : Garrigue à Dactyle aggloméré et lisière de bois de pins 206
Photographie 39 : Pinède à pins d'Alep sur le site 207
Photographie 40 : Chênaie pubescente 207
Photographie 41 : Boisement d'arbres sénescents favorables à l'ouest du golf 211
Photographie 42 : Types de milieux boisés sur le site d'étude 238
Photographie 43 : Types de milieux ouverts sur le site d'étude 238
Photographie 44 : Types de milieux anthropisés sur le site d'étude 239
Photographie 45 : Environnement de chaque point d'écoute réalisés en 2021 247
Photographie 46 : Faucon crécerelle sur le terrain de golf, au sein de la zone d'étude, en février 2021 © F. PATOUILLARD 250
Photographie 47 : Linotte mélodieuse et Pinson des arbres s'alimentant sur une pelouse au sein de la zone d'étude, en février 2021 © F. PATOUILLARD 252
Photographie 48 - Photographie prise depuis le nord de la zone d'étude – Source : N. Bastide. 257
Photographie 49 - milieux fermés de la zone d'étude – Source : N. Bastide. 257
Photographie 50 - Terrain de golf présent sur le site d'étude 257
Photographie 51 – Milieux ouverts et semi-ouverts photographiés sur le site d'étude 292
Photographie 52 - Milieux forestiers photographiés sur le site d'étude (Source – ECOTONIA) 292

Photographie 53 - Photographie 51 – Lisières photographiées sur le site d'étude (Source – ECOTONIA) 293
Photographie 54 -Photographie 51 – Milieux urbanisés photographiés sur le site d'étude 293

Table des figures

Figure 1 : Réserve de biosphère (Source : UNESCO) 16
Figure 2 : PADD PLU Aix-en-Provence 45
Figure 3 : Occupation des surfaces du site d'étude par grands types de milieux 71
Figure 5 : Flux potentiels de chiroptères 156

PARTIE I :

État initial et Évaluation des enjeux



1 Introduction

Ce dossier s'inscrit dans le cadre d'un **projet d'aménagement** de la ZAC de la Constance sur la commune d'Aix-En-Provence dans le département des Bouches-du-Rhône (13). Le commanditaire de ce projet est la **Société Publique Locale d'Aménagement Pays d'Aix territoires**.

Le projet consiste en la création de :

- 250 000 m² de surface de plancher de logements, soit 3 600 logements environ dont 25 % seront des logements sociaux ;
- 5 960 m² de commerces et de services ;
- 70 580 m² d'activités tertiaires.

Une **étude faune-flore** avait été réalisée par les bureaux d'études ENDEMYS, AIRELE et Ecotonia en 2013-2014. Une **étude complémentaire** entreprise par le bureau d'étude Ecotonia concernant la **flore principalement** a été menée dans le cadre de ce projet en 2018 et 2019. Dans l'objectif de réactualiser les données des études faune-flore réalisées précédemment, de **nouveaux inventaires complémentaires,** concernant l'ensemble des groupes taxonomiques ont été entrepris en 2021 et 2022.

Le but est d'apporter les informations nécessaires au choix de la solution qui concilie le mieux l'opportunité du projet avec la préservation de la biodiversité sur le site et ses alentours.

Le tableau ci-dessous précise les missions de chaque bureau d'étude.

Tableau 1 : Présentation des missions réalisées dans le cadre du projet d'aménagement par chaque bureau d'étude

Bureau d'étude	Missions	Date
AIRELE	✓ Étude faunistique (chiroptères) ✓ Rédaction de l'étude d'impact sur l'environnement (dont volet écologique)	2013-2014
ENDEMYS	✓ Étude habitats naturels et flore	2013-2014
Ecotonia	✓ Étude faunistique (hors chiroptères)	2013-2014
	✓ Étude faune-flore complémentaire ✓ Rédaction du volet naturel de l'étude d'impact (révision)	2018-2019, 2022
	✓ Étude faune-flore complémentaire	2021, 2022
	✓ Rédaction du dossier de demande de dérogation de destruction d'espèces protégées (et révision)	2021, 2022

Objectifs généraux

Le but de ce volet naturel d'étude d'impact est d'apporter les informations nécessaires pour déterminer la faisabilité de l'aménagement par rapport à l'environnement et la biodiversité présente sur les sites composant l'aire d'étude.

Cette étude d'impacts consiste à déterminer le contexte écologique autour du site du projet par cartographie des zonages environnementaux, à conseiller le porteur de projet dans le choix des aménagements paysagers à réaliser et à évaluer la faisabilité même du projet en fonction du contexte environnemental.

Une analyse des recueils de données existantes a donc été effectuée et renforcée par un certain nombre d'investigations de terrains simplifiées ou orientées.

Le demandeur

Le commanditaire de l'étude est la SPLA Pays d'Aix Territoires.

PAYS d'AIX Territoires
Société Publique Locale d'Aménagement

2 rue Lapierre
13100 AIX-EN-PROVENCE

La personne référente est la suivante :

Jean-François ROUCOLE

SPLA Pays d'Aix territoires

Direction de l'Aménagement et du Développement

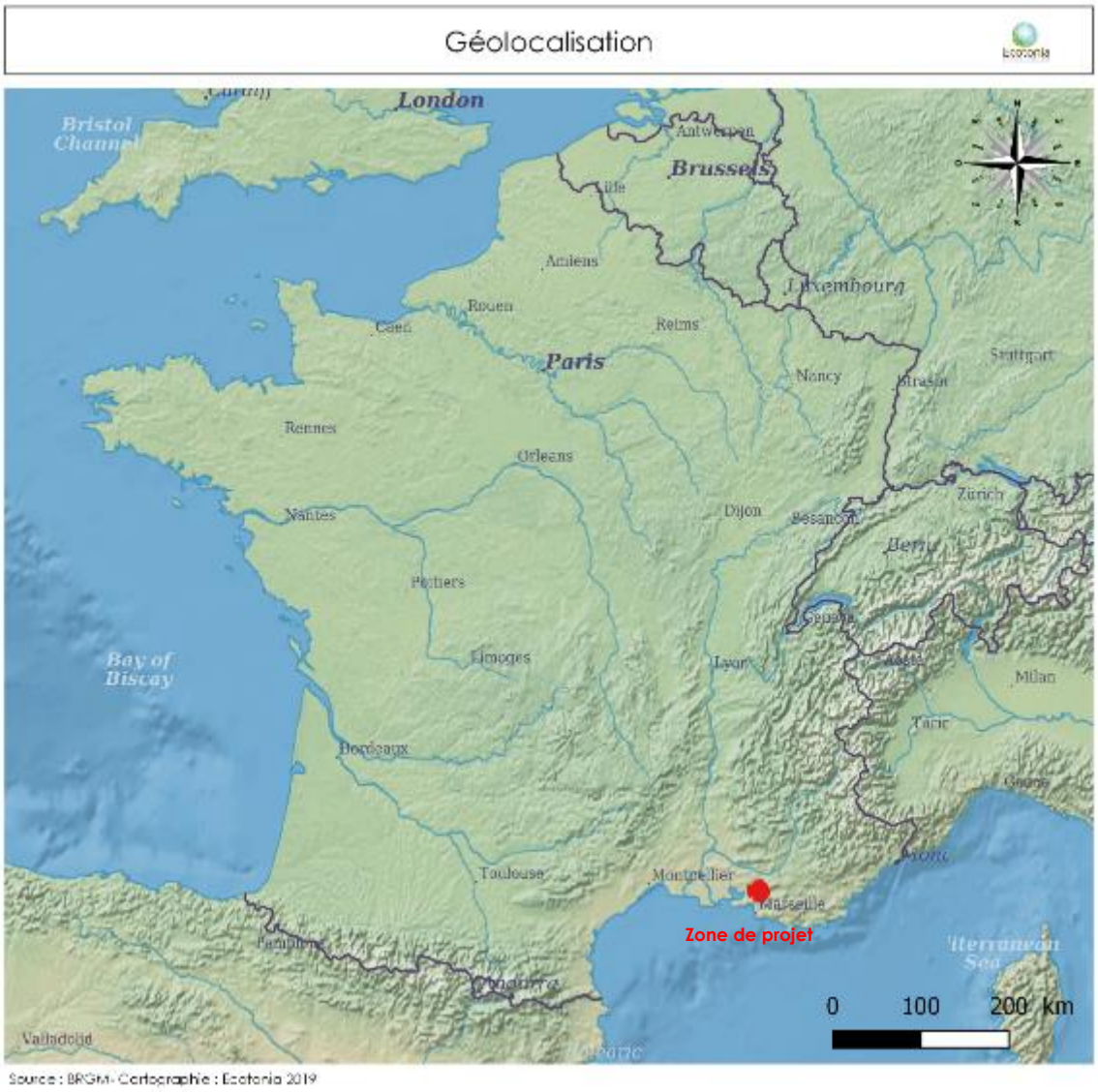
Directeur d'opérations

2 Contexte Géographique et Écologique du Projet

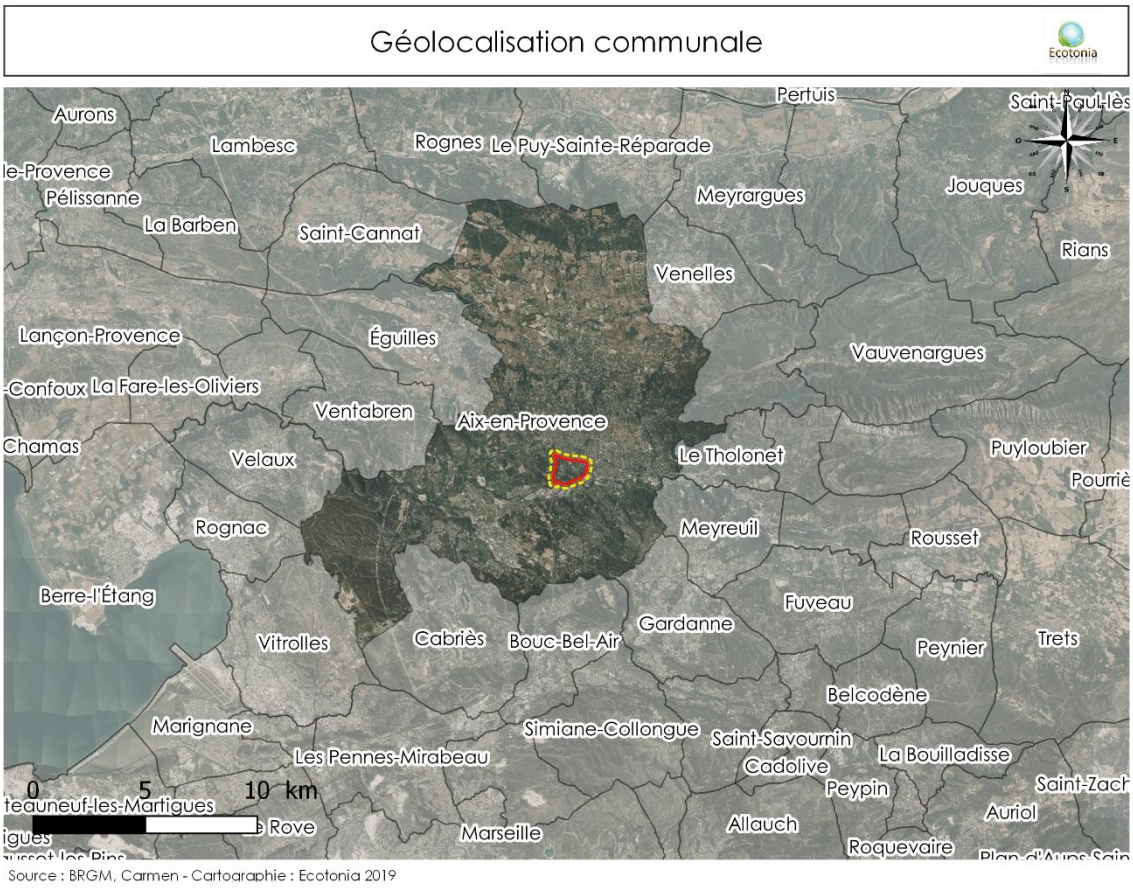
2.1 Contexte géographique

2.1.1 Situation géographique

Le projet est localisé sur la commune d'Aix-en-Provence, située dans le **département des Bouches-du-Rhône (13)**, en **région Provence-Alpes-Côte d'Azur.**



Carte 1 : Géolocalisation métropolitaine



Carte 2 : Localisation communale

Aix-en-Provence

Coordonnées : 43° 31' 52" nord, 5° 27' 14" est

Aix-en-Provence est une commune de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur dans le département des Bouches-du-Rhône. Elle **se situe à 33 kilomètres au nord de Marseille** et de la mer Méditerranée, entre le massif de la Sainte-Victoire à l'est et la chaîne de la Trévaresse à l'ouest. Elle fait partie de la Communauté d'agglomération du Pays d'Aix et ses communes limitrophes sont :

- Au nord – le Puy-Sainte-Réparade, Saint-Cannat, Rognes et Eguilles ;
- À l'ouest - Ventabren, Velaux, Rognac et Vitrolles ;
- Au sud - Cabriès, Bouc-Bel-Air et Gardanne ;
- Et à l'est - Meyreuil, Le Thoronet, Saint-Marc-Jaumegarde et Venelles.

Les cours d'eau de l'Arc, de la Touloubre et de la Torse la traversent d'est en ouest. L'altitude y est comprise entre 72 m et 511 m.

La commune couvre 18 608 hectares, ce qui en fait la 11e commune la plus vaste de France métropolitaine et la 4e des Bouches-du-Rhône. La commune compte 140 683 habitants en 2011, soit environ 756 habitants par km².

Son territoire comprend 6 219 hectares de surfaces boisées et englobe des villages aux alentours de la ville proprement dite : Les Milles, Luynes, Puyricard, Célony, Couteron, Les Granettes, ainsi que des quartiers récents, comme La Duranne.

Cette situation est confortée par sa proximité des autoroutes A8 et A51 et de la liaison T.G.V. et sa gare localisée sur la limite communale. Des liaisons T.E.R. (Train Express Régional) sont également présentes au quotidien en gare du centre-ville.

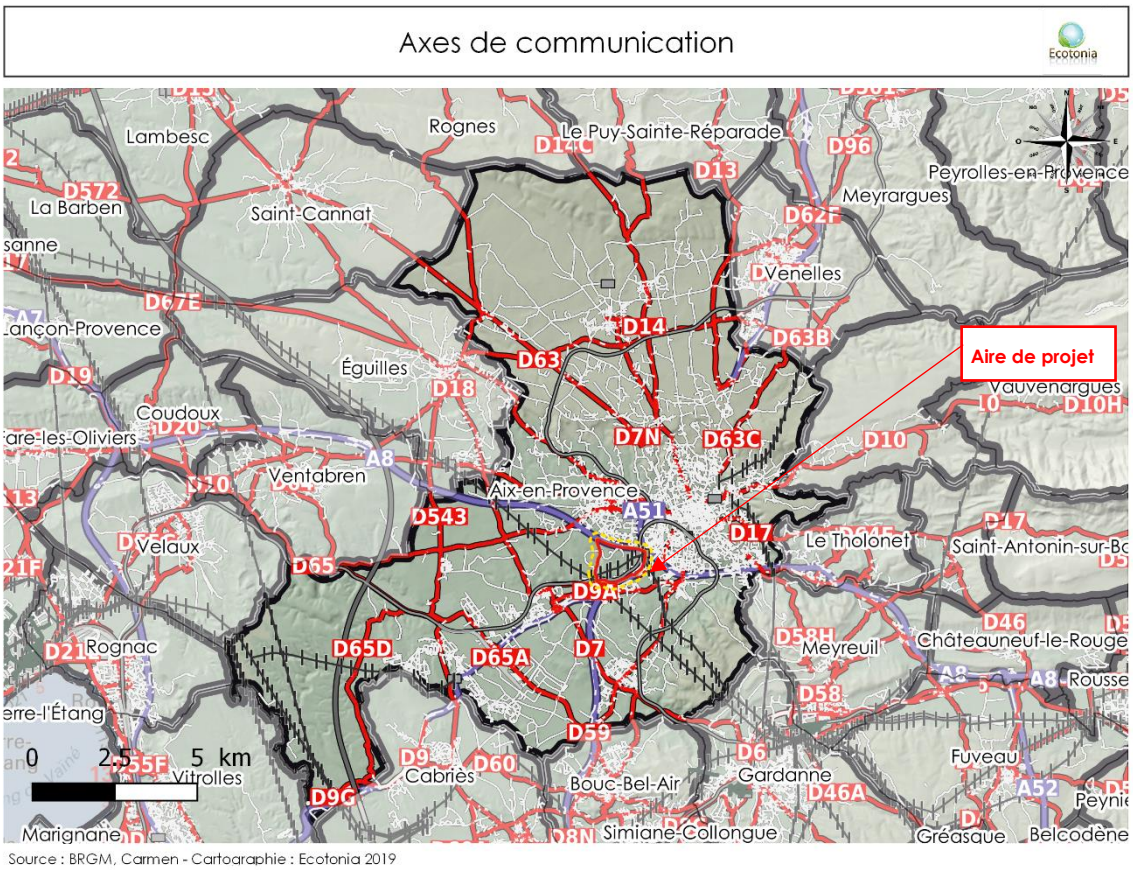
Le territoire aixois est très urbanisé et les zones agricoles participant fortement à la beauté des paysages prennent de moins en moins de place.

Les zones naturelles représentent un attrait de territoire : garrigue, pinède et forêt alluviale des cours d'eau (l'Arc, le Grand Vallat, la Torse et la Jouine).

La commune d'Aix-en- Provence, est très bien desservie par le réseau routier et ferré.

Elle est traversée par les routes départementales : D63, D14, D7, D17, D9, D543, D65.

Elle est aussi traversée par les autoroutes A8 et A51. Pour finir, 7 voies ferrées empruntent le territoire communal.



Source : BRGM, Carmen - Cartographie : Ecotonia 2019

Carte 3 : Axes de communication

Le **projet** est bordé en son nord par **l'autoroute A8 « la Provençale »** et au sud par **l'A51 « l'Autoroute du Val de Durance » jouxté par la D65.**

Au centre de l'aire de projet se trouve **le Golf « Aix- Marseille »,** au niveau du lieudit « Camp de Manthe ».

L'aire de projet est établie autour du lieudit « la Constance ». Au sud de l'aire d'étude, derrière l'autoroute, s'écoule la rivière de l'Arc.

L'emprise au sol de l'aire d'étude immédiate est d'environ **132.85 ha**.

2.1.2 Aire d'étude retenue

2.1.2.1 Délimitation de l'aire d'étude

La délimitation de l'aire d'étude varie en fonction du volet à étudier : paysage, milieu naturel, hydrogéologie, nuisances sonores, poussières, etc. À l'image des autres parties de l'étude globale, le volet concernant le milieu naturel ne peut être restreint à la zone d'implantation du projet.

Elle nécessite la prise en compte de chaque compartiment biologique.

La détermination de l'aire d'étude doit tenir compte des **capacités de déplacement des organismes biologiques** (des végétaux aux espèces animales les plus mobiles), des **éventuelles pollutions à distance ou cumulatives**, ou encore de **la perturbation des cycles biologiques.**

L'aire d'étude comprend donc trois zones :

- La **zone d'emprise directe du projet** : zone techniquement et économiquement exploitable, correspondant à l'intégralité des parcelles projet.
- La **zone d'influence immédiate** : zone soumise à diverses perturbations (poussières, bruit, dépôts, création de pistes) pendant toute la durée des travaux.
- La **zone d'influence large** : entité écologique globale et cohérente plus ou moins affectée par les travaux. Il est, en effet, impératif de restituer la zone du projet au sein d'une entité écologique cohérente : l'éco-complexe. Il peut s'agir d'un micro-bassin versant, d'un petit massif, etc.

L'aire d'étude retenue tient ainsi compte de la **zone d'emprise directe** du projet jusqu'à sa **zone d'influence large** afin de prendre en compte tous les aspects de la biodiversité potentiellement impactés par le projet.

2.1.2.2 Surface et découpage de l'aire d'étude

La carte ci-dessous présente les zones d'étude proposées par Ecotonia au sein desquelles sont effectués les inventaires sur les habitats, la flore et la faune.

L'aire d'étude couvre une superficie d'environ **88 ha.**

L'aire d'influence couvre une zone d'environ **54 ha supplémentaires à l'aire de projet,** jusqu'à **20 m après l'aire d'étude immédiate, prenant en compte la plupart des alignements arborés autour du projet notamment.**

L'aire élargie couvre quant à elle une superficie d'environ **154 ha supplémentaires à l'aire de projet**, prenant **en compte** les **corridors écologiques** éventuels **vers** différents **ensembles naturels, jusqu'à 200 m autour de l'aire d'étude.**

Aire d'étude



Source : Google satellite - Cartographie : Ecotonia 2019

Carte 4 : Aires d'étude

2.2 Contexte écologique

2.2.1 Approche bibliographique

2.2.1.1 Intérêt de l'étude règlementaire et bibliographique

L'étude règlementaire permet de cadrer l'aire d'étude autant localement que légalement. En effet, elle permet d'**avoir une vue d'ensemble sur les différents zonages soumis à règlementation autour de l'aire de projet**.

Complétée par l'étude bibliographique des inventaires, elle permet, dans un second temps, de **mieux comprendre écologiquement** la zone concernée directement par le projet. Puis, pour chaque compartiment biologique, les bases de données régionales sont consultées.

Elle **synthétise** également les études d'impacts d'éventuels projets existant dans son environnement proche.

Les **sources de documentations** exploitées pour l'ensemble des recherches sont les suivantes :

- Listes ZNIEFF ;
- Formulaires du Réseau Natura 2000 et DOCOB ;
- Bases de données scientifiques du Muséum d'Histoires Naturelles (INPN) ;
- Bases de données scientifiques des associations naturalistes régionales ou nationales.

Les recherches sont principalement ciblées sur les **espèces patrimoniales** tout en tenant compte de la biodiversité ordinaire en ce qui concerne cette analyse.

Les données une fois collectées et analysées sont retranscrites selon les **critères suivants** :

- Diagnostic des espèces faunistiques à intérêt patrimonial ;
- Sensibilité du projet sur l'écologie du milieu.

2.2.1.2 Les périmètres à statuts particuliers sur l'aire du projet

Zonages règlementaires nationaux

Arrêtés de Protection de Biotope (APB)

La zone d'étude est située à moins de 20 km de **quatre Arrêtés de Protection de Biotope :**

Tableau 2 : Tableau récapitulatif des zones Arrêtés de protection de Biotope

Zonages règlementaires	Description	Distance évaluée par rapport au projet
Arrêté de Protection de Biotope (APB)	N° FR 3800446 : « Jas- de - Rhodes »	15 km
Arrêté de Protection de Biotope (APB)	N° FR 3800164 : « Lit de la Durance, lieudit le Mulet »	17.5 km

Arrêté de Protection de Biotope (APB)	N° FR 3800162 : « Lit de la Durance, lieudit la Bastide Neuve »	20 km
Arrêté de Protection de Biotope (APB)	N° FR 3800448 : « Domaine de Calissane »	21.5 km

Les **Arrêtés de Protection de Biotope** sont des aires protégées à caractère règlementaire. Ils ont pour objectif de prévenir la disparition d'espèces protégées, et ce, par la mise en place de mesures règlementaires spécifiques de préservation de leurs biotopes.

Notre aire d'étude est située à une distance comprise entre 15 km et 21.5 km de quatre Arrêtés de Protection de Biotope. Une attention particulière a été accordée pendant les inventaires aux **espèces** visées par ces APB ainsi que lors des analyses des corridors écologiques.

❖ *« Jas-de-Rhodes » :*

L'APB le plus proche est L'APB « Jas-de-Rhodes » est situé à 15 km de l'aide d'étude, sur la commune des Pennes Mirabeau. Il concerne la conservation de biotopes nécessaires au maintien et à la reproduction de **4 espèces** d'**oiseaux** :

- **Pipit rousseline** (*Anthus campestris*) ;
- **Grand-duc d'Europe** (*Bubo bubo*) ;
- **Bruant ortolan** (*Emberiza hortulana*) ;
- **Fauvette pitchou** (*Sylvia undata*) ;

Cet arrêté concerne aussi la **protection de 3 espèces végétales :**

- **Hélianthème à feuilles de marum** (*Helianthemum marifolium*) ;
- **Hélianthème à feuilles de lavande** (*Helianthemum syriacum*) ;
- **Germandrée à allure de pin** (*Teucrium pseudochamaepity*) ;

❖ *« Lit de la Durance, lieudit le Mulet » ; « Lit de la Durance, lieudit la Bastide Neuve » :*

Concernant les APB **« Lit de la Durance, lieudit le Mulet » situé à 17.5 km du projet, et « Lit de la Durance, lieudit la Bastide Neuve » situé à 20 km du projet.** La règlementation vise la protection du patrimoine naturel géologique calcaire du lit de la Durance ainsi que celle du patrimoine écologique, principalement les roselières, nécessaires à la survie d'espèces animales protégées par la loi ; aucune continuité hydrique n'existe entre la Durance et l'aire de projet.

❖ *« Domaine de Calissane » :*

L'APB **« Domaine de Calissane » est situé à environ 22 km** de l'aire d'étude, sur la commune de Lançon-de-Provence. Il concerne la protection d'aire de reproduction, le repos, et **la survie de 9 espèces d'oiseaux** :

- **Pipit rousseline** (*Anthus campestris*) ;
- **Aigle de Bonelli** (*Hieraaetus fasciatus*) ;
- **Grand-duc d'Europe** (*Bubo bubo*) ;

- **Alouette calandrelle** (*Calandrella brachydacryla*) ;
- **Engoulevent d'Europe** (*Caprimulgus europaeus*) ;
- **Rollier d'Europe** (*Coracias garrulus*) ;
- **Bruant ortolan** (*Emberiza hortulana*) ;
- **Alouette lulu** (*Lullula arborea*) ;
- **Fauvette pitchou** (*Sylvia undata*) ;

Constat

L'aire d'étude n'est incluse dans aucun Arrêtés de Protection de Biotope, le plus proche est celui de « Jas-de-Rhodes » et se situe à 15 km. Les arrêtés concernant la Durance sont situés à plus de 17.5 km.

Pour ces quatre « APB » la conservation vise principalement les biotopes de certains oiseaux. Les oiseaux ayant de fortes capacités de déplacement, une attention particulière est portée à l'avifaune durant la suite de l'analyse.

Zonages réglementaires aux alentours de l'aire d'étude : Arrêtés de Protection de Biotope



Source : Orthophoto BRGM, DREAL PACA- Cartographie : Ecotonia 2019

Légende

Aire d'étude

Aire d'influence : 20 m

Aire élargie 200 m

Zonages réglementaires :

APB: Arrêtés de Protection de Biotope

Ecotonia

Carte 5 : Arrêtés de Protection de Biotope

Zonages règlementaires européens & internationaux

Le Réseau Natura 2000

Concernant les zonages de **réseau Natura 2000**, la zone d'étude est située à proximité de 3 **Zones Spéciales de Conservation (ZSC)** et **3 Zones de Protection Spéciales (ZPS)**.

Tableau 3 : Liste des zonages Natura 2000 autour de l'aire d'étude.

Zonages règlementaires	Description	Distance évaluée par rapport au site d'étude
Zone Spéciale de Conservation (ZSC)	N°FR9301605 : « Montagne Sainte-Victoire »	5.3 km
Zone Spéciale de Conservation (ZSC)	N°FR9301603 : « Chaîne de l'Etoile- Massif du Garlaban »	10.6 km
Zone Spéciale de Conservation (ZSC)	N°FR9301597 : « Marais et zones humides liés à l'étang de Berre »	19.8 km
Zone de Protection Spéciale (ZPS)	N°FR9310069 : « Garrigues de Lançon et chaînes alentour »	6.5 km
Zone de Protection Spéciale (ZPS)	N°FR9312009 : « Plateau de l'Arbois »	6.5 km
Zone de Protection Spéciale (ZPS)	N°FR9310067 : « Montagne Sainte-Victoire »	8.6 km

Les Zones Spéciales de Conservation ZSC

Les Zones Spéciales de Conservation (**ZSC**) sont les zones constitutives du **réseau Natura 2000**, désignées par arrêté ministériel en application de la **directive « Habitats Faune Flore »**.

Trois ZSC sont localisées à proximité de l'aire d'étude visible sur la cartographie ci-après.

On dénombre dans chacune de ces ZSC des **espèces déterminantes mobiles** qui peuvent fréquenter l'aire d'étude :

❖ *N°FR9301605 : « Montagne Sainte-Victoire » :*

La **ZSC « Montagne Sainte-Victoire »** présente aux alentours du site est composée de divers types de milieux : falaises et barres rocheuses, éboulis, crêtes dénudées, forêts de feuillus et de conifères, garrigues, petites plaines agricoles, plan d'eau. Les secteurs très ouverts, notamment les pelouses sommitales et les flancs rocheux, accueillent diverses espèces patrimoniales de faunes et de flores.

Toutes les espèces citées sont visées à l'Annexe II de la directive 92/43/CEE du Conseil. Parmi les **18 espèces présentes** sont citées : **6** espèces de **chiroptères**, **1** espèce de **mammifères terrestres**, **2** espèces de **poissons**, **6** espèces d'**invertébrés** et **1** espèce **végétale**.

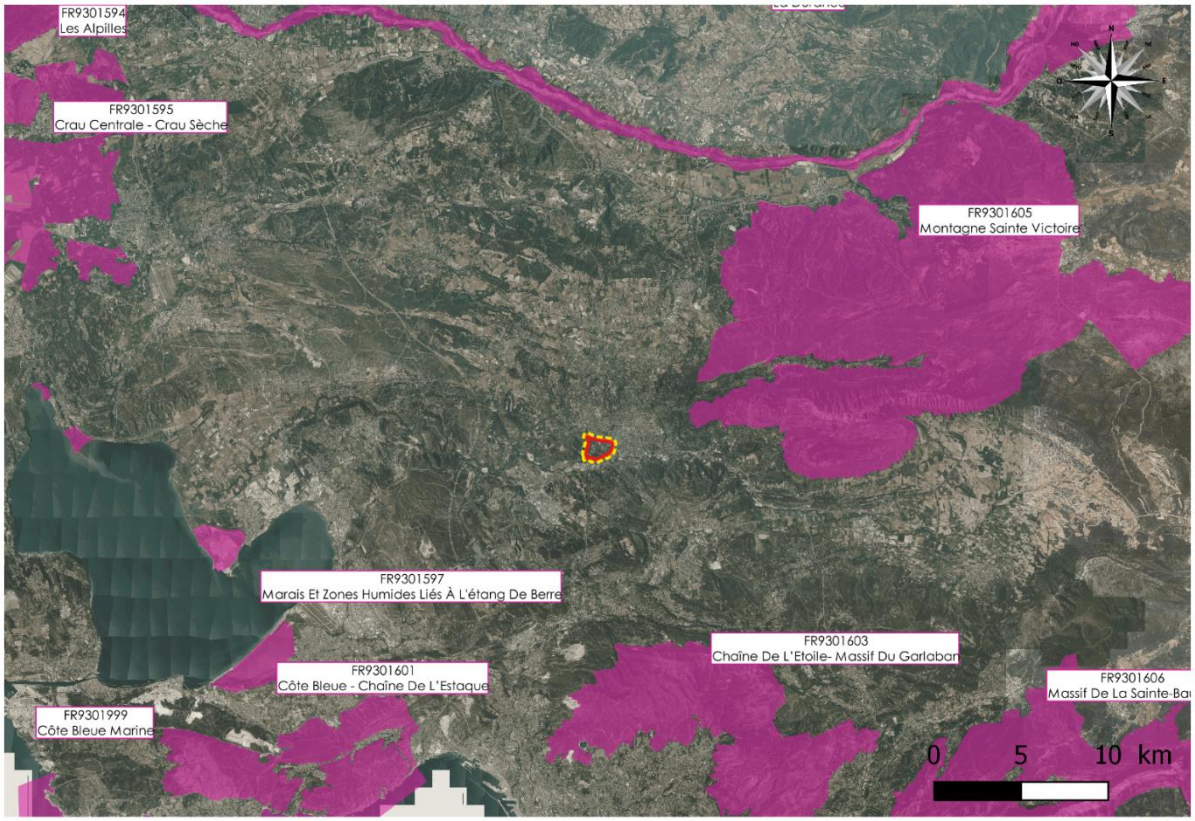
❖ *N°FR9301603 : « Chaîne de l'Etoile- Massif du Garlaban » :*

Parmi les **35 espèces citées**, **8** d'entre elles sont visées à l'Annexe II de la directive 92/43/CEE du Conseil. Parmi celles-ci on retrouve : **2** espèces de **chiroptères**, **4** espèces d'**invertébrés** et **1** espèce **végétale**. Le site comptabilise de plus, **28 autres espèces animales et végétales d'importance.**

❖ *N°FR9301597 « Marais et zones humides liés à l'étang de Berre » :*

Toutes les espèces citées sont visées à l'Annexe II de la directive 92/43/CEE du Conseil. Parmi les **12 espèces présentes** sont citées : **7** espèces de **chiroptères**, **1** espèce de **reptiles** et **4** espèces d'**invertébrés**.

Zonages réglementaires aux alentours de l'aire d'étude : Les Zones Spéciales de Conservation Natura 2000 (Directive Habitat)



Source : Orthophoto BRGM, DREAL PACA- Cartographie : Ecotonia 2019

Légende

Aire d'étude

Aire d'influence : 20 m

Aire élargie 200 m

Zonages réglementaires :

Zone Spéciale de Conservation

Ecotonia

Carte 6 : ZSC Natura 2000

Les Zones de Protection Spéciales ZPS

Les Zone de Protection Spéciales (ZPS) sont des zones constitutives du réseau Natura 2000, désignées par arrêté ministériel en application de la Directive Oiseaux.

L'aire d'étude se situe respectivement à 6.5 km et 8.4 km des 2 ZPS visibles ci-après.

On dénombre dans chacune de ces ZPS des espèces déterminantes qui peuvent être retrouvées sur l'aire d'étude :

❖ *N°FR9312009 « Plateau de l'Arbois » :*

Ce site est d'importance majeure pour la conservation de l'Aigle de Bonelli (*Hieraaetus fasciatus*), ainsi que pour le Grand-duc d'Europe (*Bubo bubo*) et le Faucon pèlerin (*Falco peregrinus*). Mais aussi beaucoup d'autres espèces.

Les habitats recensés sur cette vaste unité de 4 292 ha sont des landes et garrigues à Chêne kermès, des forêts de Chênes verts, des pelouses sèches et des éboulis rocheux.

La zone ressence **47 espèces d'oiseaux inscrites à l'Annexe I de la directive 79/409/CEE** du Conseil dont **16 migratrices.**

❖ *N°FR9310067 « Montagne de la Sainte Victoire » :*

Ce site de la Sainte Victoire représente un territoire à forte richesse biologique. La mosaïque créée par différents milieux offre des conditions très propices à l'avifaune méditerranéenne (près de 150 espèces d'oiseaux dont une vingtaine d'espèces présentent un intérêt communautaire) dont l'Aigle de Bonelli (*Hieraaetus fasciatus*) et l'Aigle royal (*Aquila chrysaetos*).

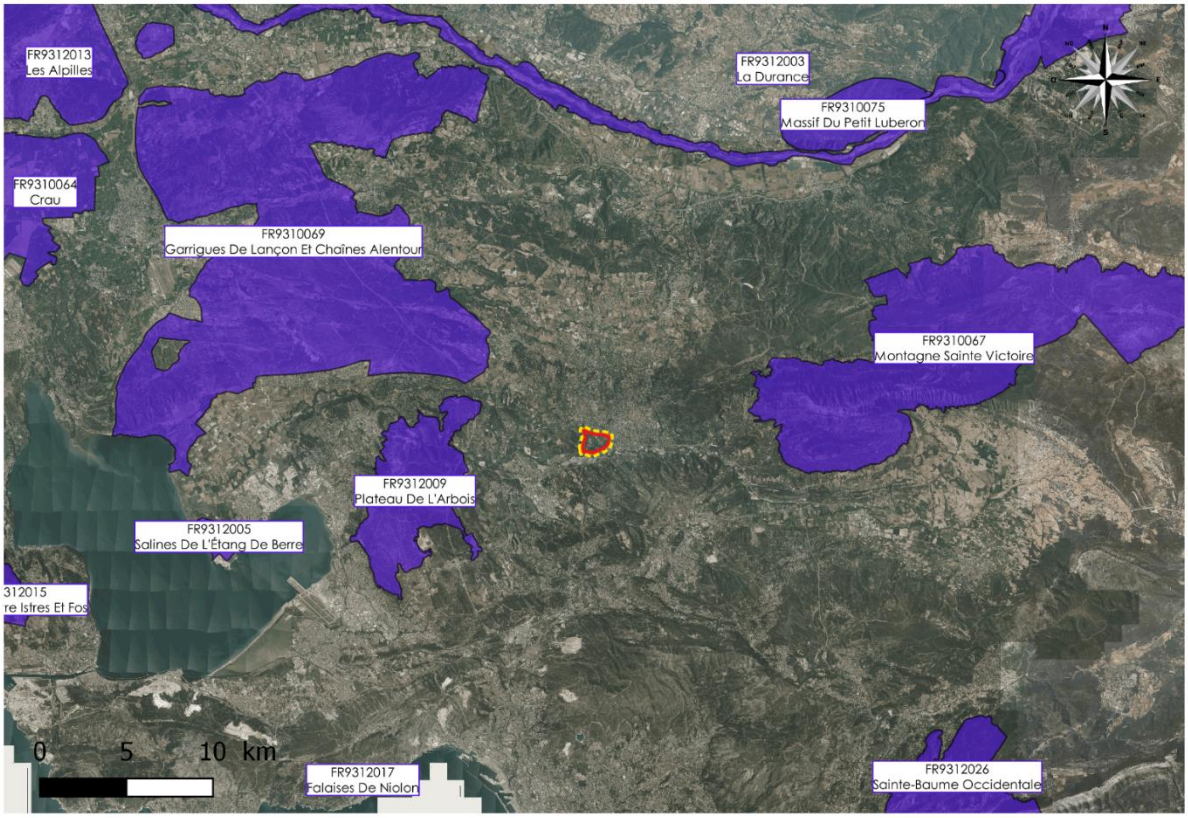
La zone ressence **23 espèces d'oiseaux inscrites à l'Annexe I de la directive 79/409/CEE** du Conseil dont **1 migratrice.**

❖ *N°FR9310069 « Garrigues de Lançon et chaînes alentour » :*

Ce site est d'importance majeure pour la conservation de la faune. Entre Alpilles, Étang de Berre et contreforts de la Durance, ce site Natura 2000 des Garrigues de Lançon et ses chaînes alentour est un véritable havre naturel qui abrite une faune et une flore importante à préserver. Les habitats recensés sur cette vaste unité de 27 471 ha sont des landes et garrigues à Chêne kermès, des pelouses sèches et des éboulis rocheux.

La zone ressence **46 espèces d'oiseaux inscrites à l'Annexe I de la directive 79/409/CEE** du Conseil dont **15 migratrices**.

Zonages réglementaires aux alentours de l'aire d'étude : Les Zones de Protections Spéciales Natura 2000 (Directive Oiseaux)



Source : Orthophoto BRGM, DREAL PACA- Cartographie : Ecotonia 2019

Légende

Aire d'étude

Aire d'influence : 20 m

Aire élargie 200 m

Zonages réglementaires :

Zone de protection Spéciale

Ecotonia

Carte 7 : ZPS Natura 2000

Constat

Aucune Zone Spéciale de Conservation, ni aucune Zone de Protection Spéciale ne recoupe l'aire d'étude. La ZSC la plus proche est « Montagne de la Sainte Victoire » et se situe à 5,3 km. Elle est définie par un socle calcaire, plissé avec une alternance de boisements et maquis.

Deux ZPS sont à égales distance du projet « Plateau de l'Arbois » et « Montagne de la Sainte Victoire » à 6.5 km, la diversité d'habitats proposée permet l'accueil d'une large avifaune, notamment nicheuse et quelques espèces migratrices.

Les espèces présentes sur ces zonages, principalement l'avifaune, les chiroptères, les insectes et les reptiles, peuvent utiliser l'aire de projet

Réserve de Biosphère (UNESCO)



Figure 1 : Réserve de biosphère (Source : UNESCO)

Les réserves de biosphère sont des zones comprenant des écosystèmes terrestres, marins et côtiers. Chaque réserve favorise des solutions conciliant la conservation de la biodiversité et son utilisation durable.

La candidature des réserves de biosphère est présentée par les gouvernements nationaux et reste placée sous la juridiction souveraine des États où elles se trouvent. Leur statut est reconnu sur le plan international.

Les réserves de biosphère sont dotées de **trois zones interdépendantes visant à remplir trois fonctions liées**, qui sont complémentaires et se renforcent mutuellement :

L'aire (les aires) centrale(s) comprend(comprennent) un écosystème strictement protégé qui contribue à la conservation des paysages, des écosystèmes, des espèces et de la variation génétique.

La zone tampon entoure ou jouxte les aires centrales et est utilisée pour des activités compatibles avec des pratiques écologiquement viables susceptibles de renforcer la recherche, le suivi, la formation et l'éducation scientifiques.

La zone de transition est la partie de la réserve où sont autorisées davantage d'activités, ce qui permet un développement économique et humain socio-culturellement et écologiquement durable. (Source : unesco.org)

L'aire d'étude se situe **à 16 km au sud de l'aire d'adhésion à la réserve biosphère « Lubéron Lure »** et **à 42 km à l'est de celle de la réserve de biosphère « Camargue ».**

❖ *Réserve de biosphère « Lubéron Lure »*



Photographie 1 : Réserve Luberon Lure

En 1997, le Parc naturel régional du Luberon, créé en 1977, a été intégré au réseau des Réserves de biosphère**. Il est limité au sud et à l'est par la vallée de la Durance**, l'un des cours d'eau les plus importants au sud-est du Rhône, qui ménage des zones humides de très grand intérêt. Ce territoire est **composé de plaines et de collines méditerranéennes irriguées par plusieurs cours d'eau au régime torrentiel irrégulier** (Calavon, Largue, Lauzon notamment). Les chaînons montagneux de Provence d'orientation est-ouest que sont le massif du Luberon (1 125 m) et les Monts de Vaucluse (1 256 m) le dominent et reçoivent des influences alpines sensibles. Habité depuis très longtemps, cet espace est **connu pour l'intérêt de son patrimoine biologique et géologique**. (Source prep-mab-France.org)

❖ *Réserve de biosphère « Camargue »*



Photographie 2 : Réserve de Camargue

Entre le fleuve Rhône et la mer Méditerranée, la Réserve de biosphère de Camargue couvre l'ensemble du delta biogéographique du Rhône, depuis sa révision effectuée en 2006. Zone naturelle immense, elle se situe entre deux régions très densément peuplées aux portes des agglomérations de Montpellier, Nîmes, Arles et Marseille et du site industriel de Fos-sur-Mer.

Paysage essentiellement horizontal, la Camargue présente pourtant de nombreux bombements sources de diversité : bourrelets alluviaux des bras anciens et actuels du Rhône et cordons dunaires élaborés par les courants marins et les rivages historiques de la Méditerranée. Entre ces replis encore en partie boisés, dans les dépressions, se répartissent des terres basses occupées par les lagunes bordées de steppes salées, les marais à roselières en partie exploités pour la coupe du roseau et les étangs - dont le plus grand, le Vaccarès, occupe 6 500 hectares.

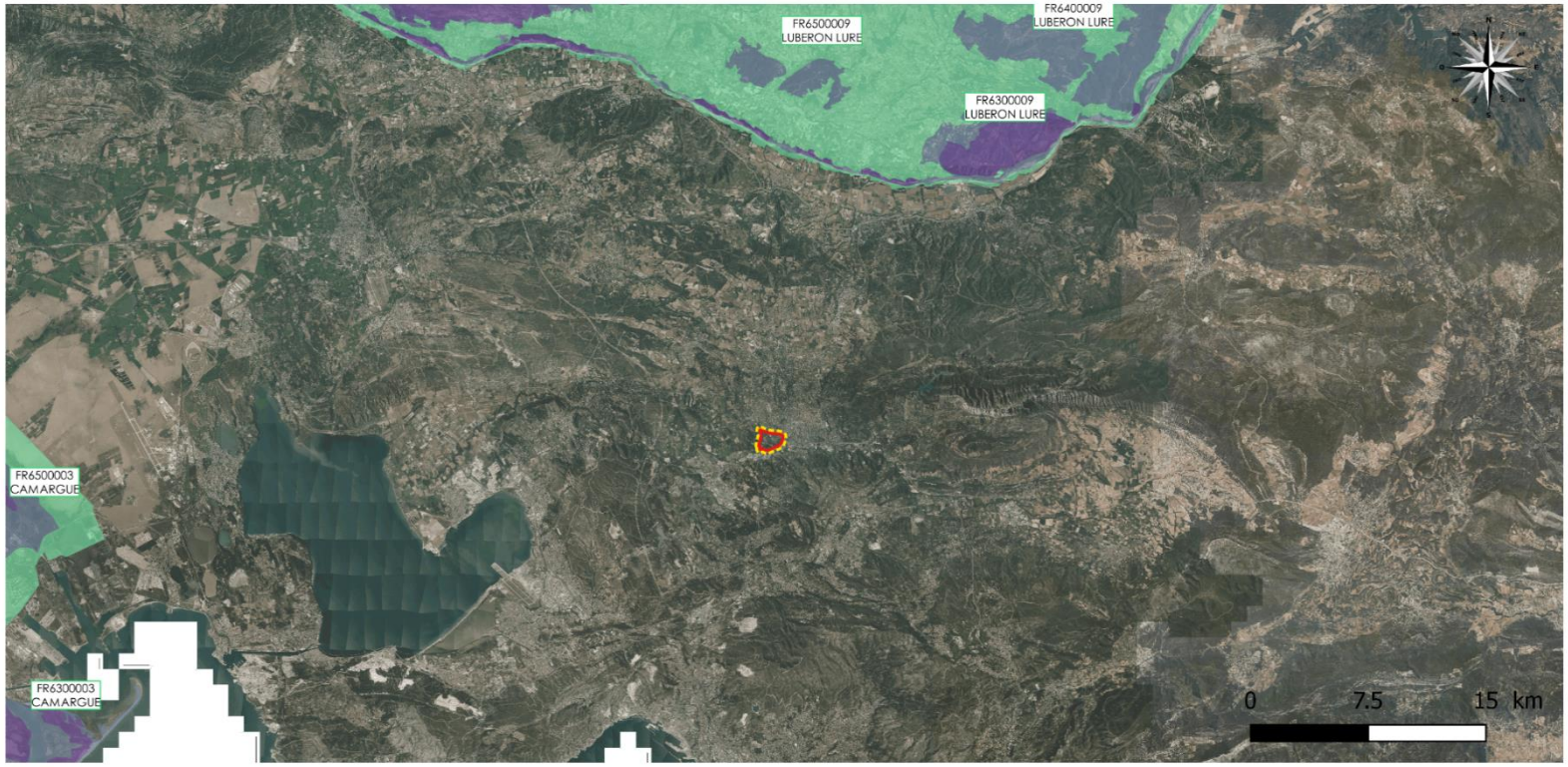
La teneur en sel du sol et des eaux, les fortes variations des conditions d'inondations et les caprices du climat méditerranéen conditionnent la richesse biologique du delta du Rhône.

Les paysages agricoles de la Camargue sont composés de prairies humides et sansouïres dédiées à l'élevage des taureaux et chevaux, d'anciens marais convertis en rizières, de lagunes aménagées pour l'exploitation du sel et de cultures maraichères et viticulture sur les cordons dunaires. Le maillage hydraulique nécessaire à cette agriculture est omniprésent. Il conditionne la gestion de ces zones agricoles et de manière indirecte celle des milieux naturels adjacents. (Source prep-mab-France.org)

Constat

L'aire d'étude se situe à 16 km au sud de l'aire d'adhésion à la réserve biosphère « Lubéron Lure » et à 42 km à l'est de celle de la réserve de biosphère « Camargue ». Ces deux zones sont d'importance pour la biodiversité, assez éloignées du projet, seule l'avifaune peut utiliser l'aire d'étude.

Zonages aux alentours de l'aire d'étude : Réserve de Biosphère UNESCO



Source : Orthophoto BRGM, DREAL PACA, INPN, UNESCO- Cartographie : Ecotonia 2019

Légende

Aire d'étude
Aire d'influence : 20 m
Aire élargie 200 m

Réserve Biosphère UNESCO

ZCE:Zone centrale
ZTA:Zone tampon
ZCO:Zone de coopération/ de transition

Ecotonia

Carte 8 : Réserve de Biosphère UNESC

Parcs Naturels Régionaux (PNR)

Un Parc naturel régional est un territoire rural, reconnu au niveau national pour sa forte valeur patrimoniale et paysagère, qui s'organise autour d'un projet concerté de développement durable, fondé sur la protection et la valorisation de son patrimoine.

Le parc naturel régional a été institué en 1967 et régi par un décret de 1988.

Un parc naturel régional est institué pour différents **objectifs** :

- Protection de l'environnement
- Aménagement du territoire
- Développement économique et social
- Formation et éducation du public

L'aire d'étude est située à 18, 5 km du Parc Naturel Régional du Lubéron et à 23.5 km du Parc Naturel Régional de la Sainte-Baume. Elle est aussi à moins de 40 km des PNR Camargue et du Verdon, l'aire d'étude est encerclée par ces vastes ensembles naturels.

❖ *Parc Naturel Régional du Lubéron*



Création : 31/01/1977

Nombre de communes : 77 communes

Superficie : 185 000 hectares

Nombre d'habitants : 174 500 habitants

Le territoire du parc naturel régional du Luberon s'étend de Cavaillon (Vaucluse) à Lurs (Alpes-de-Haute-Provence), de part et d'autre du massif du Luberon (1125 m au sommet du Mourre Nègre). Au carrefour des influences climatiques des Alpes et de la Méditerranée, il abrite une faune et une flore d'une exceptionnelle diversité, ainsi qu'un patrimoine architectural et paysager de grande valeur.

En décembre 1997, l'UNESCO a officiellement admis le Luberon dans le réseau mondial des réserves de biosphère, reconnaissant le rôle essentiel du Luberon dans l'équilibre écologique régional et la valeur patrimoniale de ce territoire sur le plan international. Le Parc du Luberon fait également partie du réseau des Géoparcs mondiaux de l'Unesco.

❖ *Parc Naturel Régional de la Sainte-Baume*

Création : 20/12/2017

Nombre de communes : 26

Superficie : 81 034 hectares

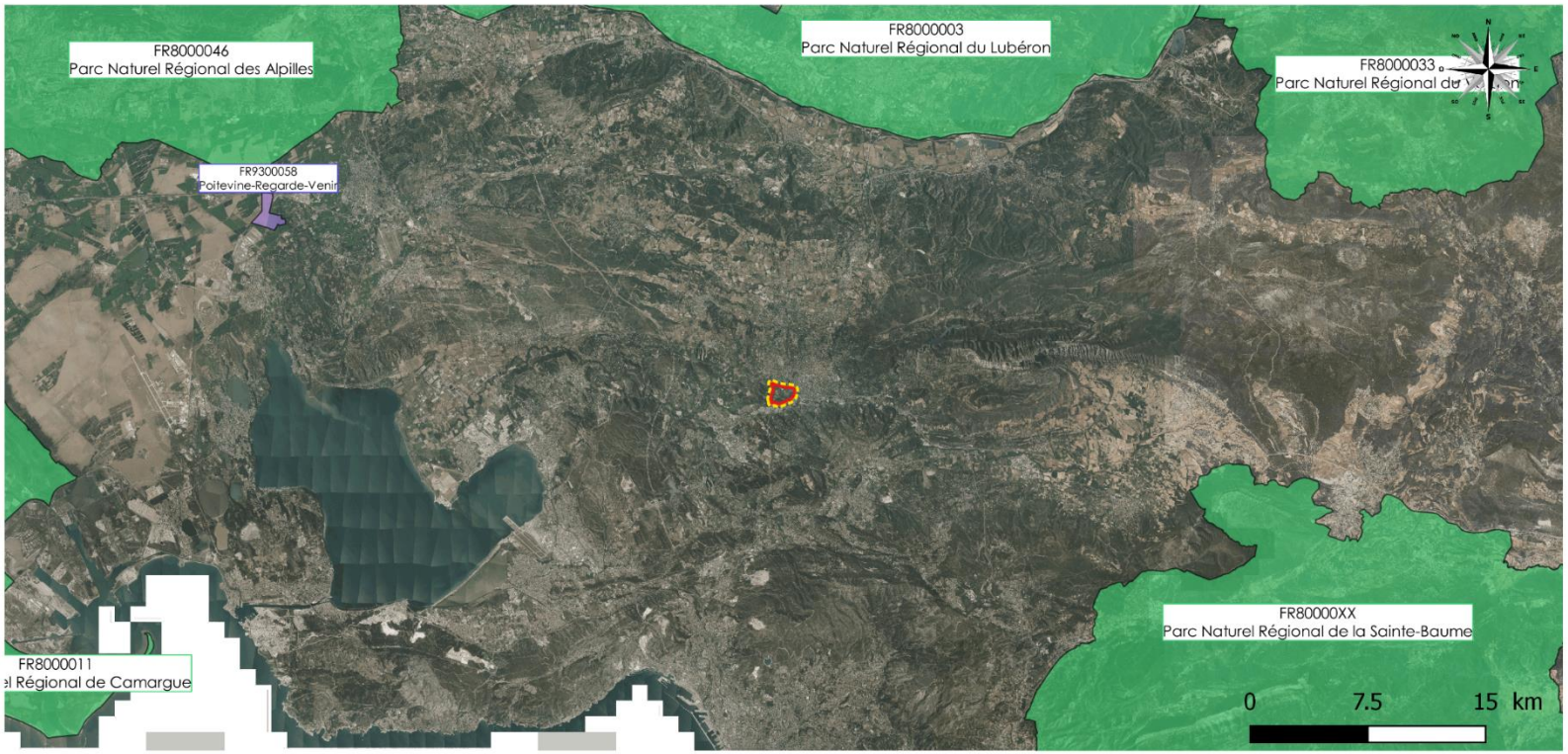
Nombre d'habitants : 58 500 habitants



Le Parc Naturel Régional de la Sainte-Baume occupe une position de carrefour entre les agglomérations de Marseille, Aix-en-Provence, Toulon et les espaces naturels des Calanques, de la Sainte-Victoire, du massif des Maures, du Verdon et de Port-Cros.

Le territoire de la Sainte-Baume héberge un patrimoine naturel de très haute valeur, en raison de son originalité et de sa diversité. On y rencontre des forêts matures à haut degré de naturalité, telle la hêtraie emblématique de la Sainte-Baume. De manière générale, la diversité des habitats naturels forestiers y est beaucoup plus élevée qu'ailleurs en Provence. Les espèces endémiques du massif ou de Provence sont particulièrement abondantes, principalement sur les crêtes et dans les milieux rocheux. De nombreux milieux présentent un intérêt particulier, comme les aires de nidification des grands rapaces, les zones humides, les cavités et les grottes. On peut enfin souligner l'intérêt des vastes espaces agricoles et ruraux peu artificialisés, qui permettent de disposer d'un réseau de milieux naturels ouverts de qualité, garants du maintien de la biodiversité.

Zonages contractuels aux alentours de l'aire d'étude : Réserves Naturelles Régionales / Parcs Naturels Régionaux



Source : Orthophoto BRGM, DREAL PACA, INPN- Cartographie : Ecotonia 2019

Légende

Aire d'étude
Aire d'influence : 20 m
Aire élargie 200 m

Zonages contractuels :

Parc Naturel Régional
Réserve Naturelle Régionale

Ecotonia

Carte 9 : Réserves Naturelles Régionales et Parcs Naturels Régionaux

Zonages d'inventaires

Au niveau des inventaires patrimoniaux, l'aire d'étude est située à proximité **de 11 Zones Naturelles d'Intérêt Faunistiques et Floristiques (ZNIEFF) dont 2 ZNIEFF de type I et 9 ZNIEFF de type II.**

Tableau 4 : Liste des ZNIEFF à proximité de l'aire d'étude

Inventaire patrimonial	Description	Distance évaluée par rapport au site d'étude
Z.N.I.E.F.F. de type I	N° 930012445 « Réservoir du Réaltor »	8 km
Z.N.I.E.F.F. de type I	N° 930020214 « Ripisylve de la cause »	5.7 km
Z.N.I.E.F.F. de type II	N° 930020449 « Chaîne de l'Etoile »	9.3 km
Z.N.I.E.F.F. de type II	N° 930020220 « Massif de Concors, Plateau de Peyrolles, Montagne des Ubacs, Bois des Ligoures »	7.6 km
Z.N.I.E.F.F. de type II	N° 930020232 « La Touloubre »	5.9 km
Z.N.I.E.F.F. de type II	N° 930020213 « Plaine des Artauds »	5.1 km
Z.N.I.E.F.F. de type II	N° 930020219 « Colline de la Keyle »	5.1 km
Z.N.I.E.F.F. de type II	N° 930012450 « Montagne Sainte-Victoire – Plateau du Cengle et des Bréguières »	3.9 km
Z.N.I.E.F.F. de type II	N° 930012444 « Plateau d'arbois -Chaîne de Vitrolles- Plaine des Milles »	2.7 km
Z.N.I.E.F.F. de type II	N° 930020198 « Massif du Montaiguet »	2.5 km

ZNIEFF de type I et II

L'inventaire ZNIEFF est un **inventaire national**. C'est un outil de connaissance du patrimoine naturel de la France qui identifie, localise et décrit les espaces naturels d'intérêt patrimonial pour les espèces vivantes et les habitats, donc particulièrement intéressant sur le plan écologique. Il ne constitue pas une mesure de protection juridique directe.

Les **ZNIEFF de type I**, d'une superficie généralement limitée, sont définies par la présence d'espèces, d'associations d'espèces ou de milieux rares, remarquables ou caractéristiques du patrimoine naturel national ou régional.

L'aire d'étude est à proximité de **deux ZNIEFF de type I :**

❖ *N° 930012445 « Réservoir du Réaltor »*

D'une superficie de **120 hectares environ,** le réservoir du Réaltor est le plus vaste plan d'eau de la partie est du département des Bouches-du-Rhône. Entouré par les basses collines du plateau de l'Arbois, il est ceinturé d'une végétation aquatique essentiellement composée d'une phragmitaie.

Ce site renferme **dix-neuf espèces d'intérêt patrimonial dont cinq sont déterminantes** dont notamment : **1** espèce d'**insecte**, **3** espèces d'**oiseaux**, **1** espèce de **reptile** et **3** espèces **végétales.**

Malgré son origine artificielle ce site est d'une grande valeur biologique.

❖ *N° 930020214 « Ripisylve de la cause »*

Le cours de la Cause est bordé d'une **forêt galerie à Peupliers**, souvent étroite et limitée par l'extension des cultures ainsi que la D 64 c. Cette ripisylve sert de refuge à **trois espèces de tulipes**, ordinairement inféodées aux champs cultivés. La plus abondante est la Tulipe sauvage dont il existe des milliers d'individus. Elle est accompagnée, çà et là par la Tulipe précoce. Localement, en bordure de moisson, la ripisylve abrite aussi quelques dizaines d'individus de la Tulipe œil de soleil. Ces deux dernières sont déterminantes.



Photographie 3 : Tulipe d'Agen (Tulipe Œil-de soleil)

L'aire d'étude est à proximité de **neuf ZNIEFF de type II :**

❖ *N° 930012444 « Plateau d'arbois -Chaîne de Vitrolles- Plaine des Milles »*

Bel ensemble naturel, au relief tourmenté, peu artificialisé, intégrant la chaîne de Vitrolles et le Plateau de l'Arbois. Ce dernier est profondément entaillé par des ruisseaux temporaires. L'ensemble de la zone, couvert d'une végétation typiquement méditerranéenne à dominante arbustive, est physionomiquement dominé par l'élément minéral (falaises abruptes, longues barres rocheuses, rochers proéminents) qui donne à cette zone son cachet particulier. L'intérêt biologique de la zone tient essentiellement aux qualités de sa faune vertébrée et de la flore des agrosystèmes.

Les falaises calcaires bien exposées portent la formation très classique à *Asplenium petrarchae*, localement enrichie à Roquefavour du *Lavatera maritima*. Les pelouses en direction de l'étang de Berre se rattachent à une formation très localisée en Provence, bien plus répandue en Languedoc : l'habitat *Convolvulo-Onononidetum pubescentis*, est déterminant de Z.N.I.E.F.F. (région P.A.C.A.) où abonde le Plantain blanchissant (*Plantago albicans*) et le Liseron rayé (*Convolvulus lineatus*).

Trois autres habitats sont considérés comme remarquables :

- 32-4D : Garrigues à *Helianthemum lavandulifolium* & *H. marifolium* ;

- 44-612 : Ripisylves méditerranéennes à Peupliers (Populenion albae) : Populetum albae (Br. Bl. 1931) Tchou 1947 (*salicetosum* ; *ulmetosum* ; faciès à *Quercus pedunculata*, *Alnus glutinosa*) ;
- 62-111 : Falaises calcaires ibéro-méditerranéennes *Asplenion glandulosi* (= *petrarchae*) Br. Bl. & Meier 1934 : *Phagnalo sordidi* et *Asplenietum petrarchae*.

Dans le même secteur, les garrigues à Hélianthèmes sont bien présentes (*Helianthemum syriacum* et surtout *Helianthemum marifolium*). Mais la principale richesse de la zone provient des agrosystèmes : friches et cultures extensives.

Au niveau floristique, on y trouve des raretés comme le Chardon à épingles (*Carduus acicularis*), la Nigelle de France (*Nigella gallica*), le Crépis de Suffren (*Crepis suffreniana subsp. Suffreniana*) ou la Passerine Hérissée (*Thymelaea hirsuta*).

Ce site abrite **38 espèces d'intérêt patrimonial, 43 sont déterminantes** dont : **2** espèces d'**insectes**, **1** espèce de **chiroptère**, **9** espèces d'**oiseaux**, **1** espèce de **reptile**, **1** espèce **de poisson** ; et **29** espèces **végétales**.

❖ *N° 930020198 « Massif du Montaiguet »*

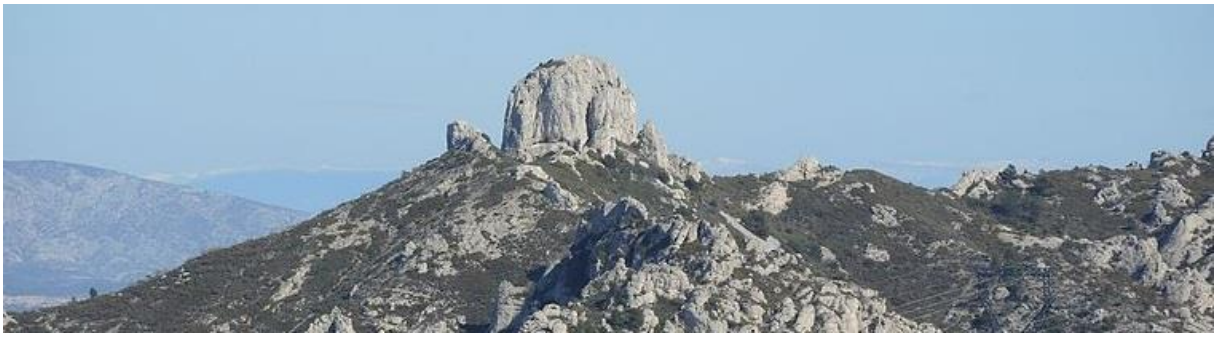
Le Montaiguet est un petit massif calcaire, d'altitude modeste (346 m) qui limite au sud l'agglomération d'Aix. Il comporte des plateaux calcaires incultes limités par des falaises et portant des bois de Chêne vert ou de Pin d'Alep plus ou moins dégradés, enrichies en chêne pubescent dans certains vallons du flanc nord et des garrigues, alternant avec des dépressions à sol plus profond où se localisent les cultures. Le Montaiguet possède aussi **la dernière station au monde de la Tulipe de Lortet (*Tulipa lortetii*) avec quelques centaines de pieds.** Une espèce remarquable d'insecte y est signalée, le neuroptère Ascalaphe loriot (*Libelloides ictericus*)

Ce site abrite **19 espèces végétales déterminantes ainsi qu'un reptile, 13 espèces sont remarquables.**



Photographie 4 : Tulipe de Lortet

❖ *N° 930020449 « Chaîne de l'Etoile »*



Photographie 5 : Pic du Roy, massif de l'Etoile.

La chaîne de l'Etoile correspond à une ligne de crête assez sinueuse qui culmine à 778 m au Puech de Mimet. Son relief est dissymétrique avec un versant sud aux pentes peu accusées, mais profondément entaillées de nombreux vallons parallèles et un versant nord plus raide, accidenté de barres rocheuses parallèles à la crête et créant un relief secondaire assez tourmenté. Plus frais, ce versant nord est encore très boisé par opposition au versant sud. Les reliefs de l'étoile présentent l'immense attrait d'un milieu peu artificialisé malgré la proximité de l'agglomération phocéenne.

Ce site abrite **42 espèces déterminantes** dont : **2** espèces d'**insectes, 6** espèces d'**oiseaux, 1** espèce de **reptile, 25** espèces **végétales.**

❖ *N° 930020213 « Plaine des Artauds »*

La plaine des Artauds, au pied des contreforts ouest de la Sainte-Victoire, est occupée en grande partie par des moissons, quelques habitations s'y rencontrent aussi. Le ruisseau de la Cause, bordé d'un linéaire souvent étroit de ripisylve, traverse la plaine.

L'intérêt de cette plaine agricole provient de la flore compagne des moissons. On y trouve, en effet, **quatre espèces de tulipes ainsi que l'Ornithogale penché (*Ornithogalum nutans*)**. Les tulipes se rencontrent, en outre, sur quelques talus et surtout dans la ripisylve de la Cause, qui constitue un refuge stable pour ces espèces très rares.

Ce site abrite **4 espèces végétales déterminantes.**

❖ *N° 930012450 « Montagne Sainte-Victoire – Plateau du Cengle et des Bréguières »*

Le massif de Sainte-Victoire est un haut lieu provençal, ses sites cézanniens sont connus dans le monde entier. C'est un pli anticlinal orienté est-ouest qui dresse sur 10 km de longueur sa ligne de crête haute d'environ 1000 m. Son flanc nord s'abaisse rapidement jusqu'à la vallée de l'Infernet (400 m, environ de Vauvenargues) alors que son flanc sud correspond à une impressionnante falaise subverticale qui domine le plateau du Cengle de près de 500 m. Ce plateau est lui-même limité par une barre calcaire continue qui domine les marnes rouges donnant accès à la vallée de l'Arc. La végétation forestière est surtout développée à l'est du massif, plus humide. La chênaie verte et ses termes de dégradation se rencontrent sur le Cengle, le flanc sud de la Sainte Victoire, et le centre et l'ouest du flanc nord. La chênaie pubescente est surtout développée dans la partie orientale du versant nord. Les garrigues à Chêne kermès ou à Romarin ainsi que les lavandaies occupent des surfaces importantes. Localement, à la faveur d'affleurements siliceux, une végétation de maquis se développe, comme sur le plateau de Bréguières.

Ce site abrite **36 espèces déterminantes dont : 2** espèces d'**insectes, 1** espèce de **chiroptère, 2** espèces d'**oiseaux, 1** espèce de **reptile, 29** espèces **végétales.**

❖ *N° 930020219 « Colline de la Keyrié »*

Petit secteur de garrigues ouvertes disposées en mosaïque avec des taillis de Chênes verts, des taches de Chêne kermès, le tout en voie de colonisation par la pinède de Pin d'Alep. Les garrigues sont particulièrement riches en géophytes et en annuelles.

Ce site abrite **4 espèces végétales déterminantes.**

❖ *N° 930020220 « Massif de Concors, Plateau de Peyrolles, Montagne des Ubacs, Bois des Ligoures »*

Vaste ensemble constitué d'une mosaïque de milieux, telles les forêts de Chênes vert ou pubescent qui couvrent des surfaces considérables, les boisements de Pin d'Alep et localement de Pin pignon, les milieux cultivés ou les pelouses. Ces deux derniers milieux constituent un terrain d'alimentation privilégié pour les grands rapaces. Deux massifs principaux dominent l'ensemble, celui de Concors et la montagne des Ubacs. Certains habitats sont d'extensions plus modestes, mais souvent de grands intérêts biologiques, les falaises et les vires rocheuses, les éboulis ou les croupes sommitales.

Ce site abrite **38 espèces déterminantes dont : 4** espèces d'**insectes, 3** espèces de **chiroptères, 2** espèces de **mammifères terrestres, 1** espèce d'**oiseau, 1** espèce de **reptile, 16** espèces **végétales.**





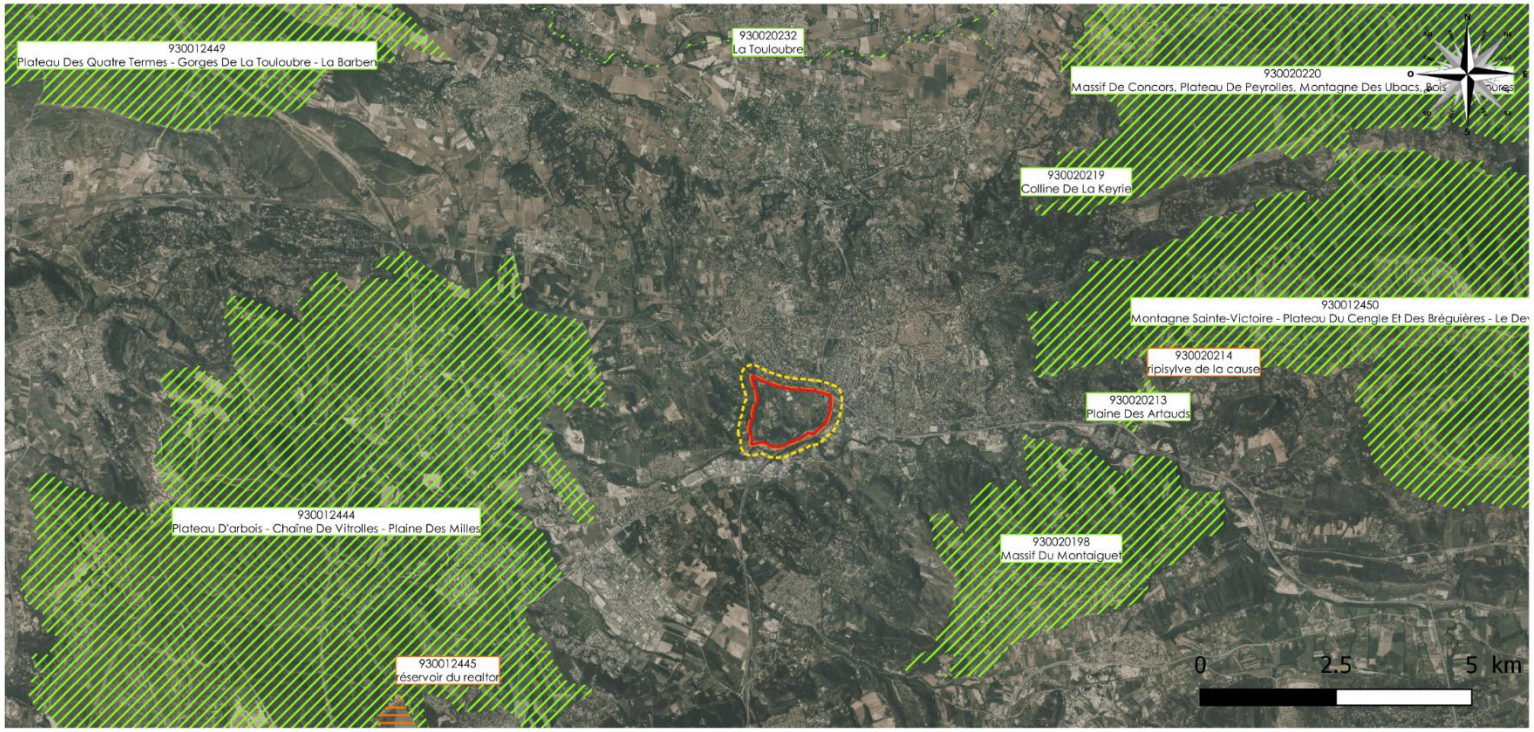
Photographie 6 : Arcyptère provençale, Castor d'Europe

❖ *N° 930020232 « La Touloubre »*

La Touloubre prend sa source sur la commune de Venelles et traverse le département des Bouches-du-Rhône d'est en ouest pour se jeter dans l'Étang de Berre au niveau des Palous de Saint-Chamas. Son bassin versant occupe une superficie de 460 km². La Touloubre possède trois affluents principaux, tous situés en rive droite, qui la rejoignent dans le secteur de la Barben. La longueur totale de la Touloubre et de ses trois affluents est de 85 km environ. La Touloubre subit un régime de type pluvial méditerranéen : ses écoulements sont totalement dépendants des précipitations : les crues peuvent être violentes et ses étiages sévères. Les eaux sont dans l'ensemble de bonne qualité. En amont de Grans, la Touloubre et ses affluents sont classés en première catégorie sur 66 km.

Ce site abrite **4 espèces déterminantes dont : 2** espèces d'**insectes, 1** espèce de **reptile, 1** espèce de **poisson.**

Zonages d'inventaires ZNIEFF aux alentours de l'aire d'étude



Source : BRGM, Carmen - Cartographie : Ecotonia 2019

Légende

Zonages

ZNIEFF de type 1

ZNIEFF de type 2

Ecotonia

Carte 10 : Zonages ZNIEFF

Constat

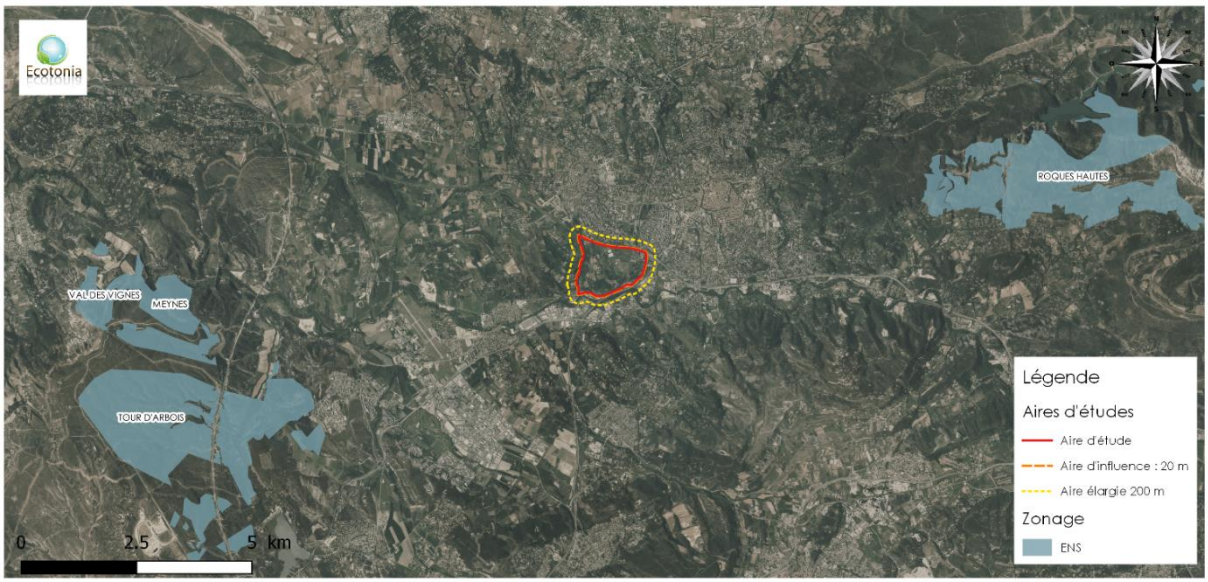
L'aire d'étude est encerclée de zonages naturels formés d'habitats types « Provence calcaire ». Aussi nous pouvons comptabiliser deux ZNIEFF de type 1 située entre 5.7 et 8 km de l'aire de projet ainsi que neuf ZNIEFF de type 2 situées à une distance du projet variant de 2.5 km à 9.3 km.

Parmi tous ces zonages, il est à signaler la récurrence des géophytes de types *Tulipa sp*. Celles-ci, sont présentes sur toutes les ZNIEFF alentour parfois associées à une entomofaune spécifique à l'habitat et riche.

Les autres zonages

Les Espaces Naturels Sensibles

Zonages Espaces Naturels Sensibles aux alentours de l'aire d'étude



Source : BRGM, Carmen - Cartographie : Ecotonia 2019

Carte 11 : Espaces Naturels Sensibles

Les Espaces Naturels Sensibles (ENS) sont établis à l'initiative des Départements. Ils ont pour objectifs de protéger un patrimoine naturel, paysager et géologique, menacé ou vulnérable par l'urbanisation, le développement d'activités, etc. Ils ont également pour missions l'accueil du public et la sensibilisation au patrimoine naturel.

La création d'espaces naturels sensibles (ENS) du département n'est soumise à aucune procédure de délimitation et relève du seul pouvoir d'appréciation du conseil général lequel décide de la création des zones de préemption après consultation des communes intéressées. La décentralisation a élargi progressivement le champ d'action et la loi no 95-101 du 2 février 1995 a complété la définition des objectifs de la politique des espaces naturels sensibles pour y inclure la sauvegarde des habitats naturels.

La zone de projet est située approximativement à **6,2 km de deux ENS : « Roques hautes » et « Tour d'Arbois ».** Elle se situe aussi **à environ 8 km de « Meynes ».**

L'ENS « Tour d'Arbois » est de type « Plateau- Végétation basse », « Meynes » est catégorisé comme « Milieu forestier ». Enfin, « Roque Hautes est de type milieu forestier- massif montagneux ».

Les Parties de cours d'eau abritant des frayères (PCE) au titre de l'article L. 432-3 du code de l'environnement

Une Frayère inventoriée regroupe les notions de frayère à poisson et de zone croissance ou d'alimentation de crustacés définies dans l'article L.432-3 du code de l'environnement.

L'article L.432-3 du code de l'environnement définit les frayères à poisson comme :

- **Toute partie de cours d'eau** qui **figure dans un inventaire** établi en application du I de l'article R. 432-1-1 **et dont le lit est constitué d'un substrat minéral** présentant les caractéristiques de la granulométrie **propre à la reproduction d'une des espèces de poissons inscrites sur la première liste** prévue par l'article R. 432-1, ou toute partie de cours d'eau figurant dans un inventaire établi en application du II de l'article R. 432-1-1.
- Une **zone de croissance ou d'alimentation de crustacés**, au sens de l'article L. 432-3 correspond à toute partie de cours d'eau figurant **dans un inventaire** établi en application du III de l'article R. 432-1-1.

Le texte règlementaire fondateur de la Frayère inventoriée est l'arrêté pris par le préfet de département.

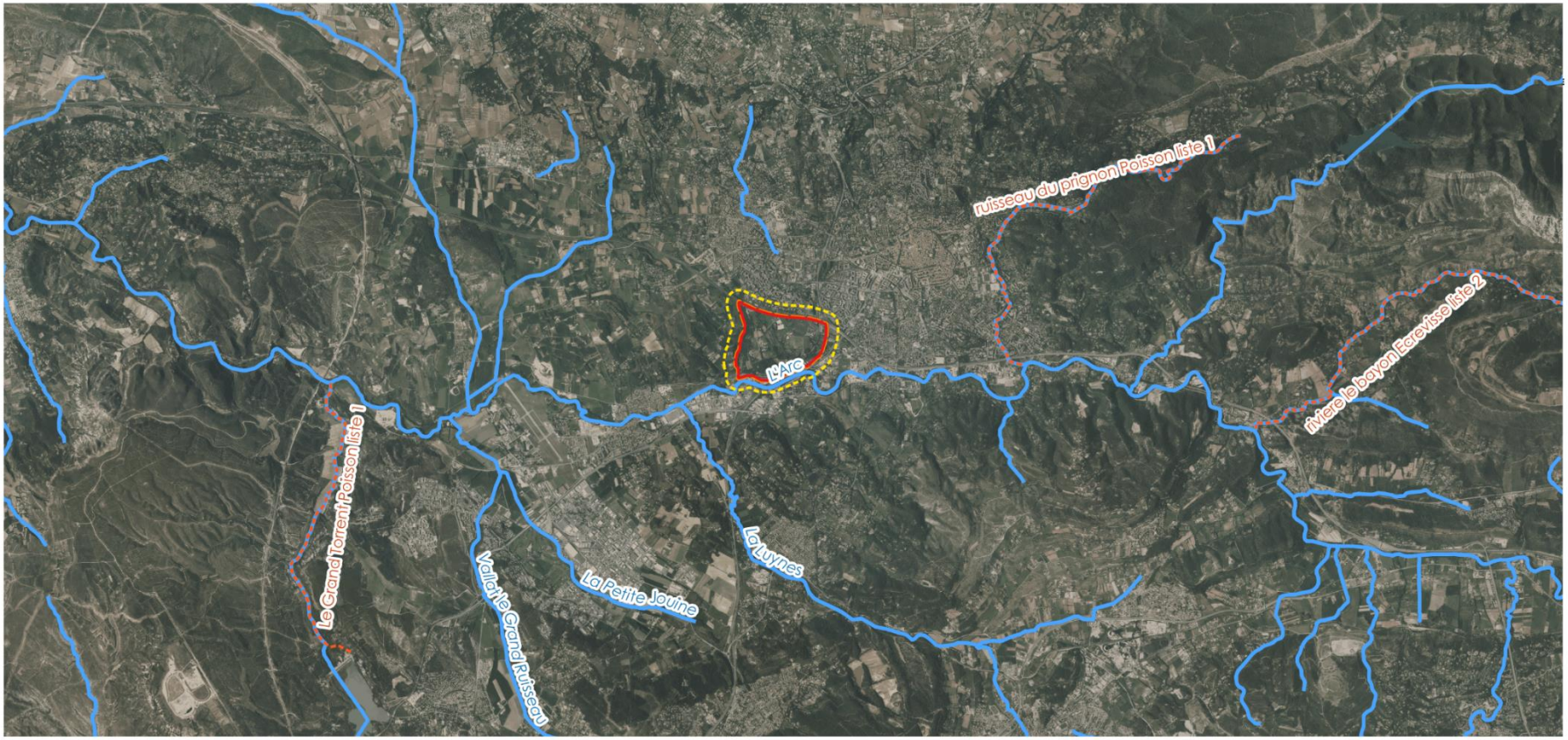
Deux types de parties de cours d'eau peuvent être délimités. Les parties de cours d'eau « classiques » délimitées à partir du réseau hydrographique BD Carthage®. Les parties de cours d'eau « hors réseau » hydrographique BD Carthage®. Les attributs "affluents" et "sous-affluent" ajoutent un niveau de détail permettant de pallier la non-exhaustivité du référentiel hydrographique utilisé. "Affluent" signifie la prise en compte des affluents de premiers niveaux attenant à la partie de cours d'eau délimitée. "sous affluent" signifie la prise en compte des bassins versants attenant à la partie de cours d'eau délimitée.

Les parties de cours d'eau identifiées historiquement par l'ONEMA aux alentours de l'aire d'étude sont :

Tableau 5 : Récapitulatif des PCE Frayères aux alentours de l'aire de projet

Cours d'eau	Espèces présentes	Délimitation amont	Délimitation aval
Le Grand Torrent	Truite Fario	Source, commune d'Aix-en-pce	Confluence Arc, commune d'Aix-en-pce
Le ruisseau du Prignon et ses affluents	Truite Fario	Source, commune d'Aix-en-pce	Confluence Arc, commune de Aix-en-pce
L'Arc	Blennie fluviatile	Seuil des Gordes, commune de Berre l'étang	Confluence étang de Berre Saint Chamas
Rivière le Bayon, et ses affluents	Écrevisse à pieds blancs	Source, commune de saint antonin sur Bayon	Confluence avec l'Arc, commune de Meyreuil

Cours d'eau et Parties de Cours d'Eau abritant des frayères (PCE)



Source : BRGM, Carmen - Cartographie : Ecotonia 2019

Carte 12 : Cours d'eau et Parties de Cours d'Eau abritant des frayères

Tableau 6 : États écologiques des cours d'eau alentours à l'aire d'étude

Cours d'eau (à Aix-en-Provence)	Espèces présentes	État écologique	Poissons	Invertébrés	Microalgues	Bilan oxygène	Nitrates, phosphates	Date dernière analyse
Le Grand Torrent	Truite Fario	-	-	-		TBE	BE	2016
La Luyne	-	MAUV	MAUV	MOY	MOY	TBE	MOY	2017
Le ruisseau du Prignon et ses affluents	Truite Fario	MOY	-	-	BE	TBE	BE	2017
L'Arc	Blennie fluviatile	-	-	-	-	BE	MED	2017
Rivière le Bayon, et ses affluents	Écrevisse à pieds blancs	BE						2017
Ruisseau du Grand Vallat	-	MOY	-	MOY	-	MOY	MAUV	2017
La petite Jouine	-	-	--	-	-	MOY	MAUV	2017

3 Équilibre biologique du site et atteintes attendues

L'équilibre biologique d'un écosystème s'entend communément comme l'équilibre atteint par les différents compartiments d'une biocénose avec leur biotope. Par exemple, une forêt mature de feuillus (chênaies-Hêtraies) ayant atteint son stade d'équilibre s'entend comme un milieu comportant le cortège typique d'espèces logiquement trouvées dans cet habitat (cortège d'avifaune classique associé à cet habitat tels les pics, passereaux forestiers, cortège d'invertébrés xylophages, d'espèces floristiques de sous-bois, de faune micro- et macroscopique, etc.), les différents cortèges interagissant entre eux et parvenant à s'autoréguler, de manière à atteindre un équilibre constant.

Ce terme "d'équilibre biologique" peut être assimilé au terme de "climax", en y associant les compartiments faunistiques, le climax désignant l'état idéal d'équilibre atteint par un ensemble sol-végétation. Le climax est un concept qui ne s'applique véritablement qu'aux milieux naturels, peu ou pas modifiés par l'homme ou vers lesquels un milieu évoluerait si l'homme n'y intervenait plus. Ainsi, pour reprendre l'exemple de la forêt caducifoliée, ce serait ce climax qui serait observé sur la très grande majorité du territoire français de plaine ou collinéen, en climat atlantique et continental si l'homme abandonnait ses agrosystèmes ou cessait de cultiver ces forêts.

Dans la réalité, c'est surtout le pédoclimax ou climax du sol, conditionné par le climax climatique, qui détermine le climax global, bien davantage que la végétation ne semble le faire.

On parle de paraclimax pour désigner les états d'équilibre atteints par la végétation sur des espaces où le climax a été détruit par l'action humaine. Le plus souvent, ce sont les sols (parce qu'ils ont été profondément modifiés et qui, quel que soit le temps, ne pourront plus se reconstituer) qui déterminent le paraclimax. L'exemple classique est fourni par la destruction de la forêt primitive méditerranéenne (climax) qui conduit aux paraclimax maquis et garrigues, voire à des formes de désertification.

On parle de dysclimax pour désigner des états d'équilibres artificiels et/ou aberrants auxquels on arrive quand l'homme substitue une communauté végétale à celle du climax originel.

- **Le site d'étude de la Constance se situe dans un dysclimax au regard des milieux anthropisés et artificiels présents sur le site tels que les habitations, les jardins, les alignements d'arbres, les friches, les cultures, *etc*.**

4 Continuités écologiques et SRCE et notion de continuités écologiques

La destruction des habitats et la fragmentation des milieux constituent une des causes principales d'érosion de la biodiversité ; la reconnexion des patchs favorables et la mise en place de corridors écologiques sont donc des enjeux majeurs pour lutter contre cette dernière et participer à la mise en place d'un réseau écologique national tel que le réseau *Natura 2000*. Dans ce contexte particulier, les corridors écologiques représentent les connexions entre réservoirs de biodiversité qui offrent aux espèces des conditions favorables de déplacement et à l'accomplissement de leur cycle de vie (Labat 2015).

On peut observer différentes typologies de continuités écologiques :

- **Les réservoirs de biodiversité** : espaces naturels d'importance majeure pour la flore et la faune sauvage.
- **Les corridors biologiques** qui peuvent être de plusieurs natures : de type linéaire, paysager ou en « pas japonais » par fractionnement. Ces ensembles écologiques relient les milieux et les habitats entre eux pour faciliter le maintien des zones de reproduction, de nourrissage et de repos pour la faune migratrice.
- **Les espaces naturels en renaturation** où des actions de reconstitution de la biodiversité sont entreprises.

Un corridor écologique est donc spécifique à un ordre ou espèce donnés en fonction de sa typologie (linéaire, en zone tampon), de sa nature (continuum forestier, continuum aquatique) ou de son échelle (quelques mètres à kilomètres).

4.1 Insertion dans les schémas territoriaux

Échelle Régionale : Le schéma régional de cohérence écologique

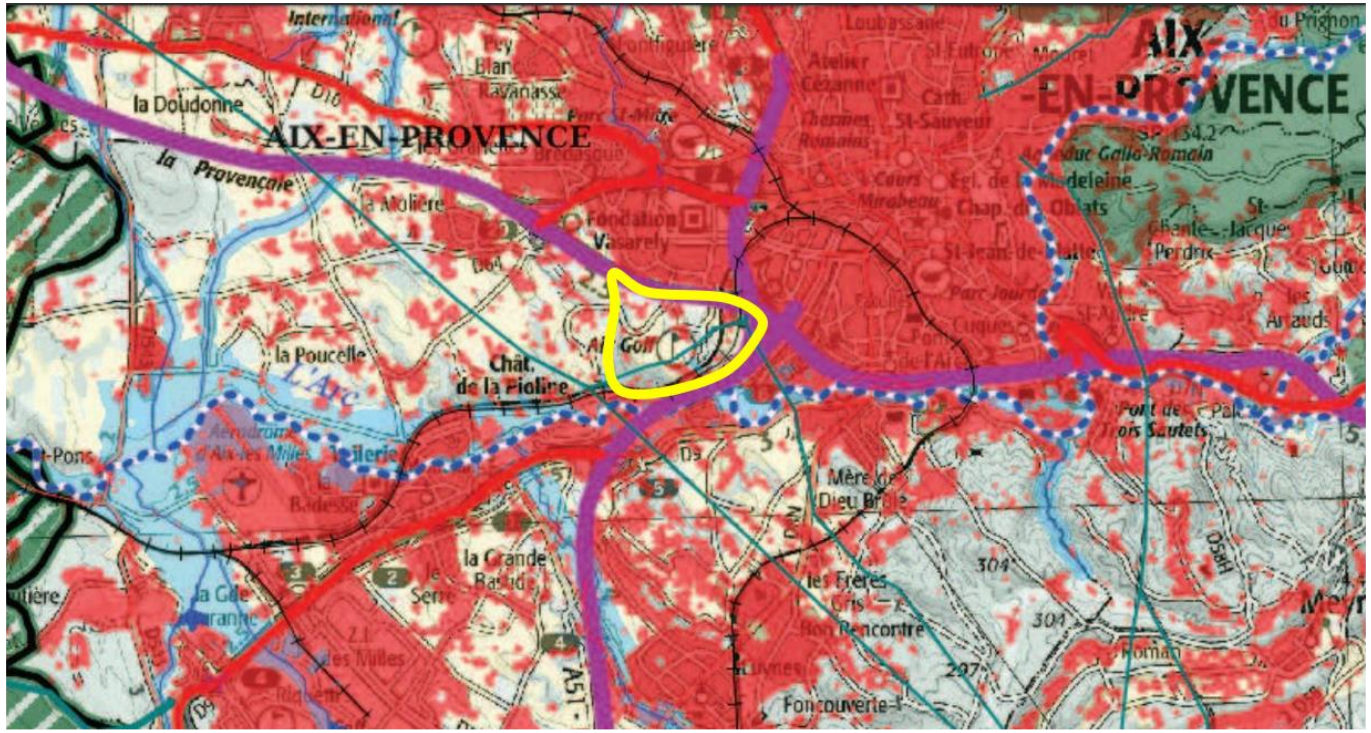
Le Schéma Régional de Cohérence Écologique (SRCE, désigné par « Schéma » ci-après) a été mis en place dans le cadre de la démarche concertée du Grenelle de l'environnement, dont un des objectifs est d'élaborer un nouvel outil d'aménagement du territoire en faveur de la biodiversité : la Trame verte et bleue (TVB).

La Trame verte & bleue constitue ainsi l'un des engagements phares du Grenelle de l'environnement.

Comme signifié dans le SRCE, **le projet n'est pas situé en zone de protection écologique,** elle n'est ni sur un corridor, ni dans un réservoir. Le premier réservoir de biodiversité étant situé à environ 3 km à l'est du projet et correspondant à la zone naturelle du massif de la Sainte Victoire, et le second à environ 5 km à l'ouest, les collines de Lançon.

Il se situe en large zone dite « artificialisée ». Le projet est seulement **bordé en son sud par un cours d'eau**, qui est un **corridor hydrique** ; « l'Arc ». Cette rivière, ayant déjà traversé l'agglomération d'Aix-en Provence, n'est pas de bonne qualité écologique au niveau du tronçon aux abords du projet.

(Source : SRCE PACA ; Carte 1, planche 6 ; Available at : http://www.paca.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/A0_150DPI_100K_CARTE1-06_cle5d98e8.pdf)



Source : Région PACA : https://www.paca.developpement-durable.gouv.fr

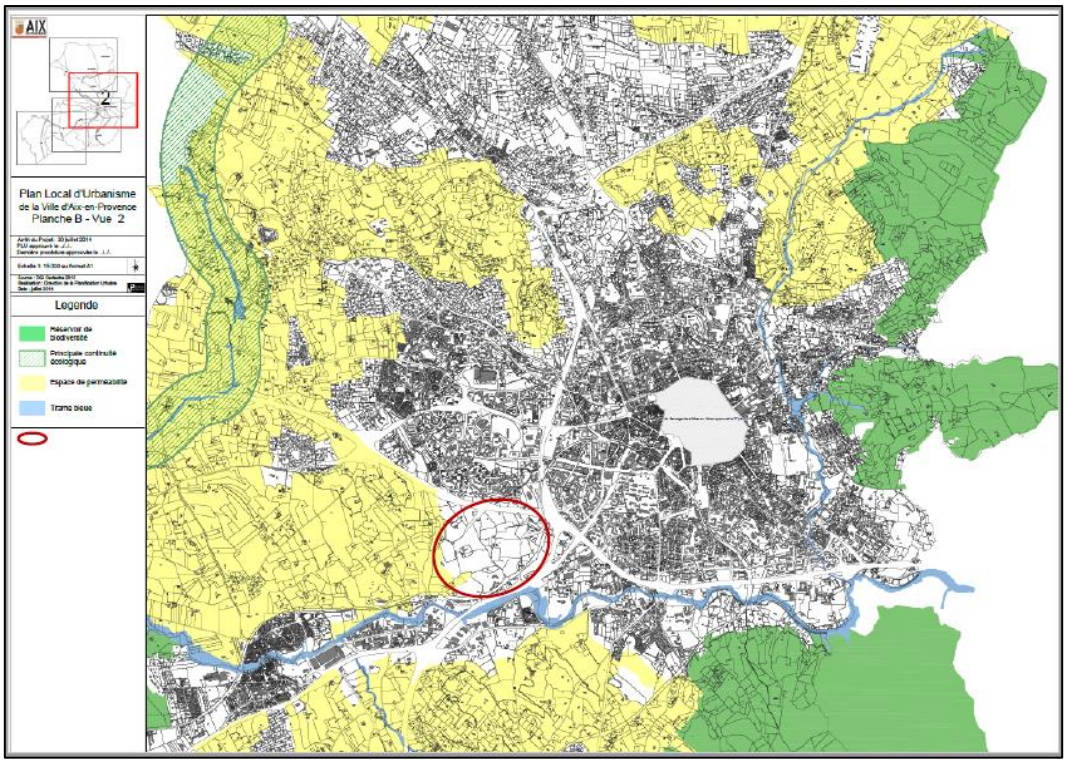
Carte 13 : Schéma Régional de Cohérence Écologique

Échelle communale : La trame verte et bleue communale

Comme stipulé dans le PLU « Pays d'Aix », le périmètre d'étude comprend quelques parcelles identifiées dans l'espace de perméabilité de la Trame Verte et Bleue communale.

En effet, à l'ouest en jaune, se trouvent des ensembles milieux ouverts et semi-ouverts permettant la circulation de la faune.

Les parcelles de l'aire d'étude identifiées comme zone de perméabilité ne seront pas construites. **Aucun couloir de déplacement des espèces terrestres n'est établi sur le secteur qui est trop occupé par les axes de communication et l'urbanisation.**



Carte 14 : Trame verte et bleue communale (PLU pays d'Aix)

Échelle locale : Fonctionnalités et éléments de l'aire d'étude identifiés

La trame verte et bleue locale

Le site d'étude est situé **entre les ZSC Montagne Sainte-Victoire et Chaine de l'Etoile, ainsi que les ZPS Plateau de l'Arbois et Garrigues de Lançon et Chaînes alentour**.

La Trame Verte et Bleue (TVB) locale constitue un projet d'avenir. S'y référer apporte une vision qualitative du territoire, il s'agit aussi de répondre à une nécessité règlementaire pour les collectivités qui doivent s'engager dans la protection et dans la restauration de la biodiversité. Mais le projet de Trame Verte et Bleue en plus de la biodiversité, touche aux paysages, au cadre de vie et au bien-être des habitants, il touche à l'idée d'une « justice environnementale » à créer pour les populations.

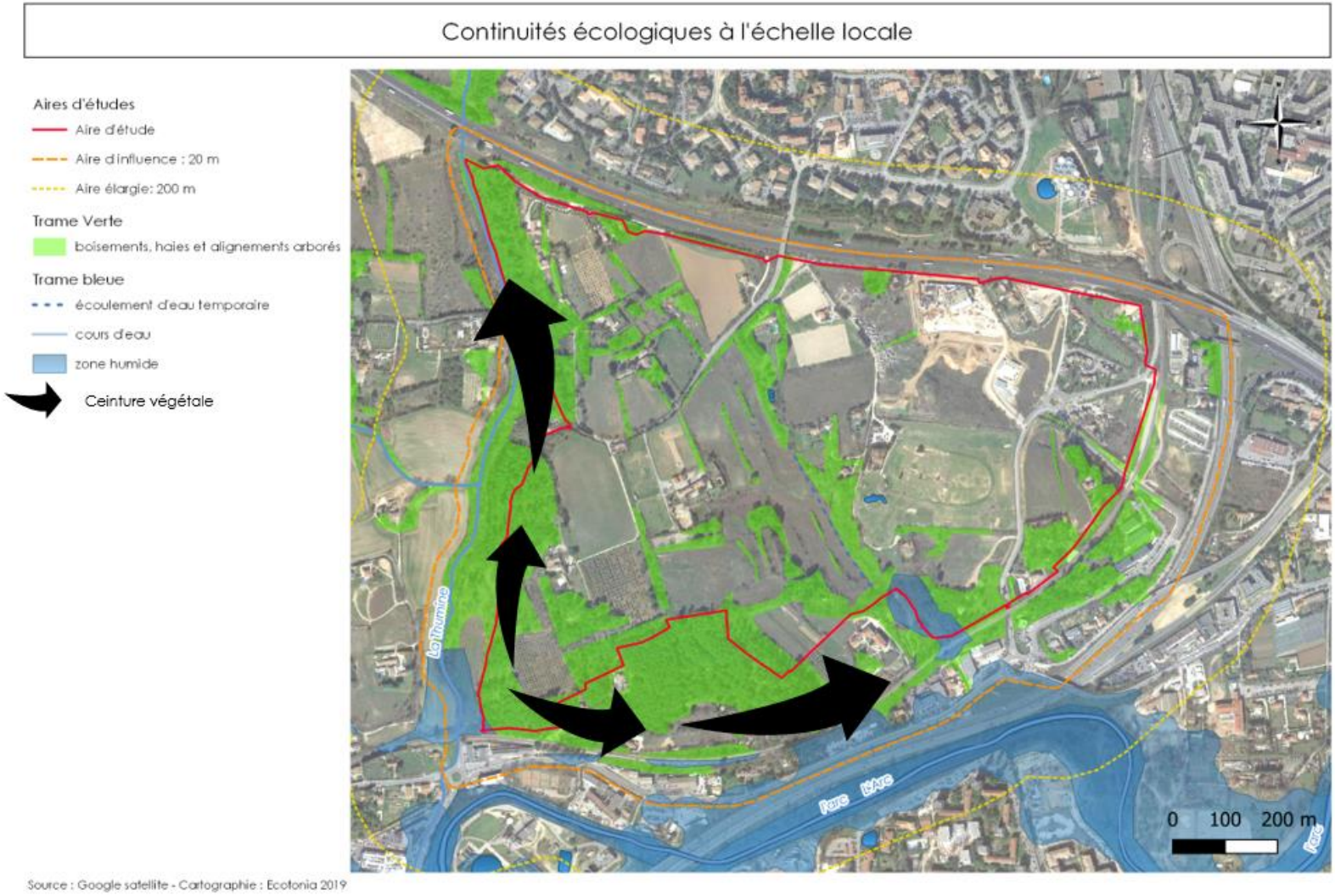
Sur photo-interprétation **les éléments constitutifs de la trame verte sont tracés : boisements, alignements arborés, haies…**

On distingue trois types de corridors écologiques sur le projet :

- Des corridors hydriques, comme l'Arc et temporairement la Thumine ;
- Des corridors boisés, comme la ripisylve de la Thumine, la Pinède ouest au projet, ou la chênaie au sud,
- Des corridors en « pas japonais » formés par les alignements arborés, les friches arborescentes, plutôt au centre du projet.

On retrouve, au sud de l'aire de projet le **corridor hydrique** de « l'Arc », en assez mauvais état écologique.

La frontière ouest du projet est jouxtée par un torrent temporaire, **« la Thumine »** associée à une **zone de boisement** suivant un axe nord -sud en **bon état écologique**.
Les boisements formés à l'ouest, associés à ceux du sud formé selon l'axe est- ouest, constituent une **ceinture verte**. Il s'agit d'un corridor en bon état écologique, offrant aux espèces biologiques locales, une libre circulation, une **zone d'habitats d'espèces**, une zone de chasse et de multiples refuges.



Carte 15 : Éléments constitutifs de la Trame verte et bleue locale

Échelle locale : Fonctionnalités et éléments de l'aire d'étude identifiés associés aux composantes urbaines.

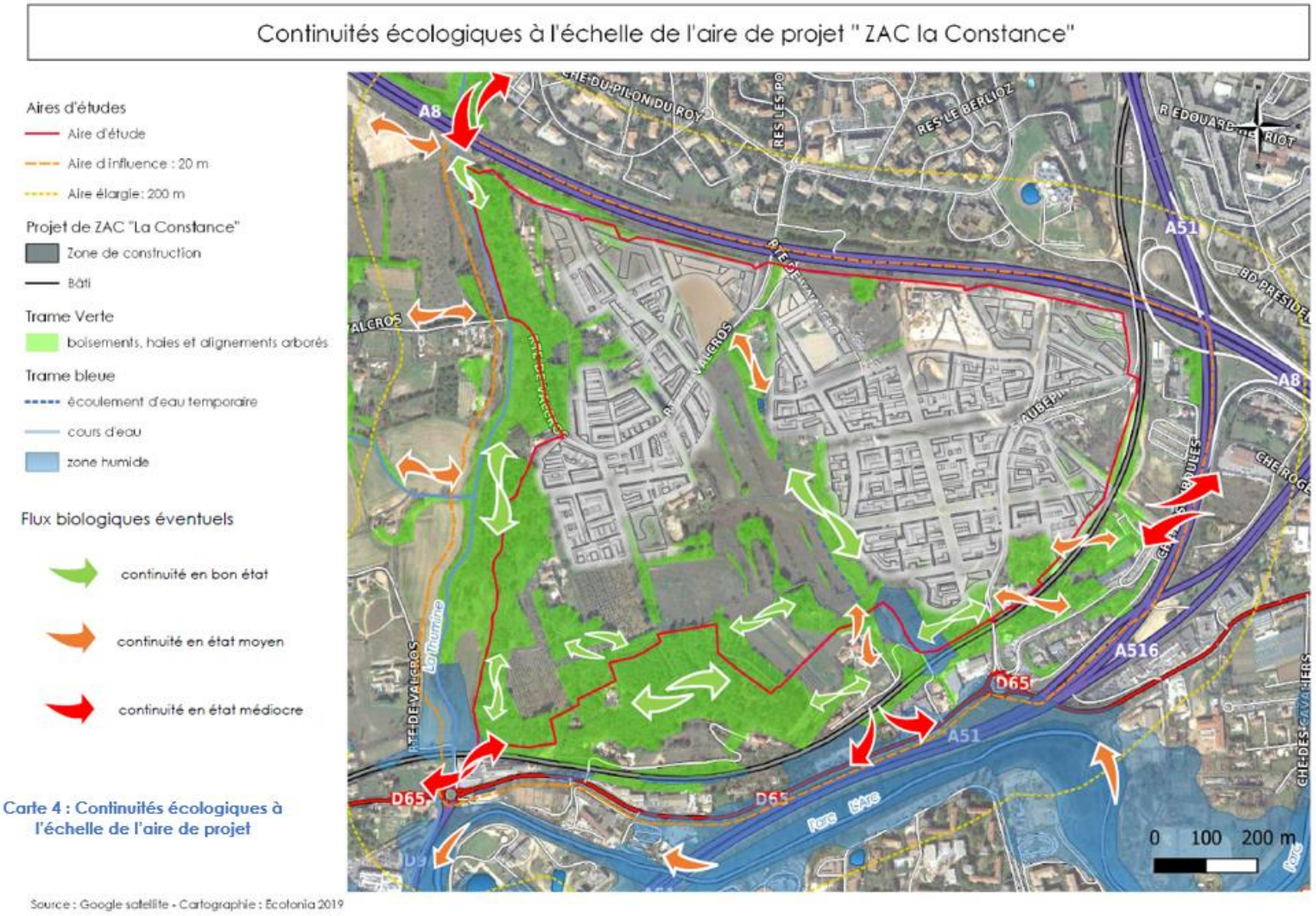
Après avoir ajouté les axes de communication aux abords de l'aire de projet, on remarque que **le territoire est très morcelé entre axes de communication et urbanisation.**

La prise en compte d'une **ceinture verte autour de la Constance** ainsi que l'intégration du projet d'aménagement dans la trame végétale actuelle permettraient de réaliser un **aménagement perméable et toujours fonctionnel pour la faune** locale.

Préalablement au projet d'aménagement, le territoire de la Constance est **enclavé entre grands axes de communication (routiers, autoroutiers, ferroviaires) et urbanisation. Ces derniers, zones de barrières écologiques, sont des ruptures établies dans la continuité des ensembles naturels.**

Les **continuités à l'intérieur de l'aire de projet seront peu ou pas impactées** par l'aménagement qui conserve les deux principaux boisements ouest et sud, ainsi que plusieurs composantes de trames vertes et bleues : les alignements arborés centraux, la ripisylve de la Thumine.

Les principaux habitats d'espèces contenus dans ces continuums **sont donc maintenus par le plan d'aménagement.**



Carte 4 : Continuités écologiques à l'échelle de l'aire de projet

Carte 16 : Continuités écologiques à l'échelle de l'aire de projet

4.2 Conclusion sur la cohérence écologique du projet.

Dans le Schéma de Cohérence Écologique **le projet n'est pas situé en zone de protection écologique, elle n'est ni sur un corridor répertorié ni dans un réservoir répertorié.** Il est seulement bordé en son sud par un cours d'eau, qui est un **corridor hydraulique** ; « l'Arc ». Cette rivière n'est pas de bonne qualité écologique au niveau du tronçon aux abords du projet, et elle a été répertoriée comme corridor à « remettre en état ». Elle est cependant située en dehors de l'influence de l'aménagement, puisque séparée de la ZAC par des axes routiers, autoroutiers et ferroviaires.

Aucun couloir de déplacement des espèces terrestres n'est établi par les schémas de développement sur le secteur qui est trop occupé par les voies autoroutières et l'urbanisation.

De ce fait, **les ensembles naturels, les réservoirs et corridors à valoriser ne seront pas impactés par le projet.**

Néanmoins, les boisements ouest, associés à ceux du sud formant une **ceinture verte** constituent localement les principaux enjeux en termes de continuum. En effet, ils offrent aux espèces biologiques, une **libre circulation**, une **zone d'habitats d'espèces**, une **zone de chasse et de multiples refuges**.
L'aménagement prévoit le maintien de cette ceinture verte, ainsi que celui de plusieurs composantes de trames vertes et bleues.

Le projet est conforme aux schémas d'aménagement du territoire, et à une échelle plus locale, l'aménagement n'impacte pas, ou très peu, les éléments macroscopiques constitutifs de la trame verte et bleue règlementaire.

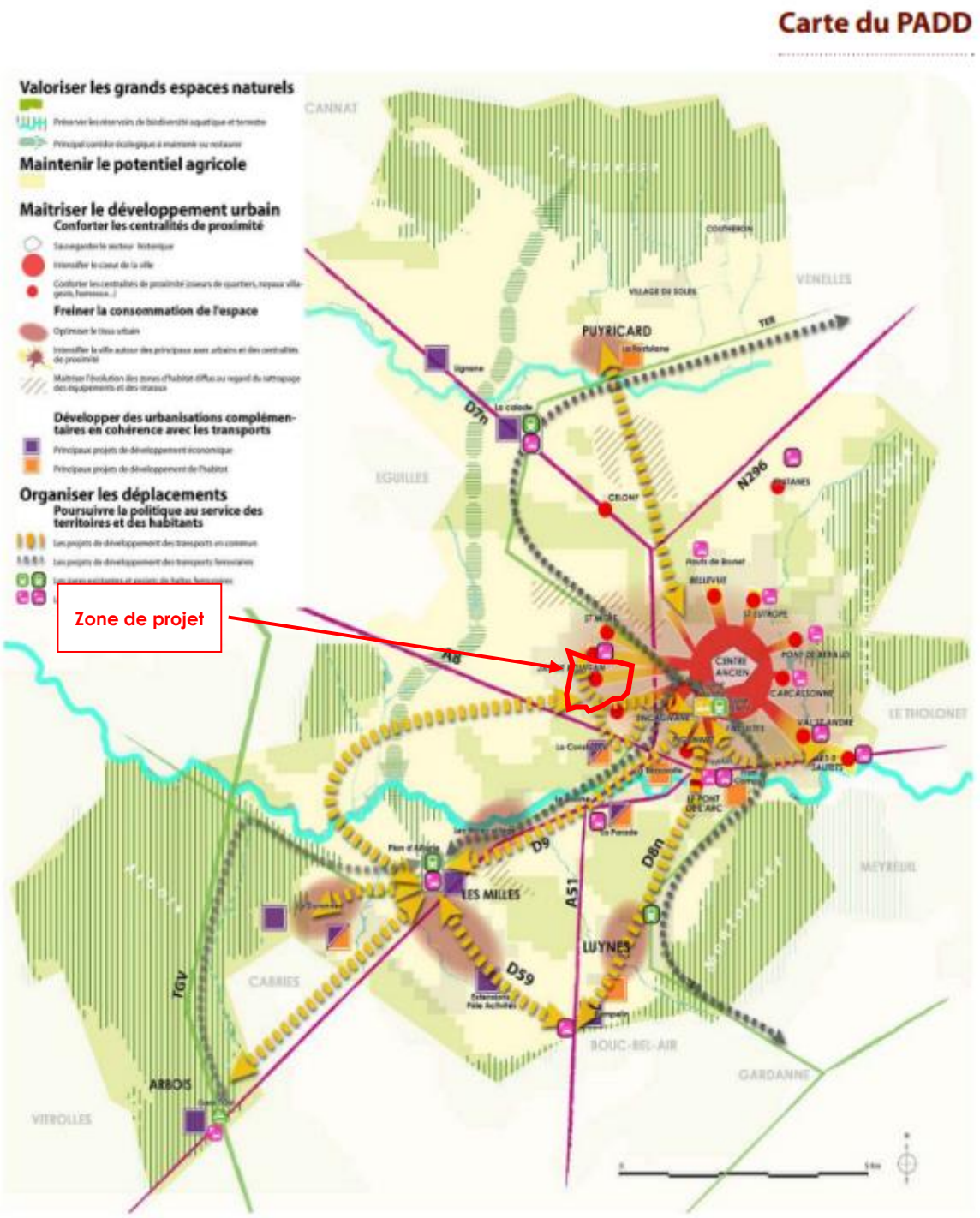
Ecotonia

Le projet d'aménagement et de développement durable de la ville d'Aix-en-Provence

Plan Local d'Urbanisme d'Aix-en-Provence

Selon le PADD de la commune, la zone de projet est située dans un axe de développement du territoire évitant **les espaces naturels, les réservoirs et corridors à valoriser de la trame verte et bleue communale ou régionale règlementaire.**

Figure 2 : PADD PLU Aix-en-Provence



4.3 Synthèse

❖ *Arrêtés de protection de biotopes :*

L'aire d'étude **n'est incluse dans aucun Arrêtés de Protection de Biotope**, les plus proches sont situés entre 15 km et plus de 17.5 km. Ces arrêtés visent principalement **les biotopes de certains oiseaux** (Pipit rousseline, Grand-duc d'Europe, Bruant ortolan, Fauvette pitchou) **et quelques espèces végétales** (Hélianthème à feuilles de marum, Hélianthème à feuilles de lavande, Germandrée à allure de pin).

❖ *Réseau Natura 2000 :*

Aucune Zone Spéciale de Conservation, ni aucune Zone de Protection Spéciale ne recoupe l'aire d'étude.

La ZSC la plus proche **est « Montagne de la Sainte Victoire »** et se situe à 5 ,3 km. Elle est définie par un socle calcaire, plissé avec une alternance de boisements et maquis. Elle cite une **richesse entomofaunistique et chiroptérique.**

Deux ZPS sont à égales distance du projet **« Plateau de l'Arbois »** et **« Montagne de la Sainte Victoire »** à 6.5 km, la diversité d'habitats proposée permet l'accueil d'une large avifaune, notamment nicheuse et quelques espèces migratrices.

Les espèces présentes sur les zonages alentours, principalement l'avifaune, les chiroptères, les insectes et les reptiles, peuvent utiliser l'aire de projet.

❖ *Réserve de Biosphère (UNESCO)*

L'aire d'étude se situe à 16 km au sud de l'aire d'adhésion à la réserve biosphère **« Lubéron Lure »** assez éloignée du projet, seule l'avifaune citée peut utiliser l'aire d'étude.

❖ *Parcs Naturels Régionaux (PNR)*

L'aire d'étude est située à **18, 5 km du Parc Naturel Régional du Lubéron** et à 23.5 km du Parc Naturel Régional de la Sainte-Baume. Elle est aussi à moins de 40 km des PNR Camargue et du Verdon, **l'aire d'étude est encerclée par ces vastes ensembles naturels.**

❖ *Zonages d'inventaires ZNIEFF*

Au niveau des inventaires patrimoniaux, l'aire d'étude est encerclée **par 11 Zones Naturelles d'Intérêt Faunistiques et Floristiques (ZNIEFF) formées d'habitats types « Provence calcaire ».** Aussi nous pouvons comptabiliser deux ZNIEFF de type 1 situés entre 5.7 et 8 km de l'aire de projet ainsi que neuf ZNIEFF de type 2 situés à une distance du projet variant de 2.5 km à 9.3 km.

Parmi tous ces zonages**, il est à signaler la récurrence des géophytes de type *Tulipa.sp*. Celles-ci, sont présentes sur toutes les ZNIEFF alentour parfois associées à une entomofaune spécifique à l'habitat et riche.**

❖ *Les Parties de cours d'eau abritant des frayères*

Les affluents de l'Arc sont quasiment tous des cours d'eau abritant des frayères, malgré l'état moyen de l'Arc aux abords de l'aire **d'étude il se peut que des espèces piscicoles protégées soient présentes.**

❖ *L'insertion dans les schémas territoriaux*

Dans le Schéma de Cohérence Écologique le projet n'est pas situé en zone écologique, elle n'est ni sur un corridor, ni dans un réservoir. Elle est seulement bordée en son sud par un cours d'eau, qui est un corridor hydraulique ; « l'Arc ». Cette rivière n'est pas de bonne qualité écologique au niveau du tronçon aux abords du projet.

À l'échelle plus locale de la trame verte et bleue, et après avoir ajouté les axes de communication et tracé sur photo-interprétation les boisements et alignements arborés aux abords de l'aire de projet, on remarque que le territoire est très morcelé entre axes de communication et urbanisation.

Aucun couloir de déplacement des espèces terrestres n'est établi sur le secteur qui est trop occupé par les voies autoroutières

Selon le Projet d'Aménagement et de Développement Durable de la commune, la zone de projet est située conformément dans un axe de développement du territoire. Aussi, concernant les espaces naturels, les réservoirs et corridors à valoriser ne seront pas impactés par le projet.

➢ ***Le projet est conforme aux schémas d'aménagement du territoire.***

Ecotonia

5 Méthodologie

5.1 Inventaires floristiques et faunistique

5.1.1 Habitats naturels

Premièrement, **les données existantes** concernant le site d'étude sont **synthétisées** (Formulaire standard de données de d'espaces naturels, DOCOB, cartographies, inventaires floristiques…). Des cartographies récentes ou anciennes constituent des sources d'informations utiles afin d'apprécier la dynamique des milieux, de réaliser un pré-zonage des habitats, de prévoir les zones à prospecter et de déterminer au mieux la future zone d'étude :

- Fonds cartographique IGN (SCAN 25, orthophoto…) données IGN, Google-Earth, Géoportail ;
- Cartes de végétation locales et cartes des peuplements forestiers (IFN, ONF, etc.…) ;
- Données collectées par les acteurs locaux (associations naturalistes, scientifiques, collectivités, gestionnaires, remises par l'adjudicateur …).

Il convient de signaler que ces différents supports peuvent manquer de précision et doivent être utilisés avec circonspection lors de la délimitation des polygones. En cas de divergence entre les différentes sources, les fonds cartographiques de l'IGN serviront de référence pour déterminer au mieux la future zone d'étude.

Ensuite, sont identifiés et cartographiés les habitats selon la **nomenclature Corine-biotope** de niveau 3, en spécifiant les habitats relevant de l'arrêté ministériel du 16 novembre 2001 (relatif à la liste des habitats et des espèces qui peuvent justifier la désignation de ZSC, Zones Spéciales de Conservation d'après la directive européenne habitats, faune, flore), ceux inscrits en liste rouge régionale et les zones humides telles que définies dans le décret n°2007-135 du 30 janvier 2007.

La **photo-interprétation** a pour objectif de réaliser un premier zonage des habitats à partir des documents cartographiques et d'une reconnaissance de terrain. À partir de ce travail préparatoire, sont déterminés la localisation et le calendrier des échantillonnages à effectuer. En effet, la période de réalisation des relevés floristiques est entreprise suivant la phénologie des espèces et habitats susceptibles d'être rencontrés.

Ensuite un **échantillonnage représentatif** est effectué de la diversité du site (les zones de transition ou de contact entre plusieurs types de communautés végétales) ce qui permet par la suite, la caractérisation des types de communautés végétales rencontrés sur la zone d'étude. La taille du relevé est plus ou moins importante en fonction de la taille de la zone homogène de la végétation mais aussi de la diversité floristique.

En effet, dans un secteur homogène, un carré de 1m² est délimité où seront listées les espèces présentes en son sein.

Puis, la surface est doublée (2m²) et la liste d'espèces nouvelles établie. Et ainsi de suite, jusqu'à ne plus trouver de nouvelles espèces. Une fois ce résultat obtenu, l'échantillonnage peut être estimé comme représentatif de la diversité du site.

Une liste floristique des espèces présentes dans le relevé est ensuite dressée pour chaque strate. Les noms des espèces végétales notées respectent la nomenclature du référentiel taxonomique du Muséum National d'Histoire Naturelle. Sur chaque relevé figurent les informations suivantes : la date, l'heure, le lieu précis (cartographie), l'auteur, la surface du relevé, les particularités stationnelles, et le recouvrement total de chaque strate.

Enfin, la **caractérisation des différents habitats naturels** est établie le plus précisément possible (exemple le plus précis : Dunes embryonnaires méditerranéennes 16.2112) en fonction de la complexité de l'habitat. On se base donc ensuite, sur l'analyse de ces échantillonnages en comparant la liste des espèces présentes et des espèces indicatrices de chaque habitat. La typologie utilisée pour la description de la végétation reprend la typologie des Cahiers d'Habitats.

Les résultats :

Une **fiche descriptive** est produite pour chaque habitat (y compris les habitats non communautaires) : type de milieu, intérêt patrimonial, photos, espèces présentes, menaces éventuelles, éléments de dynamique et d'évolution, facteur de dégradation agissant sur les communautés végétales. Cette fiche de présentation est plus détaillée pour les habitats d'intérêt communautaires ou patrimoniaux (selon l'appréciation du bureau d'étude).

Le rendu de la cartographie de végétation est à l'échelle la plus adaptée en fonction de la superficie de la zone d'étude et de la diversité des habitats.

Méthodologie de relevé des habitats naturels

5.1.2 Flore

À partir des données recueillies (bibliographie, zonages administratifs d'étude et de protection environnants, etc.), le croisement entre les espèces patrimoniales potentiellement présentes sur le site d'étude et les types d'habitats optimaux pour ces espèces permet d'effectuer un **premier zonage** sur l'orthophotoplan, par photo-interprétation. Cette première analyse a notamment pour vocation d'orienter les prospections de terrain.



In-situ, l'inventaire de la flore est orienté vers la localisation de **stations d'espèces patrimoniales** (protégées, remarquables, d'intérêt écologique, etc.).

On procède à un **échantillonnage systématique** qui consiste à multiplier les parcelles échantillonnées de manière à appréhender l'hétérogénéité du site en fonction des milieux présents et de disposer d'une bonne représentativité du cortège floristique, dans les différentes situations écologiques.

Pour chaque station échantillonnée, l'inventaire consiste à établir la **liste précise de l'ensemble des taxons observés** (espèces patrimoniales et non patrimoniales). Une liste du cortège floristique est ainsi établie pour chacun des différents types de milieux. La surface des relevés est définie par la notion d'aire minimale : lorsqu'en doublant la surface prospectée, aucune nouvelle espèce n'apparait, il est jugé que la liste floristique notée dans la placette prospectée

est représentative de l'habitat étudié. Il est ainsi possible d'obtenir une image assez précise de la composition floristique d'un habitat (ou d'une végétation), qui se rapproche de l'exhaustivité.

Les listes d'espèces relevées sont confrontées aux **listes d'espèces remarquables, protégées ou menacées**. En cas de présence d'une espèce remarquable dans les relevés, nous approfondissons les investigations de manière à pondérer les enjeux par rapport au contexte local (taille des populations, typicité et fonctionnalité des habitats d'espèce, etc.). Ainsi, pour chaque station identifiée, sont précisées entre autres **:** la localisation précise (points GPS et cartographie), les conditions stationnelles, les limites de la station, l'estimation approximative du nombre de pieds, la taille de la population et sa densité (par rapport à une surface donnée, généralement en nombre d'individus par m²), les menaces directes et indirectes pesant sur la conservation de la station et de la population d'espèce, etc.

5.1.3 Amphibiens

L'inventaire batrachologique se déroule en **deux phases** :

Repérage des zones humides : À partir des outils SIG et des informations obtenues auprès des acteurs de terrains et naturalistes ; le réseau hydrographique (ruisseaux, sources, marais, mares, topographie, habitat, etc.) et les différents accès possibles seront définis. Ce travail préalable est nécessaire afin d'identifier les sites favorables aux amphibiens.

Prospections de terrain : L'inventaire des amphibiens s'effectue principalement par des prospections nocturnes en période de reproduction. En effet, lors de la reproduction une identification auditive est possible grâce à la présence des mâles chanteurs sur les sites de reproduction. Des points d'écoute sont donc effectués à proximité des sites de reproduction potentiels identifiés au préalable, ces points d'écoute consistent à se positionner en un point fixe et à noter les différents chants entendus et les individus observés. Une prospection à vue est ensuite réalisée afin d'estimer le nombre d'individus présents. Les prospections diurnes sont principalement faites afin d'identifier les milieux aquatiques favorables tels que les cours d'eau, les affluents et leurs abords, les mares temporaires, mares printanières, etc. Elles permettent également d'effectuer un suivi de la reproduction (ponte ; têtards (Anoure) et larves (Urodèle), juvéniles…).

Les prospections de terrain sont donc principalement entreprises **durant la période de reproduction** des espèces.

5.1.4 Reptiles

Les périodes de prospection s'étendent principalement entre **avril et juin** (période d'activité forte des reptiles) en fin de matinée. L'inventaire consiste à effectuer un **transect** le long des habitats favorables tels que les écotones (lisières forestières, bords de route) afin de déterminer en premier lieu les lézards et les serpents héliophiles. Lors du transect toutes les espèces, les individus et le sexe de ces derniers sont notés.

Des inventaires complémentaires peuvent également être réalisés avec la mise en place de **caches artificielles** au niveau des habitats favorables. Un transect sera donc effectué le long de ces caches avec des relevés à vue (sans arrêt) des espèces, individus et du sexe si possible lors du trajet aller. Sur le trajet retour, les plaques sont relevées afin d'identifier les reptiles qui s'y sont réfugiés.

5.1.5 Mammifères terrestres

Les récoltes de données concernant les mammifères, sont effectuées à partir des **observations directes** d'animaux et de recherche d'indices de présence d'une espèce (excréments, relief de repas, marquage de territoires…).

Lors des prospections réalisées sur les autres groupes, toute observation de mammifères est intégrée à notre analyse.

5.1.6 Chiroptères

L'étude chiroptérologique peut se décomposer en **deux phases** :

- En période hivernale, un passage peut être effectué pour rechercher la présence de gîtes sur le site d'étude selon les habitats en présence et identifier les terrains de chasse et routes de vol.
- Des sessions de prospection sont réalisées entre avril et octobre, préférentiellement entre juin et septembre, pour identifier les espèces ou groupes d'espèces pouvant fréquenter la zone d'étude et déterminer leur utilisation du site (transit, chasse, gîte).

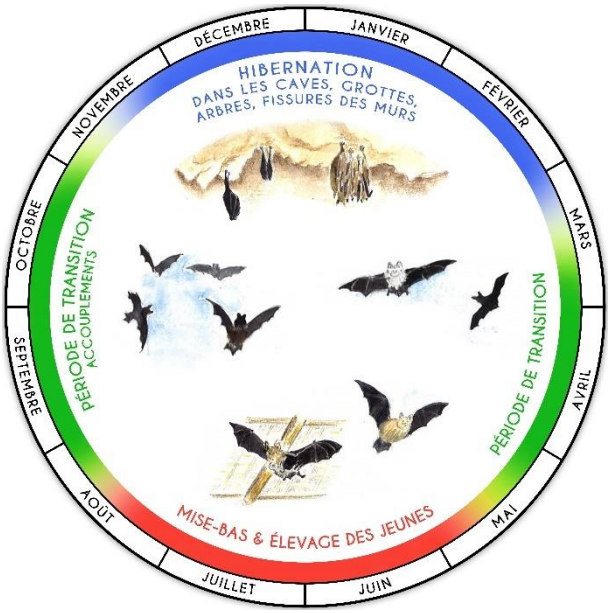
  Ils sont réalisés :

  1) en avril-mai – période printanière : transit printanier ;

  2) entre le 15 juin et le 31 juillet – période estivale : mise bas et élevage des jeunes ;

  3) entre le 15 aout et le 31 septembre – période estivale/automnale : accouplement ;

  4) en septembre-octobre : période automnale : transit automnal.



Cycle biologique des chiroptères (source LPO Touraine)

Ces prospections consistent en la reconnaissance des signaux ultrasonores des chiroptères *via* :

1- Un détecteur actif hétérodyne/expansion de temps D240X Pettersson couplé à un enregistreur externe Zoom h2n ;

2- Un enregistreur passif SM3bat ou SM4bat.

1- Le <u>détecteur actif D240X Pettersson</u> permet des enregistrements en direct des ultrasons émis par les chauves-souris lors de leur activité sur leurs terrains de chasse, tout en les transcrivant en cris audibles pour l'oreille. Il permet entre autres d'analyser la fréquentation du site par les chiroptères en nombre de contacts par période de temps. Sur le terrain, des transects et des points d'écoute sont réalisés sur l'ensemble de la zone d'étude, en considérant les éléments structurants des habitats (rives des cours d'eau, haies, boqueteaux, axes de déplacements naturels, lisières, chemins…). Les séances de détection commencent dès la tombée de la nuit, en positionnant les premiers points d'écoute en des sites stratégiques, présentant de fortes potentialités de gîtes pour les chiroptères. Les écoutes sont réalisées en conditions météorologiques favorables : pluviométrie journalière (24H) cumulée inférieure à 10 mm, vent faible (inférieur à 13 km/h), températures clémentes (entre 10 et 22°C). Les deux premières heures de la nuit comptabilisent généralement le plus grand nombre de contacts. En automne, le pic d'activité est atteint 1h après le coucher du soleil (Labouré *et al.*, 2018).
Les signaux ultrasonores sont comptabilisés (nombre de contacts par heure) et enregistrés pour une analyse des spectrogrammes sur ordinateur.



Cette méthode est particulièrement utilisée lors de la recherche de corridor de vol, des secteurs particuliers de chasse ou pour réaliser des comptages de colonie en sortie de gite.

2- Les <u>enregistreurs passifs SM3bat (ou SM4bat)</u> consistent en des écoutes automatiques, permettant de renforcer la pression d'observation sur le terrain en couvrant une plus large plage horaire et en multipliant les nuits d'écoutes. Ces appareils sont installés plusieurs nuits consécutives (au moins 5, de préférence en hauteur, dans des zones présentant un passage important de chauve-souris (lisières et chemins forestiers, zones humides…). Le passage d'individus déclenche automatiquement l'appareil. Une analyse des données est ensuite effectuée à l'aide du logiciel SonoChiro®. Les espèces déterminées à l'aide de l'analyse informatique sont ensuite discriminées à l'aide de l'article de Michel Jay de 2018 sur l'identification acoustique automatique des chiroptères européens[1].



<u>Recherche de gîtes :</u>

Les gîtes favorables aux chiroptères sont également recherchés sur le site d'étude et ses environs immédiats.

Il existe différents types de <u>gîtes selon la saison</u> :

[1] Jay, M. 2018. Identification acoustique automatique des chiroptères européens. Quelle efficacité du logiciel SonoChiro® ? *Plume de Naturalistes 2* : 99-118.

- **Les gîtes d'hibernation :** à l'approche de l'hiver, les chauves-souris entrent en hibernation. Elles s'installent alors dans un gîte devant remplir certaines conditions, à savoir une température ambiante comprise entre 0° et 11°C, une hygrométrie de l'aire presque saturée pour éviter la déshydratation des individus par évapotranspiration et un calme absolu pour éviter tout réveil accidentel pouvant entrainer la mort des individus ;
- **Les gîtes de mise-bas :** en été les femelles se regroupent en colonies (jusqu'à plusieurs centaines d'individus) dans des gîtes de reproduction. Elles mettent au monde un seul jeune par an. Les gîtes doivent être suffisamment chauds pour permettre un développement rapide des jeunes (température comprise entre 20 et 35 degrés Celsius), avoir une abondance alimentaire à proximité et être dans un espace calme à l'abri de tout dérangement.
- **Les gîtes de repos en période estivale :** les mâles et immatures se tiennent à l'écart des gîtes de reproduction. Ils cohabitent en petits groupes ou restent isolés, utilisant des gîtes variés tels les combles, les constructions, les fissures de rochers, les arbres cavernicoles, les loges de pics délaissées, etc.

Chaque espèce a également ses propres préférences en matière de gîte. On retrouve ainsi des gîtes de différentes natures :

- **Les gîtes « naturels » :** de nombreuses espèces utilisent comme gîtes les arbres (décollements d'écorces, fissures, cavités), les milieux souterrains naturels ou les milieux rupestres (grottes, fentes de rochers…) ;

Arbre à propriétés cavernicoles



- **Les gîtes souterrains artificiels :** les nombreux souterrains artificiels créés dans le cadre de l'exploitation de minerais, de bancs rocheux… peuvent être utilisés en période hivernale par les chiroptères ;
- **Les gîtes anthropiques :** les chiroptères ont été amenés à coloniser les habitats anthropiques tels que les combles, les caves, les toitures, les joints de dilation des ponts, les caissons de stores électriques, les clochers d'église…
- **Les gîtes artificiels :** ce sont des constructions de type « nichoir pour oiseaux », adaptées à la biologie des chauves-souris. Ces gîtes artificiels peuvent être utilisés dans le cadre d'études scientifiques en milieu forestier par exemple.

Identification des terrains de chasse et des routes de vol :

Les prospections de terrain s'attachent également à identifier les éléments du paysage potentiellement favorables à la présence ou au passage des chiroptères : les forêts matures, les grandes haies et les petits champs, la présence d'étendues d'eau et de cours d'eau (rivières, canaux, lacs, mares, réservoirs, marécages, étangs) …

- **Terrains de chasse :** Les chauves-souris européennes sont insectivores. Elles vont pour la majorité quitter leur gîte à la tombée de la nuit pour se nourrir. Les territoires de chasse ne sont pas les mêmes suivant les espèces et les périodes de l'année. Certaines espèces ubiquistes chassent aussi bien en forêt qu'en milieu urbain (notamment au niveau des lampadaires), alors que d'autres espèces sont inféodées uniquement à des milieux bien définis (zones humides, boisements, milieu urbain…). Chaque individu a généralement plusieurs zones de chasse. Pour certaines espèces, ces terrains doivent être reliés au gîte et interconnectés entre eux grâce à des corridors écologiques nettement délimités par des structures linéaires, comme des haies, des ripisylves ou des lisières.
- **Routes de vol :** les haies, les lisières forestières, les allées d'arbres… constituent des corridors très appréciés par les chiroptères. En effet, la majorité des espèces s'oriente et chasse grâce à l'écholocalisation, un système comparable au sonar qui leur permet d'évoluer dans l'obscurité la plus totale. Par ce mode de déplacement, la présence d'éléments fixes dans la trame paysagère est essentielle.

5.1.7 Insectes

Sont prospectés, dans l'ordre systématique, les groupes suivants :

- **Odonates** entre avril et novembre, optimum entre **avril** et **août**
- **Orthoptères** entre avril et septembre, optimum entre **juin** et **août**
- **Coléoptères** mars et septembre, optimum entre **mai** et **septembre**
- **Lépidoptères Hétérocères** entre avril et septembre, optimum entre **mai** et **août**
- **Lépidoptères Rhopalocères** entre mars et septembre, optimum entre **avril** et **août**

Tous les autres groupes d'invertébrés (autres groupes entomologiques et arachnides) sont également identifiés si observés. Cependant, chaque groupe taxonomique possède des exigences écologiques et des caractéristiques de prospection propres, détaillées par la suite.

Odonates

Les conditions climatiques requises sont : entre 10h et 16h, avec un vent < 30 km/h (< 50 km/h en régions venteuses) et une température > 13°C (par beau temps) et > 17°C (par mauvais temps).

Pour les odonates, la prospection s'effectue durant la progression dans le milieu, à la **vue** ou à l'aide de **jumelles**. Pour un grand nombre d'espèces, les critères permettant l'identification sont parfois difficilement observables à la vue, et les déplacements sont souvent vifs. Le **filet à papillons** est utilisé, afin d'attraper temporairement les individus le temps de l'identification.

L'inventaire des imagos peut également être complété par la **recherche d'exuvies**, qui sont des mues du stade larvaire (voire des larves, par le protocole IBGN).



Prospection au filet à papillons (Ecotonia)

Orthoptères

Les prospections ont lieu pendant les heures chaudes de la journée, de 10h à 16h, sur des parcours homogènes, avec une bonne représentation des éléments les composants.

La méthode utilisée est celle du **fauchage de la strate herbacée** au **filet fauchoir** : l'observateur « fauche » la strate herbacée à l'aide de son filet, en veillant à faucher le ras du sol et à maintenir l'ouverture du filet vers le haut (pour éviter les fuites). La vitesse de marche se fait au pas, et le filet est inspecté après chaque changement de micro-habitat, pour éviter la prédation entre plusieurs espèces ou individus.



Fauchage de la strate herbacée (Ecotonia)

La Magicienne dentelée (*Saga pedo*) est une espèce à enjeu pour laquelle une méthodologie adaptée est mise en place, du fait de son activité essentiellement nocturne et de son grand mimétisme. Elle se retrouve dans une grande variété d'habitats ouverts et ensoleillés (pelouses, garrigues et friches), la chaleur étant le facteur limitant pour cette espèce, et les prospections sont préférables durant les nuits chaudes de **fin juin** à **début septembre** (T°C > 25°C).

Malgré son activité essentiellement nocturne, l'espèce est visible de jour comme de nuit, ce qui induit deux types de prospections possibles :

- Prospections diurnes : l'observateur prospecte lentement un endroit favorable puis **revient sur ses pas** pour attraper les individus prenant la fuite au **filet fauchoir**

- Prospections nocturnes : après la tombée de la nuit, l'observateur **circule sur des routes en milieux favorables**, en voiture (au pas) ou à pieds. Deux à trois passages espacés de 5 minutes permettent d'observer les **individus traversant à la lumière**

Coléoptères

La plupart des espèces à enjeux étant **xylophages** et/ou **saproxylophages**, la prospection consiste essentiellement à **la recherche d'arbres favorables** (arbres à cavités et bois mort). Ces espèces ont généralement une activité essentiellement crépusculaire ou nocturne.

Les arbres favorables sont examinés à la jumelle (diamètre et taille), et les traces de sénescence (cavités, décollements d'écorces, orifices) sont ensuite recherchées. Si elles existent, elles sont analysées, afin de détecter des indices de présence des espèces recherchées (trous d'émergence, galeries, restes prédatés au pied de l'arbre, etc.).

Cette évaluation permet également d'établir les secteurs où les espèces peuvent s'établir, actuellement ou dans les années à venir.



Examen des arbres favorables aux jumelles (Ecotonia)

D'autre part, la **chasse à vue** ainsi que la **fauche de la strate herbacée** au filet fauchoir sont utilisées pour contacter un grand nombre d'espèces de coléoptères inféodés aux milieux ouverts et semi-ouverts.

Enfin, la technique du « **battage** » au **filet fauchoir** permet de faire chuter les insectes des arbres et arbustes dans le filet, en battant le dessous de la végétation par un mouvement énergique de bas en haut.

Certaines espèces ne pouvant pas être déterminées *in-situ*, elles sont prélevées pour une analyse postérieure en laboratoire.



Battage de la végétation à l'aide d'un filet fauchoir (Ecotonia)

Lépidoptères Hétérocères

L'inventaire des Hétérocères repose sur leur activité essentiellement nocturne, et leur attraction à la lumière). La méthode consiste à placer un drap blanc vertical et/ou un drap blanc horizontal (au sol) aux côtés d'une source lumineuse.

La prospection est réalisée du crépuscule à minuit, et durant les nuits chaudes, **en évitant les nuits de pleine lune**, laquelle diminue l'efficacité du piège.

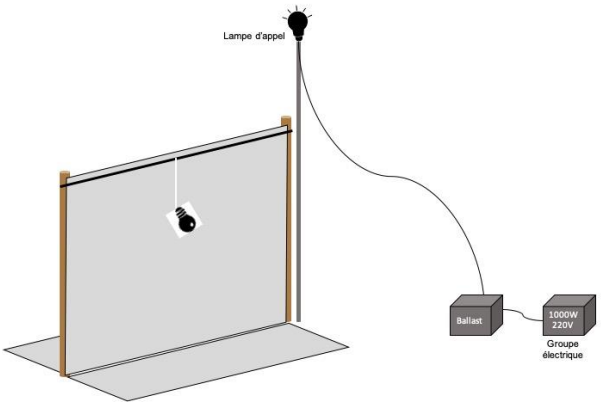


Schéma synthétique de l'installation d'un piège lumineux

Les espèces dont la détermination est délicate sont prélevées en vue d'une analyse en laboratoire. La végétation aux alentours du piège est également inspectée, car certaines espèces ne se posent pas directement sur le drap à cause de l'intensité lumineuse.





Exemples d'installations du dispositif pour une chasse nocturne (Ecotonia)

Lépidoptères Rhopalocères

Les conditions climatiques requises sont : entre 10h et 16h, avec un vent < 30 km/h (< 50 km/h en régions venteuses) et une température > 13°C (par beau temps) et > 17°C (par mauvais temps).

L'inventaire se base sur plusieurs parcours prospectés à vue, sur des zones comportant un milieu ouvert herbacé homogène, composé de tous les éléments de la zone (zone arbustive ou buissonnante, zone de lisière, zone d'affleurement rocheux, etc.).

Les papillons **adultes** sont observés à la **vue** ou à l'aide de **jumelles**. Les espèces dont l'identification est plus compliquée sont capturés temporairement à l'aide d'un **filet à papillons**, le temps de la détermination.

Le cycle de vie est étroitement lié à l'environnement, et permet également d'observer différents stades de développement : l'œuf, la chenille, la chrysalide et l'imago (adulte). L'analyse des milieux caractéristiques et des plantes nourricières, avec une recherche des différents stades de développement est alors essentielle, au même titre que la prospection d'individus adultes



Prospection au filet à papillons (Ecotonia)

5.1.8 Oiseaux

Les inventaires portent notamment sur l'utilisation potentielle du site par les espèces avifaunistiques, en termes de zone de nourrissage, de chasse ou de nidification. Ils permettent de cerner par la même occasion, l'influence directe ou indirecte des zones de protection spéciale existantes aux alentours. À cet effet, un **relevé exhaustif** des espèces fréquentant le site est établi ainsi que la présence potentielle des espèces d'oiseaux appartenant à l'annexe I de la Directive Oiseaux.

Les campagnes de prospections de l'avifaune utilisent **deux méthodes complémentaires** : les prospections à vue et celles à l'écoute.

Le protocole ci-dessous est suivi pour réaliser les inventaires :

- Repérage de l'aire d'étude sur images satellites, ainsi que les différents habitats ;
- Identification sur le terrain des différents habitats pour l'avifaune ;
- Remplissage d'une fiche de terrain avec le nom de l'observateur, le lieu, la date, l'heure de début et de fin de l'inventaire, les conditions météorologiques ;
- Réalisation de l'inventaire : déplacement de l'observateur le long d'une ligne imaginaire traversant l'aire d'étude. Il ne faut pas relever les oiseaux sur les zones déjà parcourues afin de ne pas biaiser les résultats (doubles comptages), excepté s'il s'agit d'une observation remarquable non contactée précédemment. Un relevé GPS est effectué pour chaque espèce contactée ;

- Recherche et notification de tous les indices de présence d'espèces : nids, cavités, coulées de fientes, œufs cassés, indices de prédation, empreintes…
- Identification des secteurs à enjeux sur le site pour donner suite aux observations avifaunistiques (espèces remarquables, potentialités d'accueil…).

La **pression d'inventaire** et la **période de passage** varient d'une étude à l'autre selon le climat, les conditions météorologiques, la surface du site, les potentialités d'accueil…

En règle générale, deux passages sont généralement effectués pendant la période de reproduction : le premier avant le 25 avril et le second entre mai et juin. Cela permet de tenir compte notamment des espèces précoces. Un passage en automne et/ou en période hivernale permet de recueillir des données concernant les espèces migratrices et/ou hivernantes.

Deux autres méthodes standardisées peuvent également être mises en place en fonction de la superficie de l'aire d'étude, des potentialités d'accueil sur le site, de la période de réalisation des inventaires, et de la nature des données que l'on cherche à récolter : l'IPA (Indice Ponctuel d'Abondance) et l'IKA (Indice Kilométrique d'Abondance).

- La technique des IPA (Indices Ponctuels d'Abondances)

  Celle-ci se fait sur de plus grandes surfaces (> 40 ha). Un repérage des différents habitats est réalisé en amont à l'aide d'images satellites, ainsi qu'un repérage préalable sur le terrain. Cela permet de mieux sélectionner les points d'écoute. Ces derniers sont placés en fonction des habitats identifiés. Au total, 20 à 30 points d'écoute sont réalisés. Ils doivent être espacés de 300 à 400 mètres, afin d'éviter les doubles comptages. L'observateur passe 20 minutes par point d'écoute et il effectue un relevé GPS de toutes les espèces contactées (passereaux, mais également les autres espèces observées tels que les rapaces et les pics). Les indices de présence intéressants sont relevés. Les secteurs à enjeux sont ensuite identifiés.

- La technique des IKA (Indice kilométrique d'abondance)
  L'IKA se fait sur un milieu homogène, sur une unité (bien souvent le kilomètre), entre 500 et 1000 mètres. Lors de la réalisation de l'itinéraire, un arrêt doit être marqué tous les 20 mètres. Il s'agit d'une méthode itinérante pour suivre l'évolution d'un peuplement aviaire dans le temps : quand on recherche des espèces sédentaires, semi-migrateurs, hivernants, reproducteurs. Elle permet de déterminer une abondance relative des oiseaux présents dans un espace par rapport à une unité de distance, le kilomètre. L'IKA est le nombre moyen de contacts réalisés en une séance, pour une seule espèce donnée (Perdrix, Œdicnème...), pour un kilomètre de parcours.

Deux comptages doivent être réalisés en période de reproduction, le premier au début du printemps et le second fin juin-juillet.

5.1.9 Les zones humides

Les milieux naturels et semi-naturels du site d'étude ont été inventoriés selon une approche visant à cartographier les **habitats et végétations réellement exprimés**. Cette méthode se base sur l'inventaire de la flore vasculaire et la prise en compte de l'écologie des communautés végétales pour identifier les habitats.

L'identification et la cartographie des **zones humides** du site d'étude ont donc été faites en se basant sur le **caractère indicateur de la végétation**. Cette méthode permet de délimiter précisément les zones dont les conditions stationnelles sont humides et dont les communautés végétales sont typiques des zones humides (ex : Aulnaie-Frênaie marécageuse, Ceinture à Eleocharis des marais). Les surfaces des habitats et végétations humides identifiés correspondent donc aux milieux dont les conditions stationnelles et la végétation sont typiques des zones humides.



Zone dont les conditions stationnelles (argile dans le sol, etc.) présentent les conditions des milieux potentiellement humides mais dont les habitats ne sont pas typiques des zones humides (Prairie pâturée eutrophe) – on peut observer un drain qui déborde en période hivernale (Ecotonia)

5.2 Méthodologie pour la hiérarchisation des enjeux

5.2.1 Enjeux de conservation régionaux

La méthodologie utilisée pour l'évaluation des **enjeux de conservation à l'échelle régionale** des habitats et des espèces prend en compte différents critères, notamment juridiques et patrimoniaux.

Enjeux concernant les habitats naturels

La méthodologie tient compte de :

- la bonne conservation des sites classés en **APB** (Arrêtés de Protection de Biotope) à proximité, conformément aux articles R.411-15 à 17 du code de l'Environnement et à la circulaire n°90-95 du 27 juillet 1990 relative à la protection des biotopes nécessaires aux espèces vivant dans les milieux aquatiques ;
- la bonne conservation des **habitats d'intérêt communautaire** (prioritaires ou non prioritaires) inscrits sur la **Directive européenne Habitat Faune Flore** du réseau Natura 2000 ;
- le maintien de la cohérence des **ZNIEFF de type II** ;
- le maintien des **corridors écologiques**, préservation des **paysages** et de la **fonctionnalité écologique des milieux** (en évitant le morcellement des habitats, en préservant des milieux fragiles tels que les zones humides, en conservant la cohérence des unités forestières, etc.).

Enjeux concernant les espèces floristiques et faunisitiques

La méthodologie tient compte des :

- **espèces protégées au niveau régional ou national** par l'application des **articles L. 411-1 et L. 411-2 du code de l'environnement** : la destruction et le transport, entre autre, d'espèces protégées sont interdits – sauf à des fins scientifiques, dans l'intérêt de la santé et de la sécurité publiques ou pour d'autres raisons impératives d'intérêt public majeur, y compris de nature sociale ou économique, et pour des motifs qui comporteraient des conséquences bénéfiques primordiales pour l'environnement – ainsi que la destruction ou la dégradation de leurs milieux particuliers. La violation de ces interdictions est punie de 6 mois d'emprisonnement et de 9000 € d'amende. En cas de présence d'espèces protégées au droit du projet, nous devrons contacter les instances adéquates pour envisager des solutions d'intervention ;
- **espèces protégées par des conventions internationales : Convention de Bonn, Convention de Berne ;**
- **espèces protégées au niveau européen** par la **Directive Habitats, Faune, Flore** (DHFF) **et la Directive Oiseaux** (DO) (réseau Natura 2000) - La France a une responsabilité vis-à-vis de l'Europe et la destruction de ces espèces peut provoquer des contentieux ;
- **espèces inscrites sur les listes rouges nationale et régionale ;**
- **espèces évaluées dans les synthèses départementales ou régionales ;**
- **espèces déterminantes ou remarquables des listes ZNIEFF.**

Le niveau d'enjeu régional est ainsi déterminé en croisant le statut des espèces et des espaces avec leur degré de sensibilité et de vulnérabilité.

5.2.2 Enjeux de conservation sur site

Le niveau d'enjeu des habitats naturels et des espèces floristiques et faunistiques sur le site d'étude est ensuite réévalué selon des critères variables suivant les cas :

- Pour les habitats naturels : représentativité sur le site ; état de conservation de l'habitat naturel ; dynamique naturelle ; rôle dans la trame verte et bleue (corridors écologiques) …
- Pour la flore : cohérence entre les habitats caractéristiques de l'espèce et les habitats présents sur le site ; abondance de l'espèce sur l'aire d'étude…
- Pour la faune : utilisation de l'aire d'étude par l'espèce/statut biologique (reproduction avérée ou potentielle, chasse/alimentation, repos, erratisme, migration, hivernation, nidification…) ; abondance de l'espèce sur l'aire d'étude…

Le niveau d'enjeu sur le site peut ainsi être différent de l'enjeu au niveau régional. Il peut être réévalué à la hausse ou à la baisse.

5.2.3 Niveau d'enjeu

Six niveaux d'enjeux sont alors définis :

Tableau des niveaux d'enjeu (Ecotonia)

Enjeu écologique					
Très fort	**Fort**	**Modéré**	**Faible**	**Très faible**	**Négligeable**

5.3 Méthodologie pour l'analyse des impacts

En fonction de l'ensemble des habitats et espèces à enjeux locaux de conservation identifiées, et de la nature du projet (construction immobilière, défrichement, extension de carrière …), il est alors possible d'évaluer avec précision l'ampleur des **impacts du projets** sur ces compartiments biologiques.

La caractérisation de la **nature, du type et de la durée de l'impact** va permettre de définir un niveau d'impact pour chaque espèce.

5.3.1 Nature des impacts

Les **impacts** peuvent être liés à la phase de travaux de l'aménagement du projet, de l'exploitation du projet, ou bien encore de la modification à long terme des milieux après la phase d'aménagement et/ou de construction.

Les impacts peuvent être de **nature diverse**, ils sont donc à considérer par rapport aux espèces inventoriées, mais également par rapport à leurs habitats et aux corridors biologiques qui relient ces habitats.

Voici quelques exemples d'impacts possibles pour différents groupes taxonomiques :

Exemples d'impacts possibles en fonction des différents taxons (Ecotonia)

Taxons	Exemples d'impacts possibles
Flore	- Destruction d'espèces et d'habitats - Fractionnement des habitats - Développement d'espèces végétales invasives, favorisées par des travaux
Amphibiens	- Destruction de sites de reproduction ou d'hivernage - Fractionnement des habitats - Obstacle au déplacement - Destruction de spécimens lors de la phase d'hivernage
Reptiles	- Destruction des habitats - Fractionnement des habitats - Obstacle aux déplacements
Mammifères (hors Chiroptères)	- Fractionnement des habitats - Obstacle au déplacement
Chiroptères	- Dérangement lié à l'activité humaine, aux travaux - Destruction de site de reproduction ou d'hivernage - Fractionnement des habitats de chasse
Insectes	- Destruction de sites de reproduction - Fractionnement des habitats - Obstacle au déplacement - Destruction de spécimens
Oiseaux	- Dérangement lié à l'activité humaine, aux travaux en période de nidification - Destruction d'habitats - Destruction de nichées

5.3.2 Type et durée d'impacts

Les impacts seront différenciés en fonction de leur **durée** et de leur **type**. On distinguera les catégories suivantes :

Types d'impacts

- **impacts directs** : ils résultent de l'action directe de la mise en place et du fonctionnement de l'aménagement (ex : le déboisement d'une zone) ;
- **impacts indirects** : ce sont les conséquences, parfois éloignées de l'aménagement (ex : un dépôt de matériaux calcaires dans un site dont le sol est à tendance acide provoque une modification du milieu) ;
- **impacts induits** : ces impacts ne sont pas liés au projet lui-même mais à des aménagements ou phénomènes pouvant découler de ce projet (ex : pression humaine provoquée localement du fait de la création d'une infrastructure de transport…) ;

Durée des impacts

- **impacts permanents** : ils sont irréversibles (ex : une construction sur un site donné entraînera la destruction totale ou partielle d'un ou plusieurs habitats, ou d'espèces protégées) ;
- **impacts temporaires :** ils sont réversibles et liés à la phase de travaux ou à la mise en route du projet (ex : le bruit provoqué par les engins de chantier lors de la phase d'aménagement).

5.3.3 Évaluation des impacts

Une fois les impacts identifiés et caractérisés, leur importance peut être évaluée sur **une échelle** :

Tableau des niveaux d'impact (Ecotonia)

Impact écologique					
Fort	**Modéré**	**Faible**	**Très faible**	**Négligeable**	**Nul**

5.4 Méthodologie pour la proposition de mesures ERC : Eviter, Réduire et Compenser

5.4.1 Généralités

Dans le cadre de la réalisation du Volet Naturel de l'Etude d'Impact (VNEI), l'**état initial** a permis d'établir une liste exhaustive des enjeux de conservation concernant les habitats naturels, la flore et la faune. À partir de ces éléments acquis sur le terrain, et via une analyse bibliographique, il a été possible d'analyser les **sensibilités des espèces** vis-à-vis du projet et d'identifier ses **impacts bruts sur la biodiversité.**

Des **solutions** pour traiter ces effets négatifs doivent être apportées par le maître d'ouvrage d'après le **code de l'environnement** (L.122-3 et L.122-6) et le **code de l'urbanisme** (L.121-11).

Ainsi, suite à l'état initial et dans le cadre de l'élaboration d'un projet de moindre impact environnemental, une réflexion sur des **mesures d'évitement et de réduction** adaptées aux impacts identifiés est effectuée.

Dans le cas où subsisteraient des impacts résiduels significatifs, la réflexion peut alors aboutir à la proposition de **mesures compensatoires**.

5.4.2 Mesures d'atténuation

La première catégorie de mesures correspond aux **mesures d'atténuation**. Elle regroupe les mesures d'**évitement** et de **réduction**.

Les **mesures d'évitement** interviennent en amont du projet. L'environnement est pris en compte dès les premières phases de réflexion du projet.

Les **mesures de réduction** interviennent lorsque la suppression de l'impact n'est pas possible ni techniquement ni économiquement. Elles peuvent être obtenues par des mesures de précaution pendant les travaux (ex : limiter l'emprise des travaux) ou par des mesures de restauration de certaines des fonctionnalités écologiques du milieu (ex : installation de passages à faune). Ces mesures permettent l'aboutissement à des impacts négatifs résiduels qui seront par la suite compensés.

5.4.3 Mesures de compensation

La **priorité** va à l'évitement et la réduction. Cependant, si des impacts résiduels persistent, des **mesures compensatoires** doivent être mises en place.

Ces mesures s'inscrivent dans une logique d'**équivalence écologique** entre les pertes résiduelles et les gains générés par les actions de compensation. Elles reposent sur différents principes : le gain de biodiversité, la proximité, l'équivalence, l'unicité et la complémentarité, la pérennité. Il est préférable que ces mesures soient constituées **en concertation** entre le porteur de projet, le bureau d'études et la DREAL. Elles peuvent être mises en place sur le site même du projet ou, si cela n'est pas possible, sur un autre site.

Des mesures compensatoires e-situ ou in-situ sont souhaitables quand il y a un impact résiduel sur des espèces protégées.

Il existe **différents types** de mesures compensatoires :

- Des mesures techniques ;
- Des études ;
- Des mesures à caractère réglementaire.

Un **suivi de la biodiversité** sur le site est nécessaire pour évaluer l'efficacité des mesures compensatoires et si besoin rectifier les mesures de gestion.

5.4.4 Mesures d'accompagnement et de suivi

Les mesures d'accompagnement et de suivi s'ajoutent aux mesures d'atténuation et de compensation.

Les mesures d'accompagnements permettent la bonne mise en œuvre des mesures citées précédemment tandis que les **mesures de suivi** permettant d'évaluer leur efficacité.

Le **suivi écologique de** la zone d'étude est une mesure qui peut être proposée tout comme une **assistance technique** au porteur de projet lors de la phase d'étude du projet, lors de la réalisation du chantier mais également lors de la phase d'exploitation.

5.5 Expertise de terrain

5.5.1 Calendrier des inventaires

Le projet a fait l'objet de plusieurs sessions d'inventaires, entre 2013 et 2021. Les premières études faunistiques et floristiques réalisées en période favorable sur un cycle complet ont été réalisées en 2013-2014.

Des inventaires complémentaires ont été effectués en 2018, 2019, en 2021 puis en 2022.

Tableau 7 : Tableau des inventaires de terrain réalisés

Intervenants	Spécialité	Groupe taxonomique étudié	Date de visites	Amplitue horaire	Temps
Inventaires 2018-2019					
Rémy PONCET Anne-Hélène PARADIS	Botanistes	Flore, habitats naturels et pédologie	19/03/2018	8h – 16h	17°C, ensoleillé
			01/05/2018		15°C, pluvieux
Anne-Hélène PARADIS	Botaniste	Flore	03/03/2019	14h – 16h	18°C, ensoleillé
Gérard FILIPPI Hélène MAIGRE	Entomologiste Ecologue	Flore protégée	29/03/2018 06/04/2018 13/04/2018 27/04/2018	Matinées	/
Gérard FILIPPI	Entomologiste	Chiroptères (par enregistrement passif)	26/07/2018 27/07/2018 28/07/2018	20h – 03h	10-15°C, dégagé
		Entomofaune	10/07/2018	9h30 – 12h	30°C, ensoleillé
			17/03/2019	9h30 – 13h	15°C, nuageux
Benjamin VOLLOT	Ornithologue	Avifaune	08/10/2018	13h – 15h	17°C, nuageux
			13/10/2018	13h30 – 17h30	24°C, ensoleillé
			23/10/2018	11h30 – 13h30	21°C, ensoleillé
			25/10/2018	12h00 – 13h30	28°C, ensoleillé
Solène SCHNEIDER Julian DESCOUBES	Herpétologues	Herpétofaune et entomofaune	05/11/2018	9h – 12h	15°C, nuageux
			04/03/2019	11h – 16h	17°C, nuageux puis éclaircies, venté
Inventaires ciblés sur la flore protégée 2019, 2020					
Hélène MAIGRE Nina CAMOIN	Ecologues	Flore protégée	11/03/2019 18/03/2019 28/03/2019 05/04/2019 12/04/2019 19/04/2019	Matinées	/

Hélène MAIGRE Margaux JULIEN	Écologues	Flore protégée	27/03/2020 03/04/2020 10/04/2020	Matinées	/
Stéphane DELPLANQUE	Botaniste	Zones humides	05/10/2020 06/10/2020	/	/
Inventaires 2021					
Florian PATOUILLARD	Ornithologue	Avifaune	11/02/2021	8h30 - 12h30	7,5 °C, ensoleillé, vent faible
			12/02/2021	9h20 - 13h20	9°C, couvert, vent faible
			29/03/2021	8h30 – 13h15	14°C, ensoleillé
		Avifaune parcelle compensatoire	03/03/2021	8h30 – 12h00	9°C, partiellement ensoleillé, pas de vent
Gérard FILIPPI	Entomologiste	Chiroptères (par enregistrement passif)	Du 26/02/2021 au 27/03/2021	Nocturnes	/
Antoine BERTOUX Solène SCHNEIDER	Herpétologues	Herpétofaune	04/03/2021	14h15 – 17h15	12,5°C, vent très faible
				19h30 – 22h	10°C, pas de vent, légère bruine.
			24/03/2021	14h15 – 17h20	17°C, ensoleillé
Stéphane DELPLANQUE	Botaniste	Habitats naturels et flore parcelle compensatoire	08 et 09/03/2021	Journées	/
Alain COACHE	Entomologiste	Entomofaune	12/03/2021	9h -13h	13°C, nuageux
			23/03/2021	9h – 13h	15°C, partiellement ensoleillé
			30/03/2021	9h – 13h	17°C, partiellement ensoleillé
Antoine PUJOL	Ornithologue	Avifaune	08/04/2021	7h30 – 10 et 15h – 17h	8-15 °C, ciel dégagé, vent très faible
			09/04/2021		10-13°C, éclaircies, vent très faible
Inventaires 2022					
Nicolas BASTIDE	Ornithologue	Avifaune (Site et parcelles compensatoires)	17/02/2022	7h45-14h	7-21°C. Soleil, vent à 15 km/h.
			18/02/2022	7h45-12h	6-22°C. Soleil, sans vent.
			05 et 06/04 /2022	6h50-14h	7-21°C. Soleil, vent à 25 km/h
				19h-23h	Nuit claire, sans vent
			01 et 02/06/2022	5h30-11h30	15-29°C. Soleil, sans vent.

Alain COACHE Gérard FILIPPI	Entomologistes	Entomofaune	14/04/2022	10h-16h	18-25°C. Soleil, vent très faible
			19/04/2022	10h -13h	16-20°C. Soleil, vent très faible
			18/05/2022	10h-16h	24-29°C. Soleil, Sans vent
			20/05/2022	9h30 -13h	19-22°C. Soleil, vent très léger
			24/06/2022	10h-11h30	25°C. Soleil, sans vent
			28 et 29/06/2022	10h-16h	25-30°C. Soleil, vent très léger
			03 et 04/08/2022	19h-21h	26-33° Temps dégagé en nocturne
			29/08/2022	20h-22h	24-28°C Temps dégagé en nocturne
Matis MALLOCHER	Herpétologues	Herpétofaune (Site et parcelles compensatoires)	01/03/0222	16h15 – 22h00	7-13° Soleil, temps dégagé en nocturne
			02/03/2022	18h15 – 21h30	5-12° Temps dégagé en nocturne
			06/04/2022	11h00 – 15h30 et 20h15 – 22h30	5-12° Soleil, temps dégagé en nocturne
			20/04/2022	16h00 – 19h30 et 20h15 – 22h00	7-13° Soleil, temps dégagé en nocturne
			23/05/2022	10h00 – 14h30	29° Soleil, sans vent
			26/05/2022	15h00 – 18h30	28°C Couvert nuageux
			14/06/2022	20h15 – 22h00	18-23° Sans vent
			21/06/2022	11h00 – 16h30	28°C Couvert nuageux
			24/06/2022	11h00 – 16h30	34°C

					Soleil, sans vent
			27/06/2022	21h15 – 23h00	19-25° Sans vent
Brendan ECCLES	Technicien biodiversité	Chiroptères (par enregistrement passif)	Du 12/05/2022 au 19/05/2022	Nocturnes	/
			Du 23/06/2022 au 30/06/2022		
			29/08/2022		
Caroline RODRIGUEZ-SARDEING	Botaniste	Flore et habitats naturels	14/04/2022	10h00 – 16h30	12-25 °C, Soleil
			16/06/2022	10h00 – 16h30	17-32°C, Soleil
			23/06/2022	10h00 – 16h30	24-30 °C, Soleil
			20/07/2022	06h00 – 12h30	21-36 °C, Soleil
			21/07/2022	06h00 – 12h30	21-33 °C, Soleil
		Flore et habitats des parcelles compensatoires	09/05/2022	11H00 – 12h30	25°C Soleil
			11/05/2022	6h00 -12h30	11°C à 25°C Soleil Sans vent
	Ecologues, Botanistes, Étudiantes en thèse	Piquetage	04/03/2022	Matinée	/
			11/03/2022		
			18/03/2022		
			25/03/2022		
			08/04/2022		
			19/04/2022		
			22/04/2022		

Tableau 8 : Synthèse des inventaires de terrain réalisés sur la zone d'étude depuis 2013

Groupe étudié	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juill.	Aout	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
Chiroptères												
Amphibiens/reptiles												
Insectes												
Mammifères												
Oiseaux												
Habitats naturels/flore												
Zones humides												
Flore protégée												

Inventaires 2018
Inventaires 2019
Inventaires 2020
Inventaires 2021
Inventaires 2022

6 État Initial

6.1 Habitats naturels

6.1.1 Résultats de l'expertise de 2018

Les habitats naturels et semi-naturels du site ont été cartographiés et rattachés au code *CORINE biotopes*, au code *EUNIS* et au code *Cahier Habitat* pour les habitats d'intérêt communautaire [Annexe I, D.H.F.F]. Au total 132,98 hectares ont été cartographiés sous 23 postes différents. Le tableau suivant recense les types cartographiés (et leurs codes *CORINE* et *EUNIS* associés) ainsi que les surfaces afférentes en hectares.

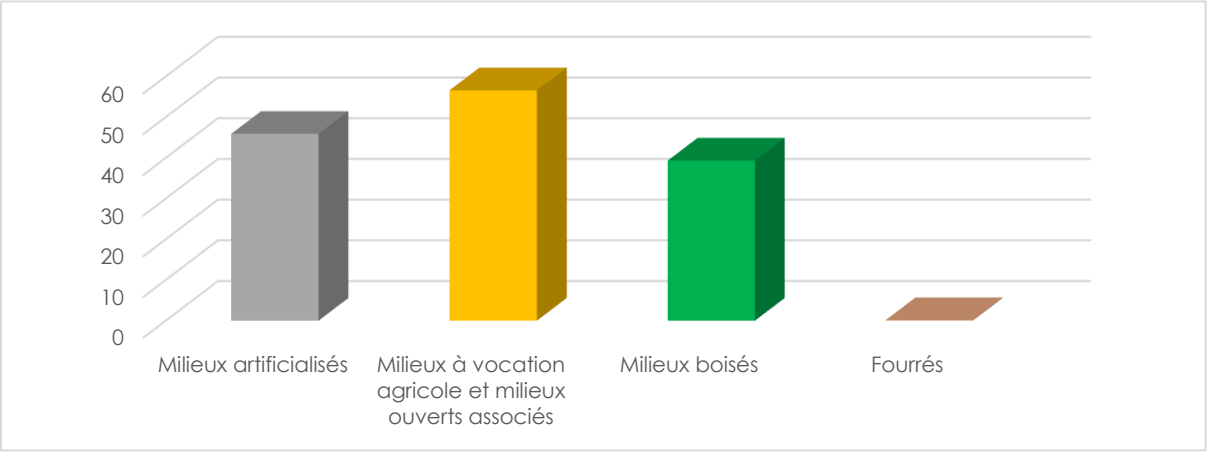
Tableau 9 : Types d'habitats cartographiés

Type d'habitat [Code CORINE, Code EUNIS, Code EUR27]	Surface en hectares (en %)
Allée d'arbres [84.1 ; G5.1]	0,55
Bâti	15,22
Camp de gens du voyage	1,34
Chênaie pubescente (*Q. pubescens*) à Rouvet blanc (*O. alba*) [41.71 ; G1.71]	5,21
Culture	2,23
Fourré de Canne de Provence (*A. donax*) [53.62 ; C3.32]	0,12
Friche [87.1 ; I1.52]	18,95
Friche et gravats [87.2 ; E5.12]	2,41
Friche post-culturale à dominante graminéenne [87 ; I1.5]	10,85
Friches et décombres [87.2 ; E5.12]	1,97
Infrastructures et voies de communication	8,99
Jardin [85.3 ; I2.2]	7,24
Oliveraie [83.11 ; G2.91]	5,53
Ourlet à Dactyle aggloméré (*D. glomerata*) et Piptathère faux Millet (*O. miliaceum*) [87.1 ; I1.5]	0,82
Pelouse de parc [85 ; I2.1]	0,51
Pinède à Pin d'Alep (*P. halepensis*) [42.84 ; G3.74]	34,13
Prairie mésotrophe [38.1 ; E2.1]	1,82
Prairie pâturée eutrophe [38.111 ; E2.11]	4,85
Sol nu	0,66
Terrain de foot	1,13
Terrain de Golf	5,89
Verger [83.15 ; G1.D4]	1,82
Vignes [83.21 ; FB.4]	0,74
Total	**132,98**

6.1.2 Typologie des habitats

Le site d'étude est occupé a parts relativement égales par trois grands types de milieux : 1) les zones artificialisées (bâti, jardins, infrastructures et voies de communication, etc.) ; 2) les zones à vocation agricole (cultures, friches, vergers, etc.) ; 3) les zones boisées (chênaies, pinèdes, etc.). On constate que les milieux à vocation agricole dominent puisqu'ils occupent près de 40 % de la superficie du site d'étude, suivis des milieux artificialisés qui occupent 32 % et des milieux boisés qui occupent près de 28 %.

Figure 3 : Occupation des surfaces du site d'étude par grands types de milieux



6.1.2.1 Milieux artificialisés

Les milieux artificialisés du site d'étude occupent 32 % de sa superficie, ce qui constitue une part importante des habitats observables. Ces derniers se déclinent en 11 postes typologiques différents :

- Allée d'arbres [84.1 ; G5.1] ;
- Bâti ; Camp de gens du voyage ;
- Friche et gravats [87.2 ; E5.12] ;
- Friches et décombres [87.2 ; E5.12] ;
- Infrastructures et voies de communication ;
- Jardin [85.3 ; I2.2] ;
- Pelouse de parc [85 ; I2.1] ;
- Sol nu ;
- Terrain de foot ;
- Terrain de golf.

D'un point de vue général, ces milieux sont très modifiés par l'intervention humaine (aménagements, affectation des surfaces, usages du site, etc.) et sont majoritairement occupées par une végétation rudérale caractéristique des **zones perturbées et indicatrice d'un mauvais état écologique**. L'ensemble des postes typologiques afférents aux infrastructures (**Bâti ; Infrastructures et voies de communication ; Terrain de foot**) ne constituent aucun intérêt au regard de la flore et des habitats qui y ont été observés.



Photographie 7 : Bâti et Infrastructures et voies de communication sur le site d'étude

Notons cependant que parmi ces postes typologiques fortement artificialisés, certains peuvent abriter des espèces à enjeux de conservation. Ainsi, sur la parcelle utilisée en parcours de golf

(photographie 60), une espèce protégée au niveau national (*Gagea villosa* (M. Bieb.) Sweet) a été observée le long de la route près de la bordure est du golf.

La quasi-totalité de la surface du golf est très artificialisée et ne constitue pas un enjeu de conservation. Notons cependant qu'une espèce végétale patrimoniale bénéficiant d'un statut de protection a été observée sur le parcours, près de la bordure est du site : *Gagea villosa (*M. Bieb.) Sweet.



Photographie 8 : Terrain de golf sur le site d'étude

Une petite zone humide artificielle a été aménagée sur le golf, et bien qu'elle ne constitue pas un enjeu fort de conservation au regard de la flore et des végétations, elle participe de la trame bleue à l'échelle du site de la Constance et du golf et constitue un milieu de vie potentiellement favorable à la présence de certaines espèces animales (insectes, amphibiens, etc.).

De plus, certains habitats artificialisés tels que : **Allée d'arbres [84.1 ; G5.1], Jardin [85.3 ; I2.2] et Pelouse de parc [85 ; I2.1]** peuvent constituer des zones assez bien préservées selon la gestion qui en est faite et être des **éléments fonctionnels de la trame verte**.



Photographie 9 : Mare artificielle dans le golf

Enfin, les habitats : **Camp de gens du voyage, Friche et gravats [87.2 ; E5.12], Friches et décombres [87.2 ; E5.12] et Sol nu** sont en général très dégradés et ne constituent en **aucun cas un enjeu de conservation** à l'échelle du site d'étude pour la flore et les végétations et ceci même comme éventuelle fonctionnalité de « pas-d'âne » de corridor écologique.

Les **milieux à vocation agricole et les milieux ouverts associés** constituent la trame dominante à l'échelle du site d'étude puisqu'ils **couvrent près de 40 % de sa superficie**. Ils se déclinent en neuf postes typologiques différents : Culture ; Friche [87.1 ; I1.52] ; Friche post-culturale à dominante graminéenne [87 ; I1.5] ; Ourlet à Dactyle aggloméré (*D. glomerata*) et Piptathère faux Millet (*O. miliaceum*) [87.1 ; I1.5] ; Prairie mésotrophe [38.1 ; E2.1] ; Prairie pâturée eutrophe [38.111 ; E2.11] ; Oliveraie [83.11 ; G2.91] ; Verger [83.15 ; G1.D4] ; Vignes [83.21 ; FB.4].



Photographie 10 : Friches et décombres [87.2 ; E5.12] sur le site d'étude

Ces milieux ne jouent pas tous les mêmes rôles écologiques et ne constituent pas des enjeux de conservation équivalents. Ainsi, les **zones de cultures** où la terre est retournée chaque année **ne présentent pas de valeur particulière** au regard de la flore et des végétations qui y ont été observées.



Photographie 11 : Culture sur le site d'étude

En revanche, d'autres milieux occupés par des végétations plus pérennes, ou moins rudéralisées constituent des **habitats d'espèces patrimoniales et protégées** comme :

- *Tulipa agenensis* DC. dans les **Friches [87.1 ; I1.52]** ou les **Friches post-culturales à dominante graminéenne [87 ; I1.5]**.
- *Carduus acicularis* Bertol. et la Piptathère faux Millet (*O. miliaceum*) dans les **Ourlets à Dactyle aggloméré** (*D. glomerata*) **[87.1 ; I1.5]**.

Les premiers stades de ces milieux, issus d'une certaine **déprise post-culturale**, ou d'une **gestion avec mise en jachère,** ne présentent **pas d'enjeu fort de conservation**. Cependant certaines des espèces qui y ont été observées bénéficient d'un statut de protection.

Le dernier milieu, **« Ourlets à Dactyle aggloméré », est relictuel** à l'échelle de l'aire d'étude (0,82 ha) et a été observé sur d'anciennes terrasses cultivées qui sont en voie de fermeture par abandon de gestion. Les espèces patrimoniales qui y ont été observées devraient donc à terme disparaitre au profit d'espèces d'ourlet ou de fourré. **Une gestion appropriée de ces milieux** qui abritent notamment *Carduus acicularis* permettrait de **conserver cette espèce patrimoniale protégée** et ces milieux issus d'une tradition agricole bientôt disparue.



Photographie 12 : Friche [87.1 ; I1.52] sur le site d'étude



Photographie 13 : Ourlet à Dactyle aggloméré (D. glomerata) et Piptathère faux Millet (O. miliaceum) [87.1 ; I1.5] sur le site d'étude

Parmi les grands types d'habitats qui constituent la trame agricole, les milieux prairiaux occupent une superficie réduite (environ 5 % du site d'étude) et se déclinent en deux unités typologiques selon un gradient trophique : **Prairie mésotrophe [38.1 ; E2.1] ; Prairie pâturée eutrophe [38.111 ; E2.11]**. Ces deux types de prairies principalement utilisées pour du pâturage

équin réalisé dans le cadre d'activités de loisir ne constituent pas un enjeu de conservation particulier au regard de la flore et des végétations qui y ont été observées. Notons cependant que ces prairies **participent du maintien de la trame verte herbacée** et constituent dans une certaine mesure une conservation de la ressource arable et des parcelles dans lesquelles le sol est assez bien retenu par le système racinaire des plantes.



Photographie 14 : Prairie pâturée eutrophe

Enfin, le dernier élément constitutif de la trame agricole du site est composé des surfaces affectées à la production fruitière ligneuse : **Oliveraie [83.11 ; G2.91] ; Verger [83.15 ; G1.D4] ; Vignes [83.21 ; FB.4]**. Les prospections de terrain n'ont pas permis d'identifier d'enjeux de conservation particuliers concernant les parcelles concernées par ces habitats. Notons cependant que selon la gestion plus ou moins extensive qui est appliquée à ces milieux agricoles, ils **peuvent jouer des rôles écologiques notables**, notamment comme élément des trames vertes et boisées, comme zone refuge pour la faune dans les arbres cavernicoles ou comme habitat d'espèces pour la flore.

6.1.2.2 Milieux boisés



Photographie 15 : Oliveraie [83.11 ; G2.91] sur le site d'étude

Les **milieux boisés** constituent le troisième et dernier élément structurant des trames paysagères du site d'étude, ils **s'étendent sur près de 28 % de sa superficie** et se déclinent en deux postes typologiques : Chênaie pubescente (*Q. pubescens*) à Rouvet blanc (*O. alba*) [41.71 ; G1.71] ; Pinède à Pin d'Alep (*P. halepensis*) [42.84 ; G3.74 ; 9540].

La **Chênaie pubescente (*Q. pubescens*) à Rouvet blanc (*O. alba*) [41.71 ; G1.71]** s'étend sur 5,21 ha, elle couvre une superficie nettement inférieure à celle de la Pinède qui constitue dans la majorité des cas son stade pionnier. Aucun enjeu de conservation particulier n'a été relevé durant les prospections concernant la flore et les habitats des boisements de chêne, cependant ces milieux **constituent des parts fonctionnelles de la trame verte boisée et participent du maintien des fonctionnalités écosystémiques à l'échelle du paysage**. **Nous recommandons de conserver le plus de surfaces possible de ces forêts moyennement matures.**

Les surfaces occupées par des **Pinèdes à Pin d'Alep (*P. halepensis*) [42.84 ; G3.74 ; 9540]** sont bien plus fréquentes à l'échelle du site d'étude, elles couvrent 34,13 ha, il s'agit donc du poste typologique le plus largement représenté tous milieux confondus. Ces boisements pionniers

sont généralement les stades qui précèdent l'installation des chênaies et constituent donc des boisements de transition. Les inventaires réalisés n'ont pas permis d'identifier d'enjeux de conservation particuliers dans ces milieux concernant la flore et les végétations. Cependant, notons que **ces boisements sont un habitat d'intérêt communautaire participant à la trame verte boisée du site et du maintien de certaines fonctionnalités écosystémiques à l'échelle du paysage**. **Nous recommandons de les conserver autant que possible, particulièrement dans les stations où le Chêne pubescent a commencé à coloniser le sous-bois (indication d'une dynamique de maturation du massif forestier).**



Photographie 16 : Pinèdes à Pin d'Alep (P. halepensis) [42.84 ; G3.74] sur le site d'étude

6.1.3 Synthèse des enjeux sur les habitats naturels en 2018

Concernant les écosystèmes et les habitats, aucun enjeu particulier n'a été relevé lors des prospections. Les habitats apparaissent comme faibles sur la majeure partie de l'aire d'étude.

Le site d'étude est constitué, approximativement, à parts égales entre zones artificialisées, zones agricoles et zones boisées.

Notons que les milieux agricoles et boisés constituent pour certains des éléments fonctionnels constitutifs de la trame verte herbacée et boisée et abritent la présence de trois espèces protégées au niveau national et relativement localisées sur le site d'étude.

Les parcelles et/ou les habitats qui abritent ces espèces constituent localement un enjeu de conservation élevé tandis que les milieux qui les abritent, potentiellement favorables à leur expansion, sont d'enjeu modéré.

Nous recommandons de préserver autant que possible des zones boisées matures (notamment celles dominées par le Chêne pubescent) et les zones agricoles occupées par une végétation pérenne (hors cultures retournées chaque année).

L'enjeu de conservation est modéré pour ces boisements, pour les allées d'arbres et l'Ourlet à Dactyle aggloméré.

Tableau 10 : *Bio évaluation* des Habitats

Type d'habitat [Code CORINE, Code EUNIS]	Enjeux sur site	Surface en ha	Pourcentage d'occupation
Allée d'arbres [84.1 ; G5.1]	MODÉRÉ	0,55	0,4
Bâti	NÉGLIGEABLE	15,22	11,4
Camp de gens du voyage	NÉGLIGEABLE	1,34	1,0
Chênaie pubescente (*Q. pubescens*) à Rouvet blanc (*O. alba*) [41.71 ; G1.71]	MODÉRÉ	5,21	3,9
Culture	NÉGLIGEABLE	2,23	1,7
Fourré de Canne de Provence (*A. donax*) [53.62 ; C3.32]	NÉGLIGEABLE	0,12	0,1
Friche [87.1 ; I1.52]	FAIBLE	18,95	14,3
Friche et gravats [87.2 ; E5.12]	TRÈS FAIBLE	2,41	1,8
Friche post-culturale à dominante graminéenne [87 ; I1.5]	FAIBLE	10,85	8,2
Friches et décombres [87.2 ; E5.12]	NÉGLIGEABLE	1,97	1,5
Infrastructures et voies de communication	NÉGLIGEABLE	8,99	6,8
Jardin [85.3 ; I2.2]	TRÈS FAIBLE	7,24	5,4
Oliveraie [83.11 ; G2.91]	TRÈS FAIBLE	5,53	4,2
Ourlet à Dactyle aggloméré (*D. glomerata*) et Piptathère faux Millet (*O. miliaceum*) [87.1 ; I1.5]	MODÉRÉ	0,82	0,6
Pelouse de parc [85 ; I2.1]	TRÈS FAIBLE	0,51	0,4
Pinède à Pin d'Alep (*P. halepensis*) [42.84 ; G3.74]	FAIBLE	34,13	25,7
Prairie mésotrophe [38.1 ; E2.1]	FAIBLE	1,82	1,4
Prairie pâturée eutrophe [38.111 ; E2.11]	FAIBLE	4,85	3,6
Sol nu	NÉGLIGEABLE	0,66	0,5
Terrain de foot	NÉGLIGEABLE	1,13	0,8
Terrain de golf	TRÈS FAIBLE	5,89	4,4
Verger [83.15 ; G1.D4]	FAIBLE	1,82	1,4
Vignes [83.21 ; FB.4]	TRÈS FAIBLE	0,74	0,6
Total		**132,98**	**100**

Sources :

Devillers P., Devillers-Terschuren J., Ledant J.-P. & coll., 1991. CORINE biotopes manual. Habitats of the European Community. Data specifications - Part 2. EUR 12587/3 EN. European Commission, Luxembourg, 300 p. Traduction pour les types d'habitats présents en France : Bissardon M., Guibal L. & Rameau J.-C., 1997. Corine biotopes. Version originale. Types d'habitats français. ENGREF, Nancy, 217 p. Mise en table : SPN-MNHN / INPN, septembre 2015.

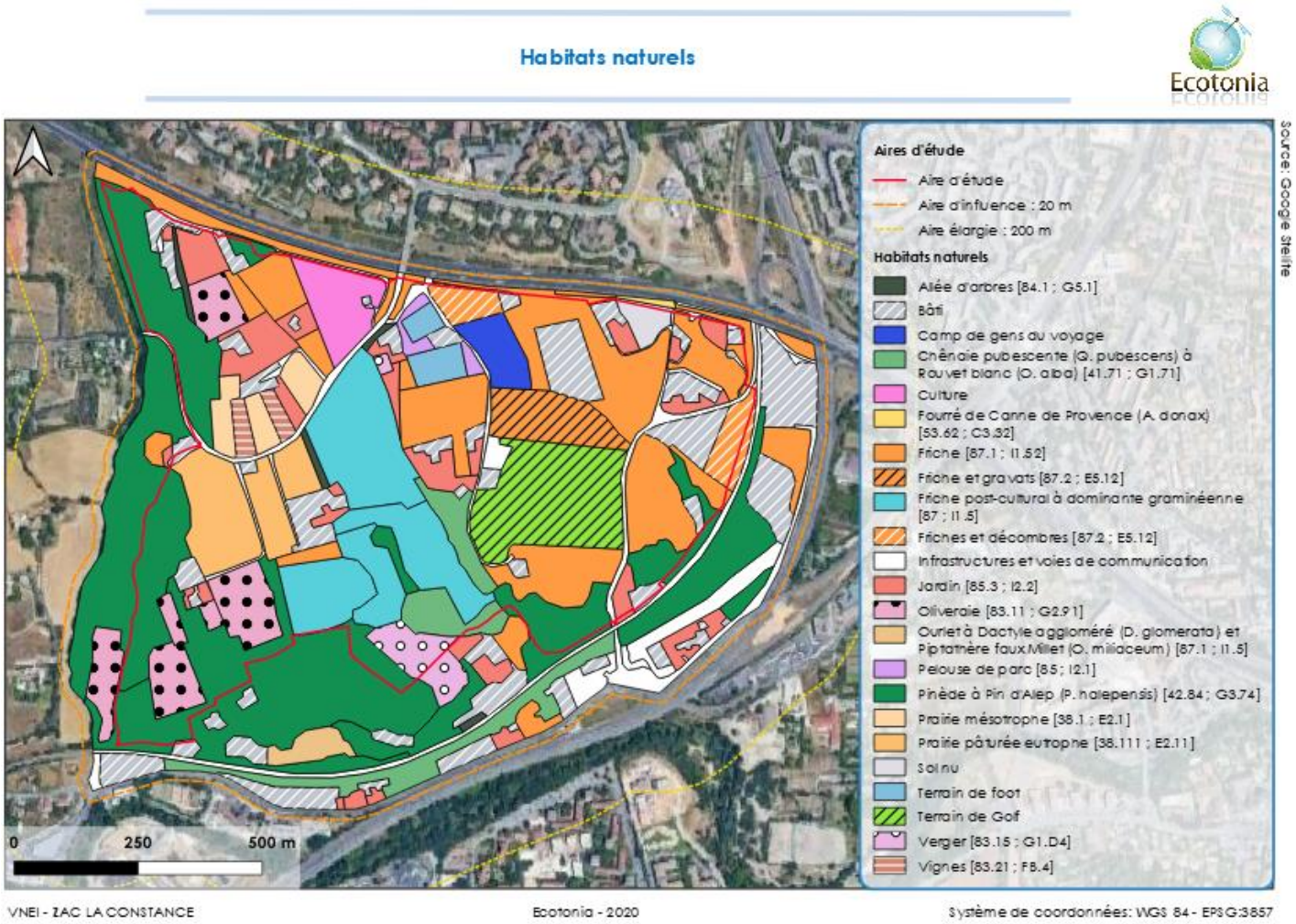
European Topic Centre on Biological Diversity, 2012. European Nature Information System (EUNIS) Database. Habitat types and Habitat classifications. ETC/BD-EEA, Paris. Traductions et statut de présence en France : SPN-MNHN et IFREMER / INPN, octobre 2016.

BENSETTITI F., RAMEAU J.-C. & CHEVALLIER H. (coord.), 2001. « Cahiers d'habitats » Natura 2000. Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire. Tome 1 - Habitats forestiers. MATE/MAP/MNHN. Éd. La Documentation française, Paris, 2 volumes : 339 p. et 423 p. + cédérom h.t.

- ALARD, D., BOTINEAU, M., BOULLET, V., CLÉMENT, B., VAN ES, J., DE FOUCAULT, B., GAMISANS, J., GAULTIER, C., GÉHU, J.-M., LACOSTE, A., LARGIER, G., LAZARE, J.-J., LOISEL, R., MÉDAIL, F., MULLER, S., PAGES, J.-P., PARADIS, G., PENIN, D., RAMEAU, J.-C., ROYER, J.-M., Cahiers d'habitats Natura 2000, Tome 4 Habitats agropastoraux. Volume 1, Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire. La documentation française, Paris, 445p + 1 cedérom h.t.

- ALARD, D., BOTINEAU, M., BOULLET, V., CLÉMENT, B., VAN ES, J., DE FOUCAULT, B., GAMISANS, J., GAULTIER, C., GÉHU, J.-M., LACOSTE, A., LARGIER, G., LAZARE, J.-J., LOISEL, R., MÉDAIL, F., MULLER, S., PAGES, J.-P., PARADIS, G., PENIN, D., RAMEAU, J.-C., ROYER, J.-M., Cahiers d'habitats Natura 2000, Tome 4 Habitats agropastoraux. Volume 2, Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire. La documentation française, Paris, 487p + 1 cedérom h.t.

6.1.4 Cartographie des habitats du site d'étude en 2018



Carte 18 : Cartographie des habitats du site d'étude en 2018

6.1.5 Résultats de l'expertise complémentaire de 2022

Les communautés végétales du site ont été cartographiées et rattachées aux codes *CORINE Biotopes* et aux codes *EUNIS*.

6.1.5.1 Typologie des habitats

Au total **132,98 ha** ont été cartographiés sous 19 postes différents.

Le tableau suivant recense les habitats qui structurent le site ainsi que leurs surfaces.

Tableau 11 - Habitats recensés sur le site d'étude

Habitats recensés dans l'aire d'étude stricte		
Habitats	**Dénomination Corine Biotope ; Code EUNIS / N2000**	**Surface (ha)**
Milieux naturels /semi-naturels		
Chênaie pubescente (*Q. pubescens*) à Rouvet blanc (*O. alba*)	**[41.71 ; G1.71]**	5,21
Pinède à Pin d'Alep (*P. halepensis*)	**[42.84 ; G3.74]**	34,13
Allée d'arbres	**[84.1 ; G5.1]**	0,55
Friche	**[87.1 ; I1.52]**	18,95 + 0.82
Friche et gravats	**[87.2 ; E5.12]**	4,38
Friche post-culturale à dominante graminéenne	**[87 ; I1.5]**	10,85
Milieux cultivés/artificiels		
Prairie mésotrophe	**[38.1 ; E2.1]**	1,82
Culture	**[82.11 ; I1.1]**	2,23 + 4,85
Jardin	**[85.3 ; I2.2]**	7,24
Oliveraie	**[83.11 ; G2.91]**	5,53
Verger	**[83.15 ; G1.D4]**	1,82
Vignes	**[83.21 ; FB.4]**	0,74
Pelouse de parc	**[85 ; I2.1]**	0,51
Fourré de Canne de Provence (*A. donax*)	**[53.62 ; C3.32]**	0,12
Milieux urbanisés		
Infrastructures et voies de communication	**-**	8,99
Sol nu	**-**	0,66
Terrain de foot	**-**	1,13
Terrain de Golf	**-**	5,89
Bâti	**-**	16,56
Total		**132.98**

- **Seuls les milieux présentant une communauté floristique sont détaillés ci-après.**

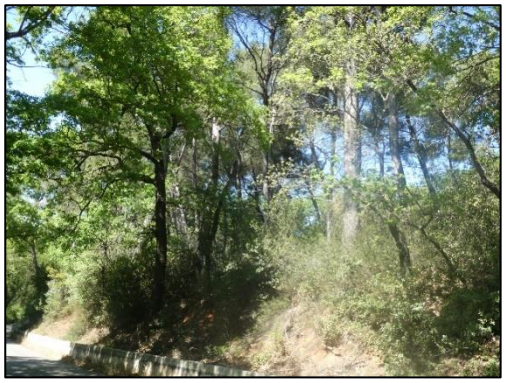
6.1.5.2 Description des habitats

Milieux naturels et semi-naturels

Chênaie pubescente

- ***Code Corine Biotope : 41.71 – Chênaies blanches occidentales et communautés apparentées***
- ***Code EUNIS : G1.71 - Chênaies à Quercus pubescens occidentales et communautés apparentées***

La Chênaie pubescente s'étend sur 5,21 ha, elle couvre une superficie nettement inférieure à celle de la Pinède qui constitue dans la majorité des cas son stade pionnier. Aucun enjeu de conservation particulier n'a été relevé.



Chênaie pubescente

(Source : C. Rodriguez-Sardeing - Ecotonia)

- **L'enjeu écologique qui lui est attribué est modéré**

Pinède à Pin d'Alep

- ***Code Corine Biotope : 42.84 – Forêts de Pin d'Alep***
- ***Code EUNIS : G3.74 - Pinèdes à Pinus halepensis***
- ***Code Natura 2000 : 9540 - Pinèdes méditerranéennes de pins mésogéens endémiques***



Pinède à Pin d'Alep

(Source : C. Rodriguez-Sardeing - Ecotonia)

Cet habitat est situé le long des bordures est et sud du site. Il couvre une superficie de 34.13ha, ce qui en fait le milieu le plus étendu de l'aire d'étude. La strate arborée comprend uniquement des pins d'Alep (*Pinus halepensis)*. Cet habitat étant encore en évolution, sa strate arbustive y est bien développée et comprend le Filaire à feuilles étroites (*Phillyrea angustifolia*), le Neprun alaterne (*Rhamnus alaternus*), le Viorne tin (*Viburnum tinus*), etc. **Bien que composés d'espèces communes, ces boisements sont un habitat d'intérêt communautaire participant à la trame verte boisée du site et au maintien de certaines fonctionnalités écosystémiques à l'échelle du paysage.**

- Au vu des différents services écosystémiques remplis et du cortège floristique de cet habitat, **l'enjeu écologique qui lui est attribué est donc faible.**

Allée d'arbres

- ***Code Corine Biotope : 84.1 – Alignements d'arbres***
- ***Code EUNIS : G5.1- Alignements d'arbres***



Alignement de Cyprès

(Source : C. Rodriguez-Sardeing - Ecotonia)

Habitat ponctuel sur le site, il est issu de plantation anthropique. Ces alignements ont pour vocation de séparer les parcelles en servant de barrières naturelles. Ils peuvent aussi servir d'ornementation aux abords des chemins et se composent de Cyprès (*Cupressus sempervirens*) et platanes (*Platanus* × *acerifolia*) essentiellement.

Ces plantations d'espèces horticoles jouent un rôle de délimitation ou ornementation. Il s'agit d'un milieu artificiel et quasi-monospécifique (seulement deux espèces sont représentées). Il ne présente pas de degré de rareté spécifique dans la région.

- **L'enjeu écologique qui est attribué à cet habitat est donc faible.**

Friches, Friche et gravat, Friche et décombre et Friche post culturale à dominante graminéenne

- ***Code Corine Biotope : 87.1 – Terrains en friche / 87.2 – Zones rudérales / 87 - Terrains en friche et terrains vagues***
- ***Code EUNIS : I1.52 - Jachères non inondées avec communautés rudérales annuelles / E5.12 - Communautés d'espèces rudérales des constructions urbaines et suburbaines récemment abandonnées / I1.5 - Friches, jachères ou terres arables récemment abandonnées***



Friche à l'abandon

(Source : C. Rodriguez-Sardeing - Ecotonia)

L'habitat de friche est celui qui présente le plus de faciès sur le site d'étude. On distingue les friches issues de l'abandon d'entretien sur les parcelles et laissant la place à des espèces rudérales. Les friches et Gravât ou décombres sont la résultante de terrains remaniés par l'activité humaine. Par le dépôt de remblais, et gravâts sur ces zones, les espèces colonisatrices ont pu se développer et envahir ces sites pourtant pollués. Enfin, les friches post culturales sont composées pour la grande majorité de graminées, espèces généralement reliquat des cultures. La végétation rudérale présente sur ces habitats est caractéristique des zones perturbées et indicatrice d'un mauvais état écologique.

- Cet habitat est commun en milieu méditerranéen. ***Les enjeux attribués à ces habitats vont de très faibles à faibles.***

Culture

- ***Code Corine Biotope : 82.11 – Grandes cultures***
- ***Code EUNIS : I1.1 - Monocultures intensives***

Située au niveau de la pointe nord de l'aire d'étude stricte, cette parcelle est ensemencée et fauchée chaque année. Elle est généralement cultivée en Blé (*Triticum sp.)* ou Folle avoine (*Avena fatua*).



Culture

(source : C. Rodriguez-Sardeing - Ecotonia)

- Cet habitat est monospécifique et anthropique. **L'enjeu écologique qui lui est attribué est donc négligeable.**

Oliveraies

- ***Code Corine Biotope : 83.11 - Oliveraies***
- ***Code EUNIS : G2.91 Oliveraies à Olea europaea***

Occupant des parcelles situées à l'ouest de la zone d'étude, ces oliveraies (*Olea europaea*) sont issues de plantations anthropiques à but d'exploitation agricole. La strate herbacée y est fortement contrainte par un fauchage régulier qui ne permet pas son développement optimal



Oliveraies

(source : C. Rodriguez-Sardeing - Ecotonia)

- Cet habitat est commun en milieu méditerranéen et issu de plantation anthropique. **L'enjeu écologique qui lui est attribué est donc très faible.**

Verger

- ***Code Corine Biotope : 83.15 - Vergers***
- ***Code EUNIS : G1.D4 Vergers d'arbres fruitiers***

D'une faible superficie, cet habitat n'est présent que sur une parcelle au sud de la zone. Il est composé essentiellement d'arbres fruitiers tels les figuiers (*Ficus carica*), pêchers (*Prunus persica*), cerisiers (*Prunus cerasus*).



Vergers

(Source : C. Rodriguez-Sardeing - Ecotonia)

- *Cet habitat est commun en milieu méditerranéen.* ***L'enjeu écologique qui lui est attribué est donc faible.***

Vignobles à l'abandon

- ***Code Corine Biotope : 83.21 - Vignobles***
- ***Code EUNIS : FB.4 - Vignobles***

Situé au nord-est de l'aire d'étude stricte, cet habitat ne représente qu'une très faible superficie. Anciennement cultivé et exploité, ce vignoble (*Vitis vinifera*) est aujourd'hui laissé à l'abandon est colonisé par des espèces prairiales dont une majorité de graminées. À noter que lors du passage de juillet, une fauche en prévention des risques incendies a été réalisée sur cette parcelle.



Vignes à l'abandon

(Source : C. Rodriguez-Sardeing - Ecotonia)

- Cet habitat est commun en milieu méditerranéen. **L'enjeu écologique qui lui est attribué est donc très faible.**

Fourré de Canne de Provence

- ***Code Corine Biotope : 53.62 – Peuplements de Cannes de Provence***
- ***Code EUNIS : C3.32 Formations à Arundo donax***

Situées généralement en bord de route, les fourrés de Canne de Provence (*Arundo donax*) forment de grands linéaires. Ils forment une véritable barrière végétale et ont été utilisés comme haies brise vent. Cette espèce fortement compétitrice s'implante très facilement sur les sols remaniés et son fort pouvoir de dispersion explique sa grande répartition. Elle est signe de milieu humide mais s'adapte aussi aux conditions plus sèches.



Sation de Cannes de Provence

(Source : C. Rodriguez-Sardeing - Ecotonia)

- Cet habitat monospécifique est représentatif du fort pouvoir colonisant d'une espèce récemment déclassée comme Espèce Exotique Envahissante. **L'enjeu écologique qui lui est attribué est donc négligeable.**

6.1.6 Synthèse 2022 des enjeux concernant les habitats

La mosaïque d'habitats observée au sein de l'aire d'étude constitue un ensemble de zones artificialisées, de zones agricoles et de zones boisées. Ces habitats présentent un enjeu allant de faible à négligeable sur la majeure partie de l'aire d'étude.

Tableau 12 - Enjeux de conservation des habitats naturels de l'aire d'étude

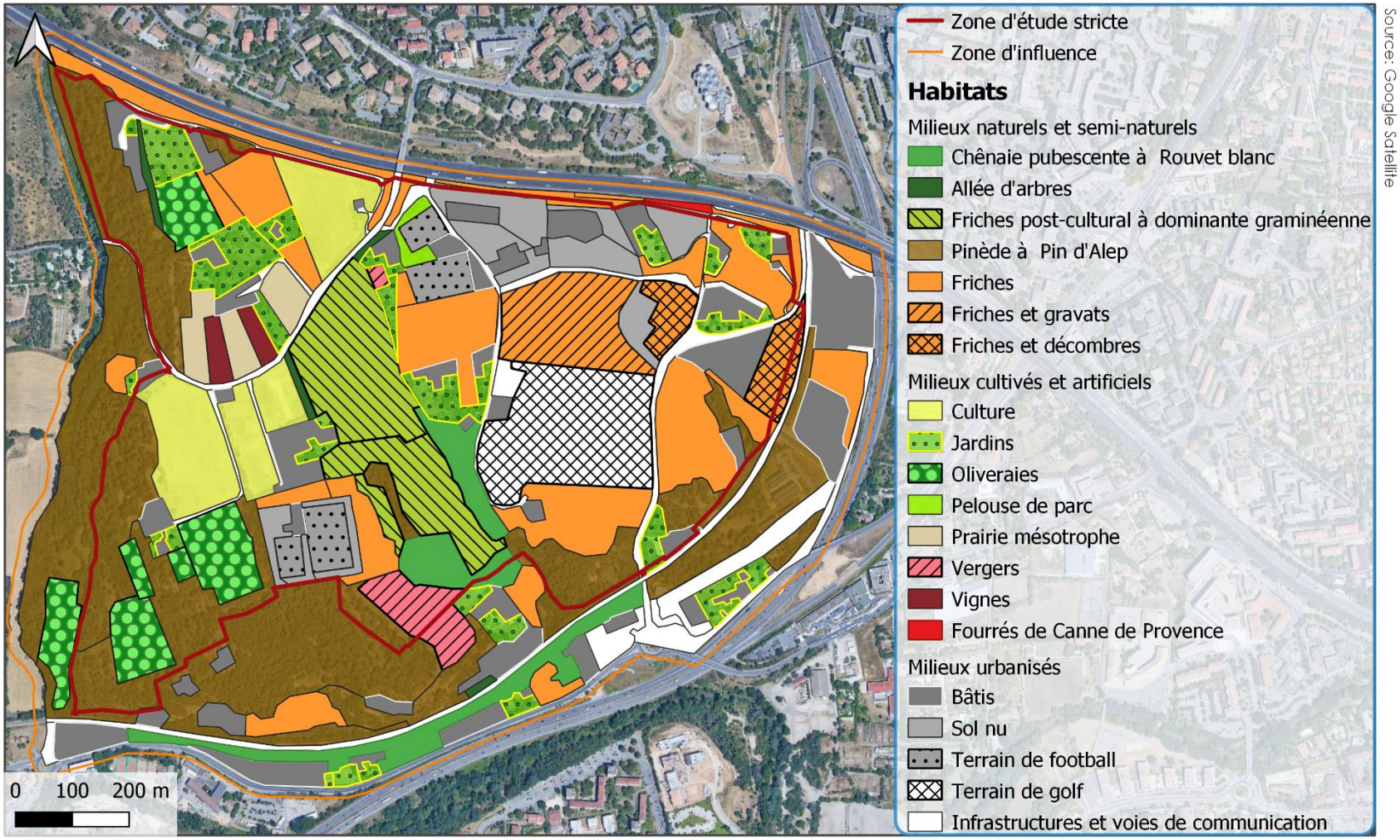
Nom de l'habitat	Code (CORINE Biotopes, EUNIS)	Code Natura 2000	Enjeu régional	Enjeu sur site
Chênaie pubescente	[41.71 ; G1.71]	-	-	MODÉRÉ
Friches	[87.1 ; I1.52]	-	-	FAIBLE
Friches post-culturale à dominante graminéenne	[87 ; I1.5]	-	-	FAIBLE
Pinède à Pin d'Alep (*P. halepensis*)	[42.84 ; G3.74]	-	-	FAIBLE
Prairies mésotrophe	[38.1 ; E2.1]	-	-	FAIBLE
Allée d'arbres	[84.1 ; G5.1]	-	-	FAIBLE
Vergers	[83.15 ; G1.D4]	-	-	FAIBLE
Vignes	[83.21 ; FB.4]	-	-	TRÈS FAIBLE
Friches et gravats	[87.2 ; E5.12]	-	-	TRÈS FAIBLE
Oliveraie	[83.11 ; G2.91]	-	-	TRÈS FAIBLE
Terrain de Golf	-	-	-	NÉGLIGEABLE
Jardin	[85.3 ; I2.2]	-	-	NÉGLIGEABLE
Pelouse de parc	[85 ; I2.1]	-	-	NÉGLIGEABLE
Infrastructures et voies de communication	-	-	-	NÉGLIGEABLE
Cultures	(82.11)	-	-	NÉGLIGEABLE
Sol nu	-	-	-	NÉGLIGEABLE
Terrain de foot	-	-	-	NÉGLIGEABLE

➢ **Les enjeux de conservation sur site concernant les habitats naturels de l'aire d'étude sont évalués à modérés.**

6.1.7 Cartographie des habitats du site d'étude en 2022

Une mise à jour des **habitats naturels et semi-naturels** observés sur l'aire d'étude a été effectuée et est présentée dans la carte suivante.

Habitats présents sur le site d'étude (2022)



Carte 19 - Cartographie des habitats recensés sur le site d'étude

6.1.8 Synthèse globale des habitats identifiés de 2018 à 2022

Les habitats identifiés sur l'aire d'étude lors des différentes phases de prospection ont montré que peu d'évolution en 4 ans d'inventaires. Quatre modifications majeures sont cependant à noter :

1) Disparition de l'Ourlet à Dactyle aggloméré et Piptathère faux

2) Disparition du camp de gens du voyage

3) Prairie eutrophe pâturée a subi une transformation en zone cultivée

4) Imperméabilisation d'une zone de friche

Tableau 13 - Enjeux de conservation des habitats naturels de l'aire d'étude

Nom de l'habitat	Code (CORINE Biotopes, EUNIS)	Code Natura 2000	Enjeu régional	Enjeu sur site
Chênaie pubescente	[41.71 ; G1.71]	-	-	MODÉRÉ
Friches	[87.1 ; I1.52]	-	-	FAIBLE
Friches post-culturale à dominante graminéenne	[87 ; I1.5]	-	-	FAIBLE
Pinède à Pin d'Alep (*P. halepensis*)	[42.84 ; G3.74]	-	-	FAIBLE
Prairies mésotrophe	[38.1 ; E2.1]	-	-	FAIBLE
Allée d'arbres	[84.1 ; G5.1]	-	-	FAIBLE
Vergers	[83.15 ; G1.D4]	-	-	FAIBLE
Vignes	[83.21 ; FB.4]	-	-	TRÈS FAIBLE
Friches et gravats	[87.2 ; E5.12]	-	-	TRÈS FAIBLE
Oliveraie	[83.11 ; G2.91]	-	-	TRÈS FAIBLE
Terrain de Golf	-	-	-	NÉGLIGEABLE
Jardin	[85.3 ; I2.2]	-	-	NÉGLIGEABLE
Pelouse de parc	[85 ; I2.1]	-	-	NÉGLIGEABLE
Infrastructures et voies de communication	-	-	-	NÉGLIGEABLE
Cultures	(82.11)	-	-	NÉGLIGEABLE
Sol nu	-	-	-	NÉGLIGEABLE
Terrain de foot	-	-	-	NÉGLIGEABLE

- **Les enjeux globaux de conservation sur site concernant les habitats naturels de l'aire d'étude sont évalués à modérés.**

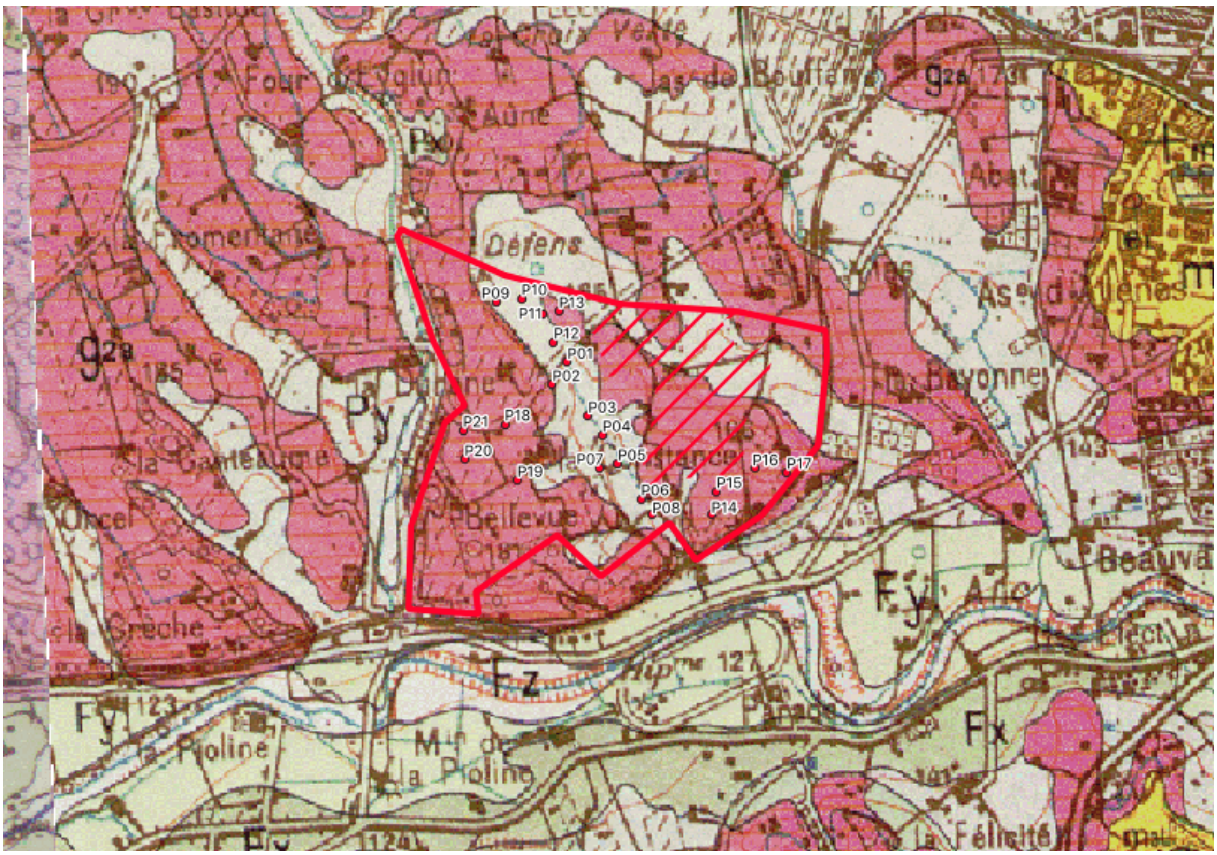
6.2 Zones humides

6.2.1 Résultats des sondages pédologiques

Vingt-et-un sondages pédologiques associés à des relevés floristiques ont été réalisés les **5 et 6 octobre 2020** sur le périmètre d'étude.

Le choix de la localisation de ces sondages résulte de :

- La présence d'habitats potentiellement humides selon la cartographie des habitats naturels établie en 2018 (Ecotonia) ;
- La géologie du site ;
- La topographie du site.



Carte 20 : Carte géologique du site d'étude (1 :3000). Sur fond rouge, une formation de l'Oligocène moyen : argiles plus ou moins sableuses. Sur fond gris : colluvions. Source : BRGM

Tableau 14 : Liste des habitats naturels, semi-naturels et artificiels cartographiés sur le site d'étude en 2018 et potentiellement humides selon la typologie officielle (arrêté du 24 juin 2008).

Type d'habitat [Code CORINE, Code EUNIS, Code EUR27]	Surface en ha	Habitat humide selon l'annexe II (table B) de l'arrêté du 24 juin 2008
Friche [87.1 ; I1.52]	18,95	Potentiel
Friche post-culturale à dominante graminéenne [87 ; I1.5]	10,85	Potentiel
Friche et gravats [87.2 ; E5.12]	2,41	Potentiel
Friches et décombres [87.2 ; E5.12]	1,97	Potentiel
Prairie pâturée eutrophe [38.111 ; E2.11]	4,85	Potentiel
Prairie mésotrophe [38.1 ; E2.1]	1,82	Potentiel
Ourlet à Dactyle aggloméré (*D. glomerata*) et Piptathère faux Millet (*O. miliaceum*) [87.1 ; I1.5]	0,82	Potentiel
Pelouse de parc [85 ; I2.1]	0,51	Potentiel
Verger [83.15 ; G1.D4]	1,82	Potentiel
Vignes [83.21 ; FB.4]	0,74	Potentiel

Ces trois critères couplés nous ont amenés à orienter prioritairement les sondages dans les secteurs les plus susceptibles d'accueillir un sol ou des végétations dites humides. À l'échelle du site d'étude, ces zones correspondent aux secteurs de **colluvionnement** (limono-argileux ; vallons ou zones basses à opposer aux argiles sableuses des plateaux et buttes) présentant une végétation de **friche (87, 87.1, 87.2)** ou de **prairie (38.1, 38.111)**.

Concernant les « Vergers, bosquets et plantations d'arbres » (code Corine Biotopes générique 83), ceux-ci sont classés comme potentiellement humides dans la règlementation officielle. Dans le cas présent, il s'agit d'oliveraies situées sur les plateaux argilo-sableux qui ne montrent aucun signe (flore) d'humidité.

Une grande partie du site d'étude, approximativement le quart nord-est, est occupé par d'anciennes friches ou prairie en cours d'urbanisation. Les zones non encore bâties sont occupées par des dépôts de gravats ne permettant ni de réaliser des sondages pédologiques ni des relevés floristiques (même si la flore est spontanée, elle ne reflète pas les caractéristiques édaphiques suite aux perturbations récentes entrainant une déstructuration des horizons du sol). Ainsi, non seulement la détermination de zones humides n'a pu s'y faire mais aussi, il est probable que durant plusieurs saisons, aucune zone humide avec ses caractéristiques propres en termes de biodiversité ne puisse s'y reconstituer.

Les sondages manuels ont été réalisés à la tarière Edelman.

Compte tenu de ces éléments, la carte en page suivante donne la localisation des relevés pédologiques réalisés les 5 et 6 octobre 2020.

Photographie 17 : Dépôts de gravats sur le site d'étude





Carte 21 : Localisation des relevés pédologiques effectués sur le site d'étude en octobre 2020

L'ensemble des résultats pour chacune des stations est présenté en Annexe I.

6.2.2 Synthèse des données

Le **tableau** suivant synthétise l'ensemble des résultats issus des sondages et relevés floristiques réalisés.

Tableau 15 : Synthèse des résultats des sondages pédologiques et des relevés floristiques

Station	Type de sol	Horizons	Profondeur du sondage (cm)	Présence d'un sol caractéristique de zones humides ?	Présence d'une flore caractéristique de zones humides ?	La station est caractéristique de zones humides ?
P01	Organosol	OL, OH, A	70	Non	Non	Non
P02	Organosol	OH	35	Sondage incomplet	Non	Non
P03	Organosol	OH	48	Non	Non	Non
P04	Organosol	OH	60	Non	Non	Non
P05	Organosol	OH	58	Non	Non	Non
P06	Organosol	OL, OH, A	78	Non	Non	Non
P07	Organosol	OH	38	Sondage incomplet	Non	Non
P08	Organosol	OL, OH, A	50	Non	Non	Non
P09	Organosol	OL, OH	65	Non	Non	Non
P10	Organosol	OH, A	43	Non	Non	Non
P11	Organosol	OH	38	Sondage incomplet	Non	Non
P12	Organosol	OH	55	Non	Non	Non
P13	Organosol	OH	40	Sondage incomplet	Non	Non
P14	Organosol	OH	50	Non	Non	Non
P15	Organosol	OH	45	Non	Non	Non
P16	Organosol	OH	50	Non	Non	Non
P17	Organosol	OH, A	75	Non	Non	Non
P18	Organosol	OH	30	Sondage incomplet	Non	Non
P19	Organosol	OH	48	Non	Non	Non
P20	Organosol	OH	45	Non	Non	Non
P21	Organosol	OH	46	Non	Non	Non

Note concernant les sondages incomplets :

Nous considérons, dans le cadre de cette étude, qu'un sondage est incomplet lorsque la profondeur du carottage n'atteint pas ou ne s'approche pas de 50 cm.

Selon l'arrêté du 24 juin 2008 modifié par l'arrêté du 1er octobre 2009, les sols caractéristiques de zones humides correspondent aux histosols (tourbes), au reductisols ou aux autres types de sols présentant :

- Des traits rédoxiques débutant à moins de 25 centimètres de profondeur se prolongeant ou s'intensifiant en profondeur,
- Des traits rédoxiques débutant à moins de **50 centimètres** de profondeur se prolongeant ou s'intensifiant en profondeur et des traits réductiques apparaissant entre 80 et 120 centimètres de profondeur.

Il apparaît donc nécessaire de réaliser des sondages ayant une profondeur d'au moins 50 centimètres afin de vérifier la présence de traits rédoxiques. Le cas échéant, ces sondages doivent être poursuivis en profondeur afin de confirmer ou d'infirmer le caractère humide du sol.

Dans notre cas, de par la présence de galets sur l'ensemble du site d'étude à une profondeur moyenne de 50 cm, les sondages n'ont jamais atteint 100 à 120 cm (profondeur recommandée), voire 50 cm dans certains cas.

Dans ces cas, la flore peut être prise en compte afin de suppléer au manque d'information issu des sondages pédologiques.

Notons que, d'après notre analyse de terrain, les sols sont homogènes sur l'ensemble du site d'étude, ne montrant pas de traces d'oxydo-réduction ni de traits réductiques.

Photographie 18 : Galet extrait à une profondeur de 38 cm et empêchant la poursuite d'un sondage pédologique. Cas fréquent sur le site d'étude.



6.2.3 Conclusion sur les zones humides

Le site d'étude est homogène d'un point de vue pédologique avec des sols organiques en surface, laissant la place plus en profondeur à un horizon sablo-argileux (toujours riche en matière organique) sur les plateaux.

Les sondages pédologiques et relevés floristiques ont été réalisés dans les secteurs potentiellement humides : ceux présentant des habitats potentiellement caractéristiques de zones humides sur colluvions ou sur argiles sableuses.

Les sondages pédologiques, associés aux relevés floristiques, ne font état d'aucune zone humide sur le site d'étude.

De plus, les milieux humides définis par l'arrêté du 24 juin 2008 tels que la ripisylve de la Thumine, se situent en dehors de l'aire d'étude et ne seront pas du tout impactés par le projet d'aménagement.

Seuls des fossés agricoles, temporairement humides, mais qui réglementairement ne constituent pas des zones humides, traversent le site d'étude.

6.3 Flore

6.3.1 Bibliographie commune

Résultats des études menées en 2013/2014 (ENDEYMIS)

Lors des premières études menées en 2013/2014 sur le site, les espèces floristiques à enjeux suivantes ont été contactées :

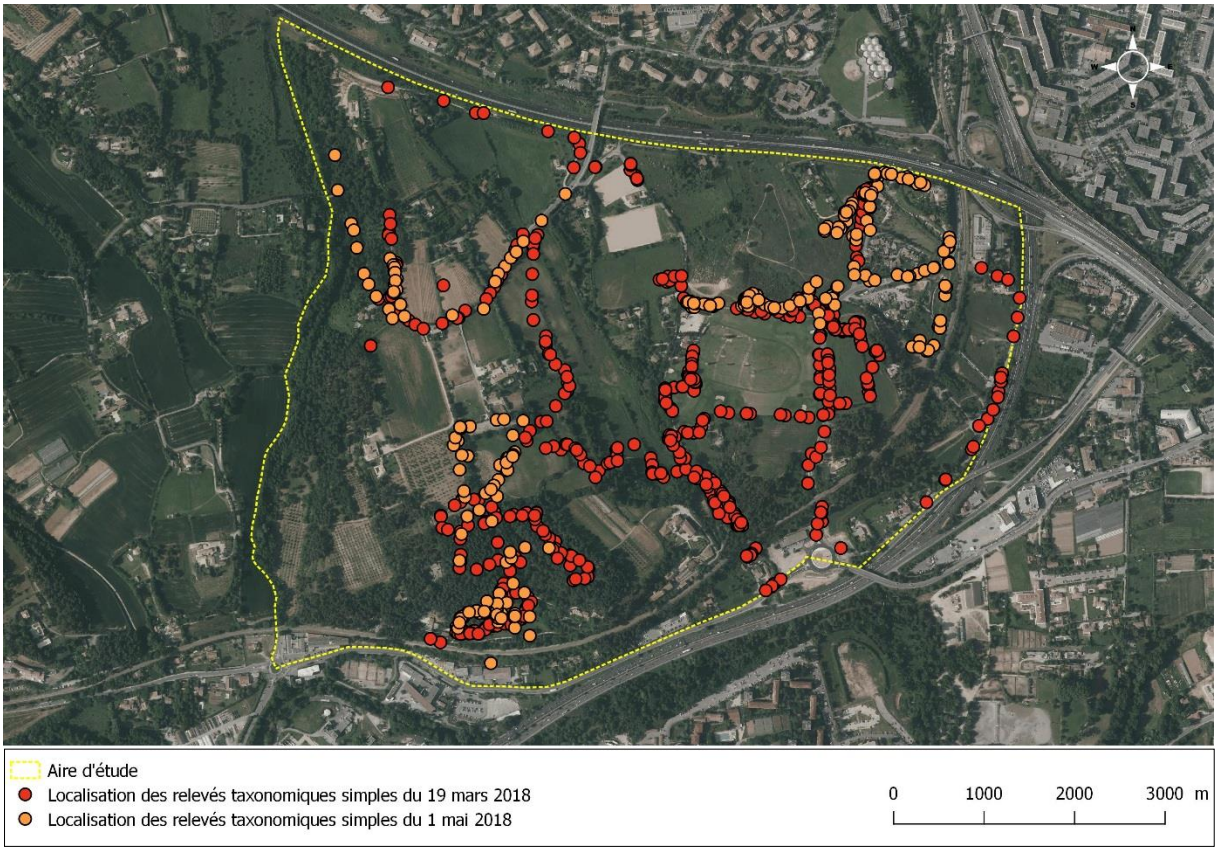
- **Mauve bisannuelle** (*Alcea biennis*). Un seul pied identifié
- **Tulipe d'Agen** (*Tulipa agenensis*). Quelques pieds observés en bordure de route

6.3.2 Résultats de l'expertise de 2018

Au total **866 relevés taxonomiques** simples ont été effectués sur le site d'étude lors des deux phases de prospections de terrain dédiées à l'inventaire de la flore et des habitats (mars et mai 2018).

Ces campagnes de relevés ont permis de recenser **216 espèces** listées en Annexe III.

La carte suivante présente la localisation des relevés.



Carte 22 : Localisation des relevés floristiques du site d'étude en 2018

6.3.3 Espèces à enjeu de conservation

Les inventaires de terrain du 19 mars 2018 et du 1 mai 2018 ont permis de recenser **trois espèces protégées** sur le site d'étude : le **Chardon à épingles** (*Carduus acicularis*), la **Gagée des champs** (*Gagea villosa)*, la **Tulipe d'Agen** (*Tulipa agenensis)*

Le statut des espèces floristiques protégées présentes sur le secteur d'étude est présentée ci-après :

Tableau 16 : Statut des espèces floristiques à enjeu de conservation présentes sur le site d'étude.

Nom scientifique	Nom vernaculaire	Protections	Dir. HFF	LR France	LR PACA	Statut ZNIEFF
Carduus acicularis	**Chardon à épingles**	PR1	-	LC	NT	DT
Gagea villosa	**Gagée des champs**	PN1	-	LC	LC	-
Tulipa agenensis	**Tulipe d'Agen**	PN1	-	NA	NA	DT

Sources :

1. Protections :

BE (Convention de Berne) : Convention relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel d'Europe (Convention de Berne) – 19.09.1979 – Conseil de l'Europe – Document officiel

PN (Protection Nationale) : Arrêté du 20 janvier 1982 fixant les listes des espèces végétales protégées sur l'ensemble du territoire – République Française – 26.09.2018 – Document officiel

PR (Protection Régionale) : Arrêté du 9 mai 1994 relatif à la liste des espèces végétales protégées en région Provence-Alpes-Côte d'Azur – République Française – 26.07.1994 – Document officiel

2. Dir. HFF :

Directive 92/43/CEE (Directive européenne dite Directive Habitats-Faune-Flore) du 21 mai 1992 concernant la conservation des habitats naturels ainsi que de la faune et de la faune sauvage – Commission Européenne – 01.01.2007 – Document officiel

3. Listes Rouges :

LR Nationale : Liste rouge des espèces menacées en France - Chapitre Flore vasculaire de France métropolitaine - UICN France, FCBN, AFB & MNHN – 2018

Liste rouge des espèces menacées en France - Chapitre Orchidées de France métropolitaine - UICN France, FCBN, SFO & MNHN – 2010

LR PACA : Liste rouge régionale de la flore vasculaire de Provence-Alpes-Côte d'Azur – CBNMED & CBNA - 2017

4. Statut ZNIEFF :

Liste des espèces de flore déterminantes en région PACA – MNHN, DREAL PACA & CEN PACA - 28/07/2016

Liste des espèces de flore remarquables en région PACA – MNHN, DREAL PACA & CEN PACA - 28/07/2016

Catégories UICN pour la Liste Rouge

EX	Espèce éteinte au niveau mondial	NT	Quasi-menacée
EW	Espèce éteinte à l'état sauvage	LC	Préoccupation mineure
RE	Disparue au niveau régional	DD	Données insuffisantes pour évaluation
CR	En danger critique	NA	Non applicable (espèce non soumise à évaluation)
EN	En danger	NE	Non évaluée
VU	Vulnérable		

- Le **Chardon à épingles** (*Carduus acicularis* Bertol.)

C'est une espèce **protégée en région** Provence-Alpes-Côte d'Azur, inscrite sur la liste rouge de la Flore vasculaire de France métropolitaine : **NT (quasi menacée)** (listée *Carduus acicularis*) et **déterminante** des inventaires ZNIEFF PACA.

La floraison de l'espèce a lieu de mai à juin, sa répartition est limitée en France puisqu'elle se limite à la Provence. C'est une espèce qu'on retrouve souvent près de champs ou dans des champs en friche. La dissémination par anémochorie (vent) lui permet d'élargir les stations, ce qui doit être pris en compte d'une année sur l'autre.



Photographie 19 : Chardon à épingles sur le site d'étude

Il est caractéristique de l'ordre *Onopordetalia illyrici subsp. illyrici* (Brullo & Marceno 1985) Julve 2005 - friches vivaces xérophiles à mésoxérophiles, méditerranéennes à euryméditerranéennes. Celui-ci appartient à la classe *Onopordetea acanthii subsp. acanthii* Braun-Blanquet 1964 em. Julve 1993 - friches vivaces xérophiles européennes). La répartition de ces syntaxons est exclusivement méditerranéenne.

Dix pieds ont été inventoriés en 2018 au sud-ouest du site, dans la zone d'Ourlet à Dactyle aggloméré (*D. glomerata*) et Piptathère faux Millet (*O. miliaceum*) bordant la pinède.

- La **Gagée des champs** *(Gagea villosa* (M.Bieb.) Sweet*)*

C'est une espèce **protégée au niveau national** et évaluée sur la liste route de la Flore vasculaire de France métropolitaine en tant que **préoccupation mineure** (LC).

C'est une espèce habituée des champs sablonneux ou pierreux, présente dans presque toute la France et en Corse. Sa période de floraison à lieu entre mars et avril. Sa dissémination est réalisée par barochorie.

C'est une plante de pleine lumière qui se développe, en région PACA, principalement en compagne des cultures (messicole). On peut l'observer également sur des talus, des lisières de champs cultivés, des friches, des prairies et plus rarement des pelouses. C'est une espèce vivace bulbeuse (géophyte) qui peut se reproduire soit par voie sexuée, soit par voie végétative. Le travail des sols pour la culture (labourage ou sarclage) favorise la division des bulbes et la floraison. Les fructifications sont également régulièrement observées pour cette espèce, contrairement aux autres espèces du genre. L'espèce peut survivre longtemps mais sans fleurir dans des biotopes non régulièrement perturbés. Le piétinement, comme ici au golf de la Constance, favoriserait également la floraison en séparant les bulbilles qui entourent le bulbe de la gagée (cette espèce est peu connue pour faire des bulbilles. Il serait intéressant d'essayer de les observer sur le site de la Constance).

Au printemps 2019, une population assez importante en taille a été observée. Un comptage des individus fleuris et non fleuris a été effectué et a permis d'identifier 51 individus dont plus d'une trentaine en fleurs (au 11 mars 2019). Cette espèce avait préalablement été observée en mars 2018 mais seulement 2 individus avaient été notés.



Carte 23 : Carte des relevés floristiques ciblés (Gagea villosa) en mars 2019

On observe sur le site d'étude une variabilité morphologique de l'espèce selon les individus : des individus très velues, d'autres moins, des feuilles caulinaires plus ou moins larges, etc. La fugacité et la variabilité de la floraison de la gagée d'une année à l'autre (dates, abondance), et la difficulté de repérer les feuilles basales de l'espèce quand il n'y a pas de fleurs, rendent les prospections difficiles et une détection assez « aléatoire » de l'espèce.

Photographie 20 : Variabilité morphologique des gagées *des champs observés* en mars 2019 sur le site d'étude



En 2020, une dizaine de pieds supplémentaires ont été relevés. Le nombre de pieds totaux piquetés est ainsi évalué à **61** en 2020. En 2022, deux pieds uniquement ont été revus.

- La **Tulipe d'Agen** (*Tulipa agenensis* DC.)

C'est une espèce **protégée au niveau national** est **déterminante** des inventaires ZNIEFF PACA. Elle est non évaluée dans les listes rouges nationales ou régionales car introduite récemment.

Photographie 21 : *Tulipa agenensis* sur le site d'étude



Ce sont des géophytes, donc des plantes à bulbes, dont la chorologie est uniquement provençale. Leur pollinisation est de type entomogame ou autogame, tandis que leur dissémination est réalisée par barochorie. De ce fait, les stations peuvent être importantes mais non étendues. La floraison a lieu de mars à mai selon la météo. Originaire d'Asie, naturalisée dans le Sud de la France, elle se rencontre dans les champs cultivés et les vergers dans le Sud-Ouest, le Languedoc et la Provence.

Les prospections effectuées au printemps 2018 ont permis de noter la présence de 107 spécimens. Les inventaires complémentaires réalisés en 2019 ont permis d'identifier la présence de 173 spécimens de Tulipes d'Agen sur l'aire d'étude dont 44 pieds avaient déjà été piquetés

en 2018. En 2020, 129 pieds ont été comptabilisés dont 68 étaient des nouveaux spécimens encore non piquetés. Au total, **328 individus** ont été piquetés au cours des trois années de suivi de l'espèce.

Les tulipes d'Agen sont localisées principalement en bordure de route et en bordure de parcelle agricole, à l'est du site. Des individus ont également été recensés sur une friche.



Carte 24 : Localisation de la Tulipe d'Agen sur le site d'étude en 2018 et 2019

6.3.4 Synthèse des enjeux floristiques

L'état du site est mauvais en général. En effet, le site a subi beaucoup d'altération du fait de son artificialisation. Seules les forêts restent encore naturelles et relativement bien conservées.

Cependant, le site présente un intérêt écologique de par la présence de **trois espèces végétales trachéophytique protégées au niveau national ou régional** : ***Carduus acicularis, Gagea villosa et Tulipa agenensis***. L'espèce *Alcea biennis*, protégée au niveau régional, observée en 2013 n'a pas été retrouvée en 2018 et 2019.

Le tableau suivant reprend ainsi les enjeux des espèces identifiées :

Tableau 17 : Tableau synthétique des enjeux floristiques sur l'aire d'étude

Nom scientifique	Nom vernaculaire	Espèce protégée	Enjeu
Carduus acicularis	**Chardon à épingles**	Oui	**FORT**
Gagea villosa	**Gagée des champs**	Oui	**FORT**
Tulipa agenensis	**Tulipe d'Agen**	Oui	**FORT**

Les stations relatives aux trois espèces protégées sont assez localisées à l'échelle du site d'étude. Les pieds de *Gagea villosa* ont été observés à l'intérieur du golf, près de sa limite est. Les spécimens de *Tulipa agenensis* sont localisés en bordure d'une parcelle agricole et sur un terrain en friche à proximité du golf. La station de *Carduus acicularis* a été observée au sud-ouest du site sur d'anciennes terrasses agricoles.

Au regard des prospections de terrain, **les enjeux concernant la flore trachéophytique** du site sont apparus comme **faibles sur la majeure partie** de la superficie du site dont une part importante est artificialisée ou occupée par des habitats sans valeur patrimoniale particulière. **Les quatre espèces floristiques protégées constituent, quant à elles, un enjeu de conservation fort.**

6.3.5 Cartographie des enjeux floristiques en 2018/2019



Carte 25 : Localisation des enjeux floristiques du site d'étude en 2018 et 2019

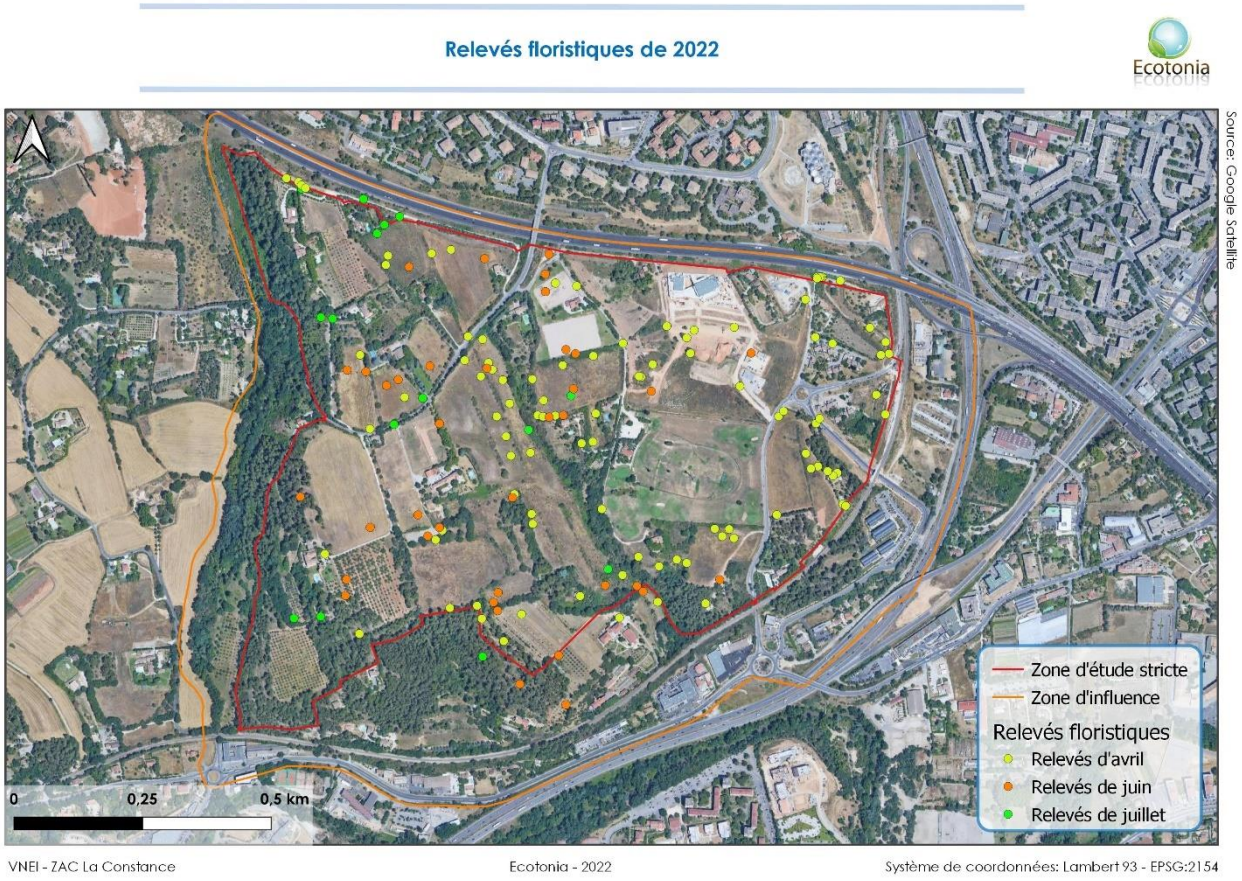
6.3.6 Résultats de l'expertise de 2022

6.3.6.1 Observations de terrain

Sept journées d'inventaires ont été allouées à l'identification de la flore sur le site d'étude. Ces inventaires ont été réalisés le 14, le 19 et le 26 avril 2022, le 16 et le 23 juin 2022 et les 20 et 21 juillet 2022 faisant l'objet de plusieurs relevés.

Au total, **99 relevés floristiques** ont donc été effectués sur le site d'étude. Leur localisation est présentée dans la cartographie ci-dessous.

Cette campagne de terrain a permis d'identifier 65 **taxons floristiques** dont **54 sont identifiés à l'espèce** présentés en Annexe 1. **3 espèces protégées** et **7 espèces exotiques envahissantes** ont été observées sur le site d'étude.



Carte 26 – localisation des relevés floristiques du site d'étude en 2022

6.3.6.2 Espèces à fort enjeu régional de conservation

Trois espèces protégées, à **enjeu de conservation fort** ont été répertoriées sur l'aire d'étude. Il s'agit de la **Tulipe sylvestre** *(Tulipa sylvestris sylvestris)*, la **Gagée des champs** (*Gagea villosa) et* la **Tulipe d'Agen** (*Tulipa agenensis)*.

Le **Chardon à épingles** (*Carduus acicularis*), contacté en 2018 en dehors de l'aire d'étude stricte n'a pas été recensé en 2022.

Tableau 18 - Tableau synthétique des espèces floristiques à fort enjeu régional de conservation sur le site

Nom scientifique	Nom vernaculaire	Protections (BE, PN, PR)	Dir. HFF	LR Nationale	LR Régionale	Statut ZNIEFF
Tulipa agenensis	**Tulipe d'Agen**	PN1	-	NA	NA	DT
Tulipa sylvestris sylvestris	**Tulipe sylvestre**	PN1	-	LC	NT	RQ
Gagea villosa	**Gagée des champs**	PN1	-	LC	LC	-

Sources :

1. Protections :
BE (Convention de Berne) : Convention relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel d'Europe (Convention de Berne) – 19.09.1979 – Conseil de l'Europe – Document officiel
PN (Protection Nationale) : Arrêté du 20 janvier 1982 fixant les listes des espèces végétales protégées sur l'ensemble du territoire – République Française – 26.09.2018 – Document officiel
PR (Protection Régionale) : Arrêté du 9 mai 1994 relatif à la liste des espèces végétales protégées en région Provence-Alpes-Côte d'Azur – République Française – 26.07.1994 – Document officiel
2. Dir. HFF (Directive Habitats Faune Flore) **:**
Directive 92/43/CEE (Directive européenne dite Directive Habitats-Faune-Flore) du 21 mai 1992 concernant la conservation des habitats naturels ainsi que de la faune et de la faune sauvage – Commission Européenne – 01.01.2007 – Document officiel
3. Listes Rouges :
LR Nationale : : Liste rouge des espèces menacées en France - Chapitre Flore vasculaire de France métropolitaine - UICN France, FCBN, AFB & MNHN – 2018
Liste rouge des espèces menacées en France - Chapitre Orchidées de France métropolitaine - UICN France, FCBN, SFO & MNHN – 2010
LR Régionale : Liste rouge régionale de la flore vasculaire de Provence-Alpes-Côte d'Azur – CBNMED & CBNA - 2016
4. Statut ZNIEFF :
Liste des espèces de flore déterminantes en région PACA – MNHN, DREAL PACA & CEN PACA - 28/07/2016
Liste des espèces de flore remarquables en région PACA – MNHN, DREAL PACA & CEN PACA - 28/07/2016

Catégories UICN pour la Liste Rouge	
EX	Espèce éteinte au niveau mondial
EW	Espèce éteinte à l'état sauvage
RE	Espèce disparue au niveau régional
CR	En danger critique
EN	En danger
VU	Vulnérable
NT	Quasi-menacée
LC	Préoccupation mineure
DD	Données insuffisantes pour évaluation
NA	Non applicable (espèce non soumise à évaluation)
NE	Non évaluée

- **La Tulipe d'Agen (*Tulipa agenensis*)**

Plantes à bulbes, dont la chorologie est uniquement provençale. Sa pollinisation est de type entomogame ou autogame, tandis que sa dissémination est réalisée par barochorie. De ce fait, les stations peuvent être importantes, mais non étendues. La floraison a lieu de mars à mai selon les conditions météorologiques. Originaire d'Asie, naturalisée dans le sud de la France, elle se rencontre dans les champs cultivés et les vergers dans le Sud-Ouest, le Languedoc et la Provence.

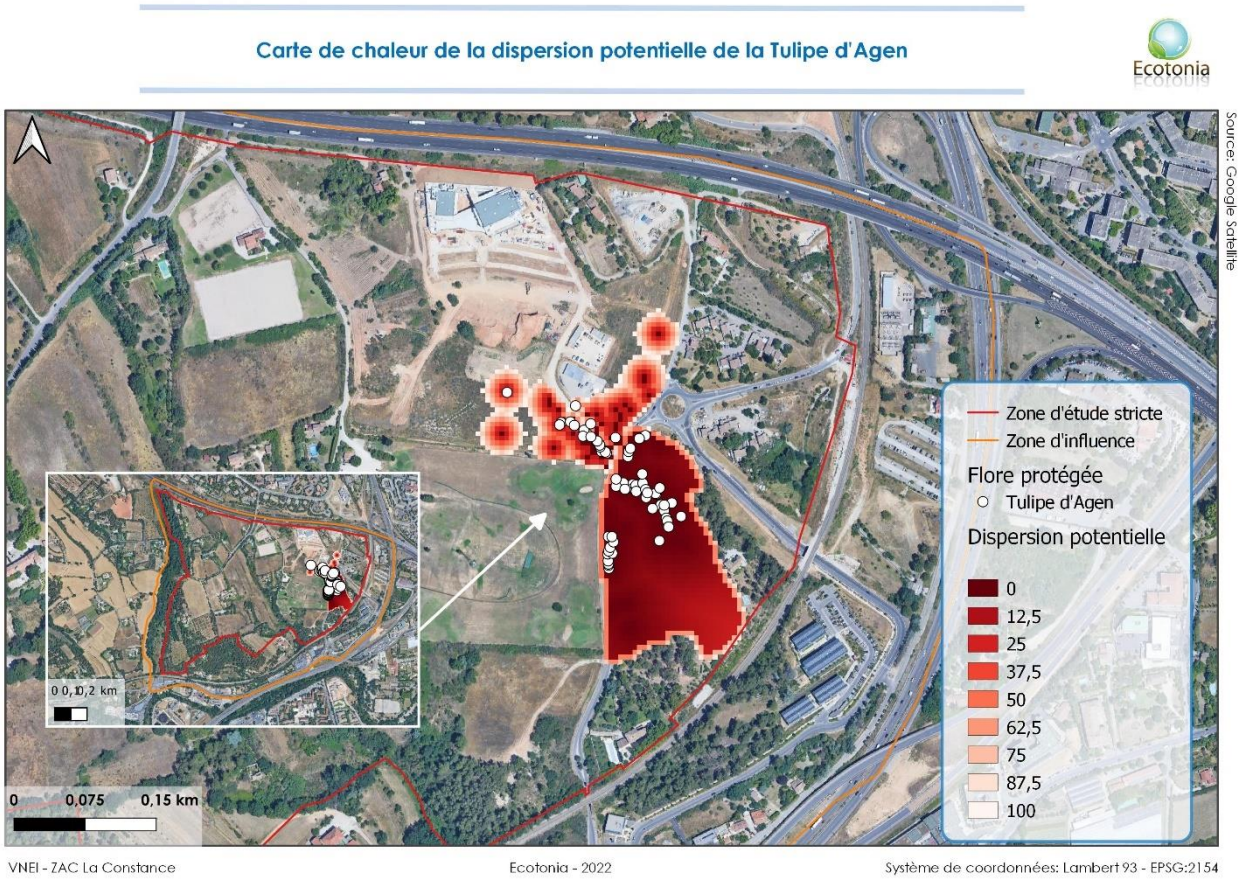


Tulipe d'Agen
(Source : Ecotonia)

- Les spécimens recensés sont principalement situés en bordure de route et au sein de friches. Au total, **328 individus** ont été piquetés au cours des trois années de suivi de l'espèce. **En 2022**, un total de **113 pieds** a été comptabilisé dont **43 pieds** nouvellement piquetés.

- Considérant que cette espèce se développe dans un habitat correspondant à son optimum écologique, son enjeu de conservation sur le site est similaire à son enjeu régional, et est évalué **à fort.**

La cartographie suivante présente la surface favorable de l'espèce cible et sa capacité à s'étendre. La méthode utilisée détaillée en Annexe 2 permet de prendre en considération les coûts cumulés de dispersion de l'espèce en fonction des habitats rencontrés (0 = Dispersion optimale ; 100 et 50 = Aucune dispersion).



Carte 27 – Cartographie de la dispersion potentielle de la Tulipe d'Agen (2022)

- **La Tulipe sylvestre (*Tulipa sylvestris* subsp. *sylvestris* L)**



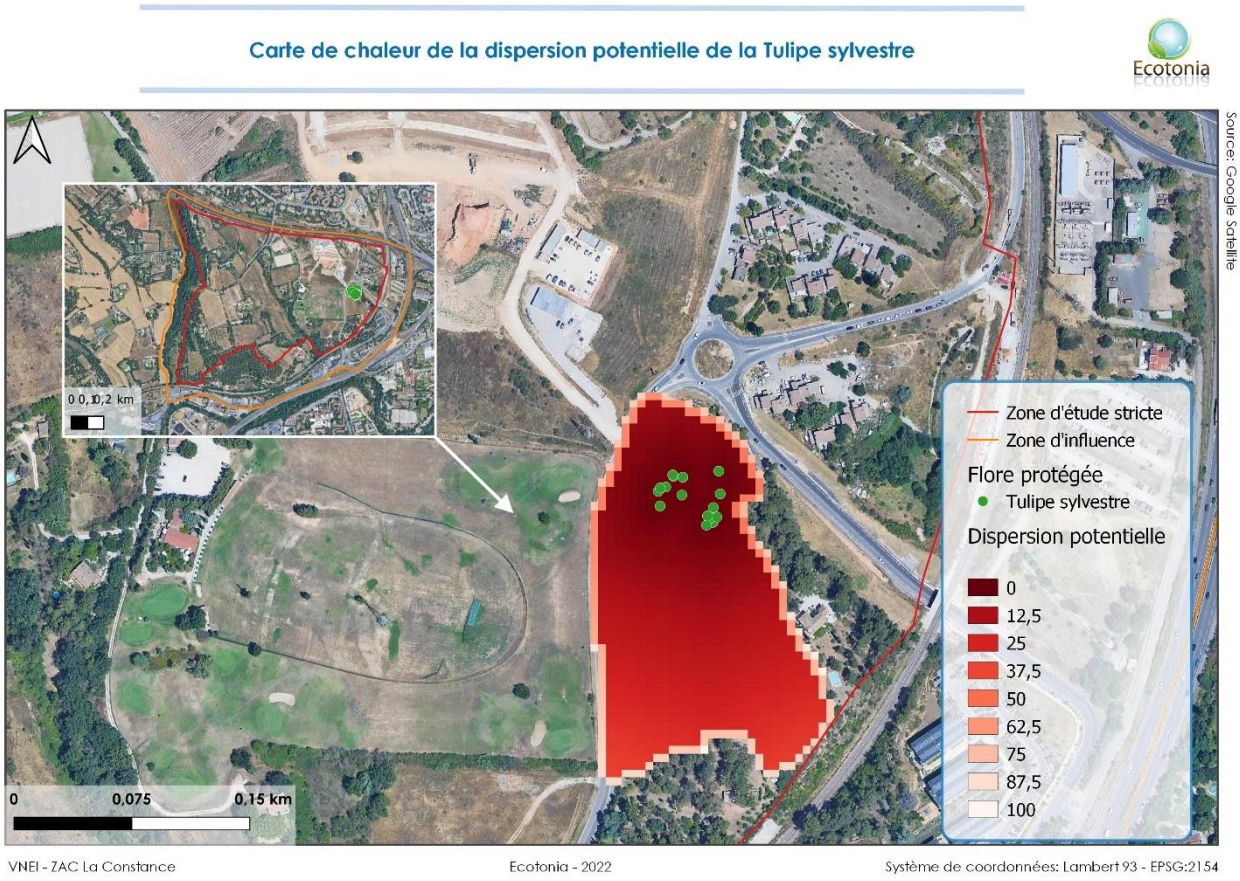
Tulipe sylvestre (Source : Ecotonia)

Espèce à bulbes européenne, présente sur la quasi-totalité du pays, dont la fleur est de couleur jaune. Elle mesure environ 12 cm de hauteur. À son extrémité elle possède une fleur solitaire de 4 cm de diamètre et 6 pétales, 3 se recourbent vers l'extérieur et 3 plus larges se recourbent vers l'intérieur. Sa floraison a lieu entre mars et mai. Cette espèce messicole, affectionne les milieux lumineux et les sols sec à texture argileuse. Elle se développe en lisière des cultures extensives, des friches ou des prairies.

- Initialement identifiée comme *Tulipa sylvestris subsp. australis*, espèce non règlementée, les inventaires complémentaires ciblés réalisés en 2022 ont permis de la discriminer comme la sous-espèce *sylvestris*. Lors des inventaires de 2022, des piquetages ont permis de comptabiliser **101 pieds** au sein d'une friche en bordure de route.

- Considérant que cette espèce se développe dans un habitat correspondant à son optimum écologique, son enjeu de conservation sur le site est similaire à son enjeu régional, et est évalué **à fort.**

La cartographie suivante présente la surface favorable de l'espèce cible et sa capacité à s'étendre. La méthode utilisée détaillée en annexe permet de prendre en considération les coûts cumulés de dispersion de l'espèce en fonction des habitats rencontrés (0 = Dispersion optimale ; 100 et 50 = Aucune dispersion).



Carte 28 - Cartographie de la dispersion potentielle de la Tulipe sylvestre (2022).

- **La Gagée des champs *(Gagea villosa)***

Espèce vivace à bulbes, dont la hauteur varie entre 5 et 15 cm. Elle est assez velue et à poils ras. L'inflorescence est une cyme courte, dont les fleurs sont jaunes et présentent un revers verdâtre. Sa floraison a lieu entre mars et avril. C'est une espèce messicole, qui se développe en lisière des cultures extensives, des friches ou des prairies et plus rarement des pelouses. L'espèce peut survivre longtemps, mais sans fleurir dans des biotopes non régulièrement perturbés.

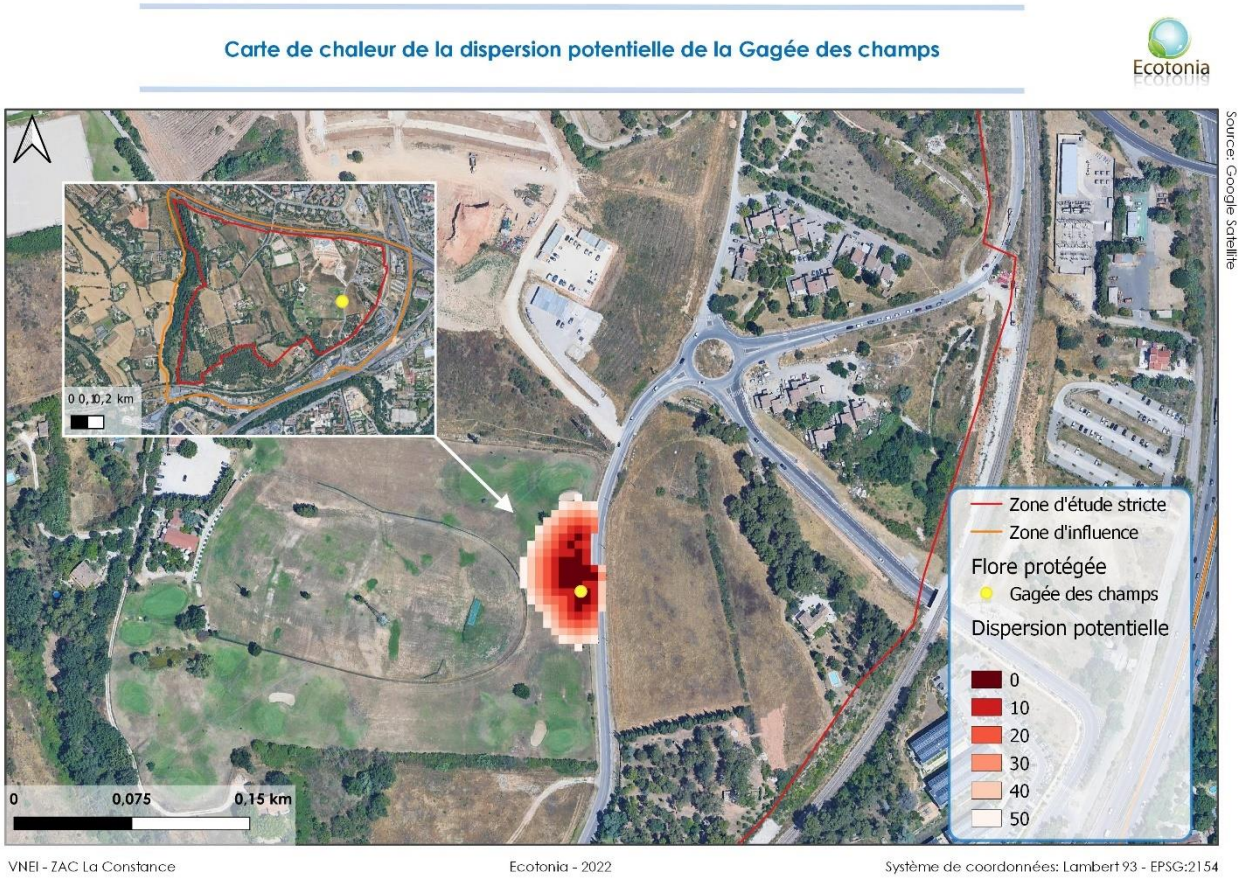


Gagée des champs (Source : Ecotonia)

- Un total de 2 pieds avait été comptabilisé en 2018 et environ 80 en 2019. En 2022, **un seul pied** a été recensé. La période sélectionnée pour le dénombrement des pieds correspond à la période de floraison de l'espèce.
- Considérant que cette espèce se développe dans un habitat correspondant à son optimum écologique, son enjeu de conservation sur le site est similaire à son enjeu régional, et est évalué **à fort.**

La cartographie suivante présente la surface favorable de l'espèce cible et sa capacité à s'étendre. La méthode utilisée détaillée en annexe permet de prendre en considération les coûts

cumulés de dispersion de l'espèce en fonction des habitats rencontrés (0 = Dispersion optimale ; 100 et 50 = Aucune dispersion).



Carte 29 - Cartographie de la dispersion potentielle de la Gagée des champs (2022).

6.3.6.3 Espèces à enjeu régional de conservation modéré

Aucune espèce à enjeu régional modéré de conservation n'a été contactée sur l'aire d'étude ou n'est potentiellement présente.

6.3.6.4 Espèces à faible enjeu régional de conservation

Une espèce à enjeu faible de conservation a été recensée lors des prospections de terrain : **l'Orchis géant** (*Himantoglossum robertianum)*.

Tableau 19 - Tableau synthétique des espèces floristiques à faible enjeu régional de conservation sur le site

Nom scientifique	Nom vernaculaire	Protections (BE, PN, PR)	Dir. HFF	LR Nationale	LR Régionale	Statut ZNIEFF
Himantoglossum robertianum	**Orchis géant**	-	-	LC	-	-

Sources :

1. Protections :
BE (Convention de Berne) : Convention relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel d'Europe (Convention de Berne) – 19.09.1979 – Conseil de l'Europe – Document officiel

Catégories UICN pour la Liste Rouge

PN (Protection Nationale) : Arrêté du 20 janvier 1982 fixant les listes des espèces végétales protégées sur l'ensemble du territoire – République Française – 26.09.2018 – Document officiel
PR (Protection Régionale) : Arrêté du 9 mai 1994 relatif à la liste des espèces végétales protégées en région Provence-Alpes-Côte d'Azur – République Française – 26.07.1994 – Document officiel
2. Dir. HFF (Directive Habitats Faune Flore) **:**
Directive 92/43/CEE (Directive européenne dite Directive Habitats-Faune-Flore) du 21 mai 1992 concernant la conservation des habitats naturels ainsi que de la faune et de la faune sauvage – Commission Européenne – 01.01.2007 – Document officiel
3. Listes Rouges :
LR Nationale : : Liste rouge des espèces menacées en France - Chapitre Flore vasculaire de France métropolitaine - UICN France, FCBN, AFB & MNHN – 2018
Liste rouge des espèces menacées en France - Chapitre Orchidées de France métropolitaine - UICN France, FCBN, SFO & MNHN – 2010
LR Régionale : Liste rouge régionale de la flore vasculaire de Provence-Alpes-Côte d'Azur – CBNMED & CBNA - 2016
4. Statut ZNIEFF :
Liste des espèces de flore déterminantes en région PACA – MNHN, DREAL PACA & CEN PACA - 28/07/2016
Liste des espèces de flore remarquables en région PACA – MNHN, DREAL PACA & CEN PACA - 28/07/2016

EX	Espèce éteinte au niveau mondial
EW	Espèce éteinte à l'état sauvage
RE	Espèce disparue au niveau régional
CR	En danger critique
EN	En danger
VU	Vulnérable
NT	Quasi-menacée
LC	Préoccupation mineure
DD	Données insuffisantes pour évaluation
NA	Non applicable (espèce non soumise à évaluation)
NE	Non évaluée

- **L'Orchis géant *(Himantoglossum robertianum)***

Cette espèce d'orchidée peut atteindre 50 cm de hauteur. Elle est robuste et présente de gros tubercules. Ses feuilles sont également imposantes, ovales et très vertes. L'inflorescence est un épi serré de fleurs roses et assez grandes. Le périanthe est en casque et le labelle, assez long, présente trois lobes plans. Les lobes latéraux sont lancéolés et le médian est plus long et à deux lobes divariqués. Sa floraison a lieu entre le mois de mars et d'avril.

Elle est très commune et colonise différents types de milieux herbeux, boisés ou littoraux.

- Sur site, l'espèce a été ponctuellement observée au niveau de la pinède au sud du site. **Une vingtaine de pieds** a été recensée.
- **L'espèce présente un enjeu sur site évalué à faible** au vu de sa présence sur le site et de son statut au niveau régional PACA.



Orchis géant sur site (Source : © C. Rodriguez-Sardeing - Ecotonia)

6.3.6.5 Espèces à enjeu régional de conservation négligeable

Sur les **65 espèces recensées** sur le site, **54 présentent un enjeu de conservation négligeable**. Deux taxons n'ont pas été identifiés à l'espèce et sept espèces exotiques et envahissantes sont présentes. Aucun enjeu écologique ne leur ait attribué.

L'ensemble de la liste de la flore recensée est présenté en Annexe 1.

6.3.6.6 Espèces Végétales Exotiques Envahissantes (EVEE)

Définition : Espèces végétales exotiques envahissantes (EVEE) : taxons naturalisés ou en voie de naturalisation sur le territoire considéré qui ont une dynamique de colonisation rapide sur ce territoire du fait de leur reproduction efficace et leur capacité à se propager rapidement.

La méthode élaborée et retenue pour la région PACA par les Conservatoires botaniques nationaux alpin et méditerranéen permet de classer les espèces végétales exotiques en différentes catégories définies suivant plusieurs critères :

1 **le recouvrement de l'espèce dans ses aires de présence** observées sur le territoire considéré ;
2 **la fréquence de l'espèce sur le territoire considéré** ;

3 **le caractère envahissant reconnu** de l'espèce dans un territoire géographiquement proche et à climat similaire ou bien le risque de prolifération en région PACA (d'après l'analyse de Weber & Gut modifiée).

Ces critères sont des indicateurs de :

- **la capacité de chaque espèce à occuper l'espace** et à entrer en compétition avec les autres espèces (indigènes et/ou exotiques) ;
- **le degré d'envahissement de chaque espèce** sur le territoire considéré ;
- **le risque d'une espèce d'être potentiellement envahissante** en région Provence-Alpes-Côte d'Azur lorsque cette dernière est encore peu présente sur le territoire de cette région.

Une typologie des catégories et leur définition sont présentées dans le tableau ci-après.

Tableau 20 - Catégories EVEE

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 Weber & Gut modifié).	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 Weber & Gut modifié).	

**dans un territoire géographiquement proche et à climat similaire*

Sept Espèces Végétales Exotiques et Envahissantes (EVEE) ont été observées sur le site d'étude lors des prospections de terrain. Elles sont présentées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 21 - Liste des EVEE recensées sur le site d'étude

Nom scientifique	Nom vernaculaire	Origine	Catégorie EVEE PACA	Catégorie EVEE Méditerranéenne
Cortaderia selloana	**Herbe de la Pampa**	Amérique du Sud	**Majeure**	**Majeure**
Oxalis pes-caprae	**Oxalis pied de chèvre**	Afrique	**Majeure**	**Majeure**
Agave americana	**Agave d'Amérique**	Amérique du Nord	**Modérée**	**Modérée**
Ligustrum lucidum	**Troène luisant**	Asie	**Modérée**	**Modérée**
Pyracantha coccinea	**Buisson ardent**	Bassin méditerranéen	**Modérée**	**Modérée**

Yucca gloriosa	**Yucca**	Amérique du Nord	**Modérée**	-
Phyllostachys spp	**Bambou**	Asie	**Emergente**	-

- **L'Herbe de la Pampa *(Cortaderia selloana)***

C'est une espèce de graminée vivace. Elle forme des touffes pouvant atteindre 3.5 mètres de hauteur. Les inflorescences forment de longs plumeaux blancs duveteux d'environ 50 cm de longueur. La floraison est estivale, entre les mois d'août et septembre, et la pollinisation s'effectue par le vent (anémochorie).

Elle a été introduite en France en 1857 comme espèce ornementale. Elle colonise divers milieux tels que les friches, les zones humides non inondées, les talus, les bords de routes, les jardins, etc.

➢ **Un individu** a été observé sur le site d'étude, au Nord.



Herbe de la Pampa sur site (Source: C. Rodriguez-Sardeing - Ecotonia)

Caractère envahissant : la dispersion se fait essentiellement par anémochorie et les semences sont produites en très grande quantité (environ 10 millions par pied) et se dispersant par le vent dans un rayon d'environ 25 km. Aussi, il arrive de manière très rare que la plante ait recourt à une reproduction végétative lorsque les conditions d'humidité sont optimales (*Bossard et al., 2000*).

- **L'Oxalis pied-de-chèvre *(Oxalis pes-caprae)***

C'est une espèce vivace herbacée de 8 à 15cm, rampante. Ses feuilles sont toutes radicales, longuement pétiolées. Les fleurs sont jaunes, grandes, en ombelles sur des pédoncules radicaux à corole 4-5 fois plus longue que le calice. La floraison a lieu entre les mois de novembre à mai.

Cette espèce originaire d'Afrique du Sud a été introduite en Europe à des fins ornementales au XVIIIe siècles. Elle colonise les milieux tels que les bordures de pistes et de chemins et les friches.

Caractère envahissant : Elle renferme de l'acide oxalique qui élimine les plantes concurrentes.



Oxalis pied de chèvre (source : INPN_P.Gourdain)

- **L'Agave d'Amérique *(Agave americana)***

C'est une espèce pouvant atteindre 5 à 8 mètres de hauteur. Les feuilles sont crassulescentes, glauques et sont bordées par des aiguillons. Elle présente une hampe florifère pouvant parfois atteindre 8 mètres de hauteur. La floraison a lieu entre les mois de juillet et septembre. C'est une espèce qui vit plusieurs années et meurt une fois la floraison effectuée.



Agave d'Amérique (Source : C.Rodriguez - Sardeing-Ecotonia)

Elle a été introduite en France au XVIème siècle, en tant qu'espèce ornementale. Elle se retrouve essentiellement dans les milieux secs et caillouteux.

- **2 pieds** ont été observés sur le site d'étude à proximité d'une habitation.

- **Le Troène luisant (*Ligustrum lucidum*)**



Troène luisant sur site (Source : C.Rodriguez - Sardeing - Ecotonia)

Il s'agit d'un arbre qui peut atteindre 14 m de hauteur. Les feuilles brillantes et cireuses persistantes, opposées, glabres, au court pétiole de 1 à 3 cm, ont un limbe de forme ovale à elliptique ou lancéolée, à base arrondie, mesurant de 6 à 17 cm de long sur 3 à 8 cm de large.

L'inflorescence est une panicule terminale, de 8 à 20 cm de long sur 8 à 25 cm de large. Les fleurs, sessiles ou subsessiles, ont une corole de 4 à 5 mm de diamètre. Les fruits sont des baies d'un bleu noir profond, de 7 à 10 mm de long sur 4 à 6 mm de large. Ces fruits, non comestibles, subsistent sur la plante une partie de l'hiver. En Europe, la floraison a lieu en fin d'été.

Elle a été introduite en France comme espèce ornementale pour la plantation de haies. Elle se retrouve essentiellement dans les ripisylves et bocages humides, mais a su s'adapter pour coloniser aujourd'hui les terrains non entretenus.

- **2 individus** ont été recensés au nord-est de la zone d'étude.

Caractère envahissant : capacité à s'adapter à différents habitats. En compétition avec les espèces locales, l'espèce peut se supplanter quand rien n'est fait pour limiter sa propagation.

- **Buisson ardent (*Pyracantha coccinea*)**

C'est une espèce arbustive de la famille des Rosaceae, pouvant atteindre 2 m de hauteur. Les rameaux sont épineux et présentent des petites feuilles persistantes vert foncé. L'inflorescence présente des corymbes de petites fleurs blanc crème. Les fruits sont des baies d'un rouge orange très vif. La floraison a lieu entre les mois de mai et septembre.

Elle a été introduite en France en 1913 afin de constituer les haies défensives ou ornementales. Elle se retrouve essentiellement dans les haies et les fourrés.



Buisson ardent
(Source : C. Rodriguez-Sardeing - Ecotonia)

- **39 pieds** ont été observés sur l'ensemble du site, qu'il est possible de regrouper en 2 principaux ilots. Le plus important se trouve au Nord au niveau du décrochement de la parcelle dans la pinède sauvage, tandis qu'une seconde population de *Pyracantha* a été répertoriée au Sud, à l'entrée de l'établissement. Ces arbres sont tous issus de plantation à vocation ornementale.

Caractère envahissant : produit de nombreuses fleurs. Il fructifie durant l'hiver et constitue donc une alimentation non négligeable pour l'avifaune qui disperse ensuite les graines. Enfin, sa croissance est rapide.

- ***Le Yucca (Yucca gloriosa)***

Cette espèce se compose de feuilles très rigides, coriaces et terminées par une longue pointe. Son inflorescence présente des grandes fleurs blanches (5 à 8 cm) et regroupées en grappes pouvant atteindre 1 m de hauteur. La floraison a lieu entre les mois d'août et de novembre.

Elle a été introduite en France comme espèce ornementale. Elle se retrouve essentiellement dans les milieux dunaires du littoral, mais colonise également les milieux perturbés sur sol caillouteux et sablonneux, ou encore dans les jardins.



Yucca
(Source : C.Rodriguez-Sardeing – Ecotonia

- **12 pieds** ont été observés sur le site d'étude de manière éparse sur l'ensemble de la zone. Chaque individu est isolé et semble avoir poussé spontanément.

Caractère envahissant : elle produit une très grande quantité de graines et présente une multiplication végétative (stolons).

- **Le Bambou doré *(Phyllostachys aurea)***

C'est une espèce de graminées pouvant atteindre 10 m de hauteur. Les feuilles sont persistantes et rugueuses. L'inflorescence est en épillets à l'aisselle des fleurs.

Elle a été introduite en France, comme espèce ornementale. Elle se retrouve essentiellement dans les milieux perturbés tels que les friches, les remblais et bordures de route.



Bambou doré sur site (Source : C.Rodriguez—Sardeing - Ecotonia)

- **Une station d'un linéaire d'environ 10 m de long** a été recensée au nord-est de l'aire d'étude stricte à proximité d'habitations.

Caractère envahissant : Elle présente également une multiplication végétative à partir des rhizomes. De plus, sa croissance est très rapide, plus de 30 cm en une journée.

6.3.7 Synthèse des enjeux floristiques en 2022

Parmi les 65 espèces inventoriées, trois **espèces protégées ont été recensées et sont déterminantes de ZNIEFF pour la région PACA.** Les parcelles et/ou les habitats qui abritent ces espèces constituent localement un enjeu de conservation élevé.

Tableau 22 - Enjeu de conservation des espèces floristiques de l'aire d'étude

Nom scientifique	Nom vernaculaire	Espèce protégée	Enjeu de conservation Régional	Enjeu de conservation Sur le site
Tulipa agenensis subs sylvestris	**Tulipe d'Agen**	Oui	**FORT**	**FORT**
Tulipa sylvestris subs sylvestris	**Tulipe sylvestre**	Oui	**FORT**	**FORT**
Gagea villosa	**Gagée des Champs**	Oui	**FORT**	**FORT**
Himantoglossum robertianum	**Orchis géant**	Non	**FAIBLE**	**FAIBLE**
54 espèces		Non	**NÉGLIGEABLE**	**NÉGLIGEABLE**
7 espèces exotiques envahissantes		Non	-	-

➢ **Les enjeux de conservation sur site concernant la flore de l'aire d'étude sont évalués à forts.**

6.3.8 Synthèse globale des espèces observées de 2018 à 2022

Le tableau suivant présente les différentes espèces observées au cours des différentes sessions d'inventaires ayant eu lieu de 2018 à 2022.

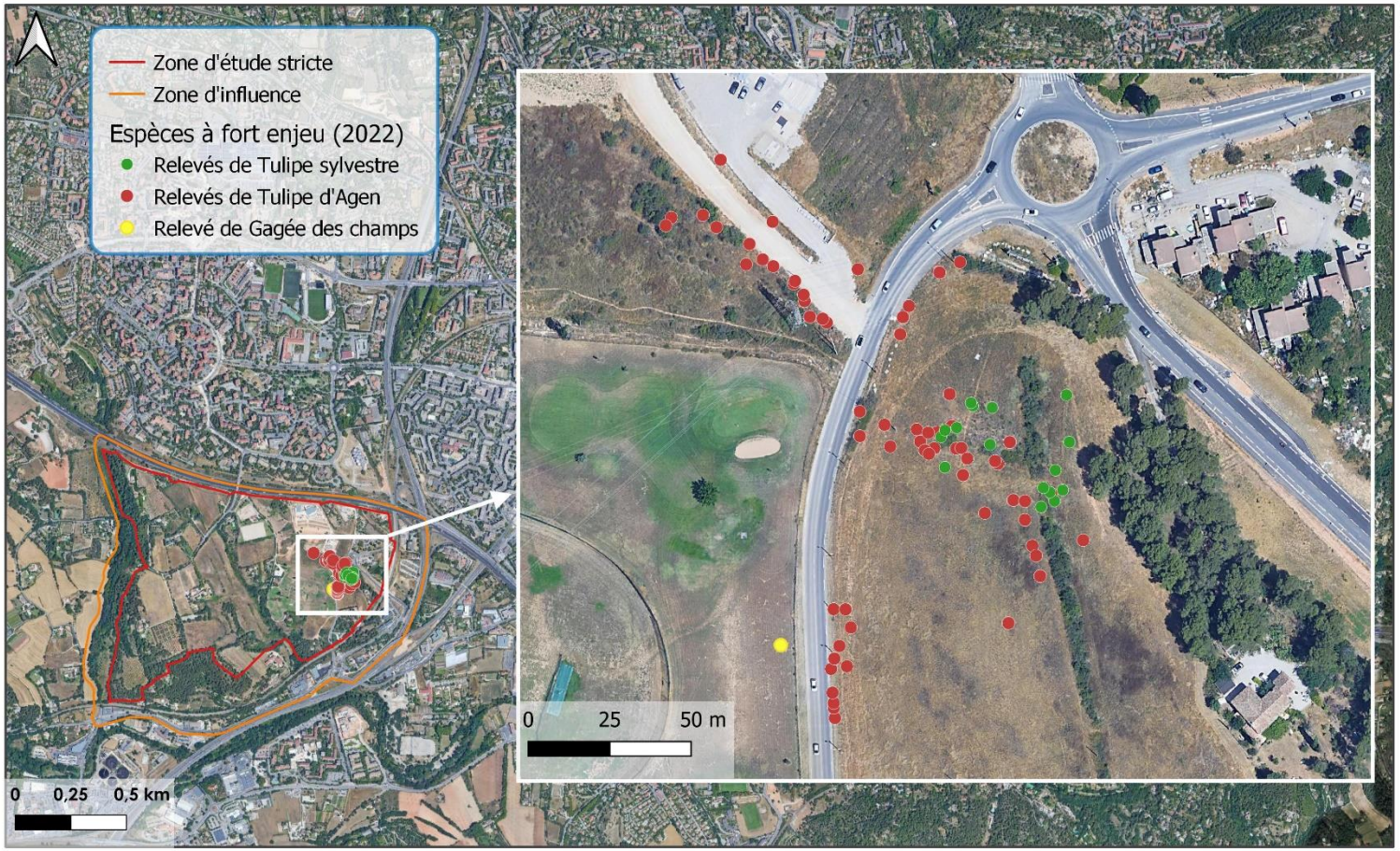
Tableau 23 – Synthèse des relevés de flore à enjeu suivant les années de prospection

Nom scientifique	Nom vernaculaire	Espèce protégée	Enjeu de conservation Régional	Enjeu de conservation Sur le site	Année de recensement
Tulipa agenensis subs sylvestris	**Tulipe d'Agen**	Oui	**FORT**	**FORT**	**2018 à 2022**
Tulipa sylvestris subs sylvestris	**Tulipe sylvestre**	Oui	**FORT**	**FORT**	**2022**

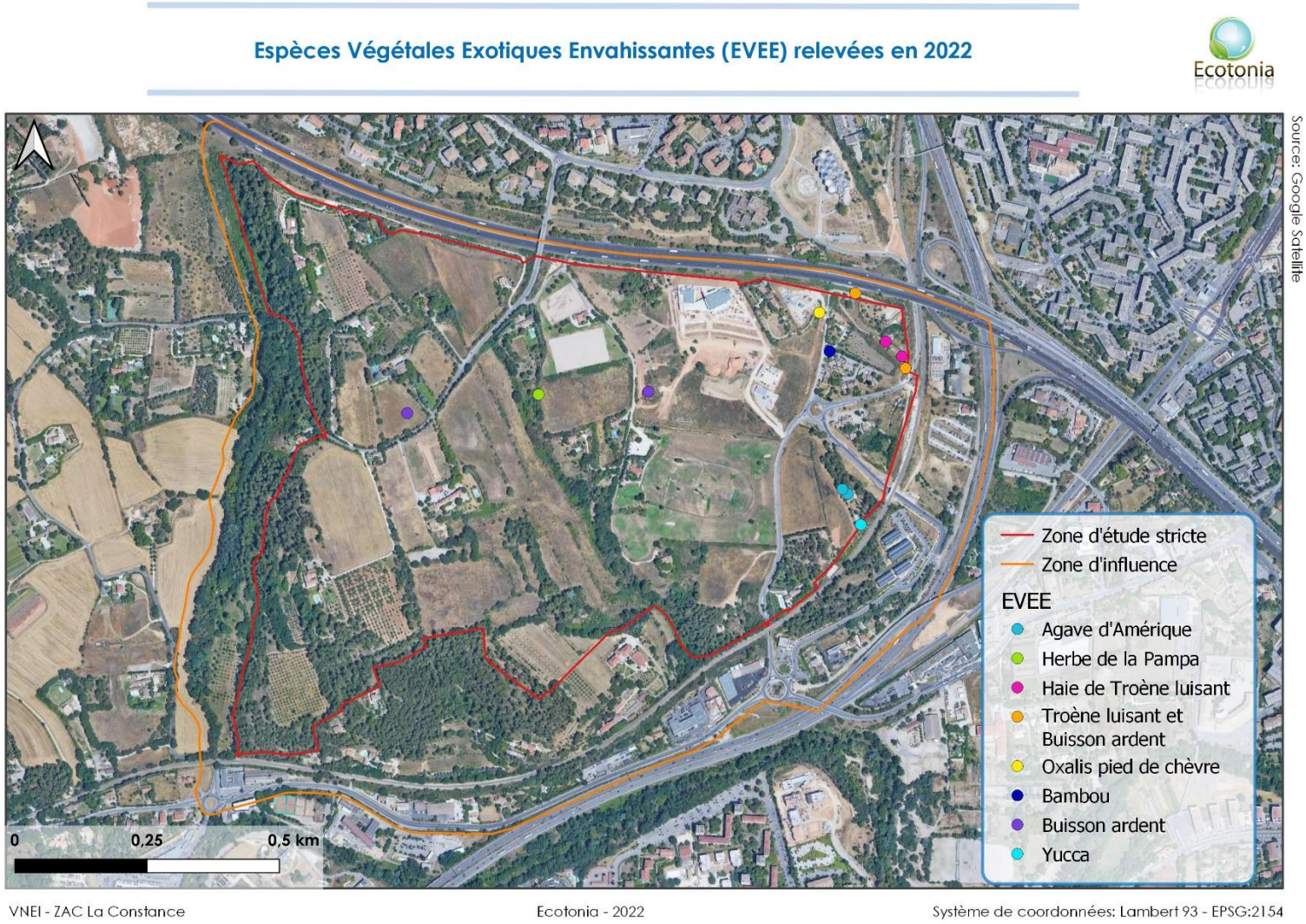
Gagea villosa	**Gagée des Champs**	Oui	**FORT**	**FORT**	**2018 à 2022**
Carduus acicularis	Chardon à épingles	Oui	**FORT**	**FAIBLE**	**2018**
Himantoglossum robertianum	**Orchis géant**	Non	**FAIBLE**	**FAIBLE**	**2022**

6.3.9 Cartographie des espèces de floristiques patrimoniales

Les espèces floristiques à fort enjeux ainsi que les **espèces exotiques envahissantes** recensées sont localisées dans les cartes suivantes.



Carte 30 - Cartographie des espèces floristiques à fort enjeu sur le site d'étude en 2022



Carte 31 - Cartographie des espèces exotiques envahissantes sur l'aire d'étude (2022).

6.4 Amphibiens

6.4.1 Bibliographie commune

La base de données Silene recense **cinq amphibiens** sur la commune de Aix-en-Provence au niveau de la maille E089ON6270 :

- **Crapaud épineux,** *Bufo spinosus,*
- **Crapaud calamite,** *Epidalea calamita,*
- **Rainette méridionale,** *Hyla meridionalis,*
- **Pélodyte ponctué,** *Pelodytes punctatus,*
- **Grenouille verte indéterminée,** *Pélophylax sp.*

La base de données communales de l'INPN recense **six amphibiens** sur la commune :

- **Crapaud épineux,** *Bufo spinosus,*
- **Crapaud calamite,** *Epidalea calamita,*
- **Rainette méridionale,** *Hyla meridionalis,*
- **Pélobate cultripède,** *Pelobates cultripes,*
- **Pélodyte ponctué,** *Pelodytes punctatus,*
- **Grenouille verte indéterminée,** *Pélophylax sp.*

La base de données communales de Faune PACA recense **huit amphibiens** sur la commune :

- **Crapaud calamite**, *Epidalea calamita*,
- **Crapaud épineux**, *Bufo spinosus*,
- **Crapaud indéterminé**, *Bufo / Bufotes / Epidalea sp.*
- **Grenouille rieuse**, *Pelophylax ridibundus*,
- **Grenouille rieuse / de Perez / de Graf**, *Pelophylax ridibunda / perezi / kl. Grafi,*
- **Grenouille verte indéterminée**, *Pelophylax sp*
- **Pélodyte ponctué**, *Pelodytes punctatus*,
- **Rainette méridionale**, *Hyla meridionalis*,

Toutes ces espèces sont soumises à protection.

Parmi les espèces citées dans la bibliographie, le **Crapaud épineux** (*Bufo spinosus*) considéré comme potentiel en 2018-2019 a été observé en 2021 et en 2022. La **Grenouille rieuse** (*Pelophylax ridibundus*) appartenant au complexe des **Grenouille vertes** (*Pelophylax sp.*) et la **Rainette méridionale** (*Hyla meridionalis*) ont été recensées lors des prospections de 2022.

Du fait de l'absence d'observations au cours des trois années où des prospections ont été réalisées, et ce, en période de reproduction des espèces, le **Crapaud calamite** (*Epidalea calamita*) et le **Pélodyte ponctué** (*Pelodytes punctatus*) **ne sont plus considérés comme potentiels.**

6.4.2 Résultats de l'expertise de 2013 (ENDEMYS)

Quatre espèces d'Amphibiens ont été observées sur le site d'étude : le **Crapaud épineux** (*Bufo spinosus*), la **Grenouille de Perez** (*Pelophylax perezi*), la **Grenouille de Graf** (*Pelophylax kl. grafi*) et la **Grenouille rieuse** (*Pelophylax ridibundus*).

Le vallon, la Thumine, les points d'eau aux abords et les bassins d'infiltration peuvent être favorables aux amphibiens.

Tableau 24 : Liste des espèces d'Amphibiens présents et potentiels sur le site d'étude en 2013

Présence certaine	Présence potentielle	*Nom scientifique*	Nom vernaculaire	Protections	Dir. HFF	LR France
	X	*Epidalea calamita*	Crapaud calamite	BEII, BEIII – PN2	Ann. IV	LC
X		*Bufo bufo*	Crapaud commun	BEIII – PN3	-	LC
X		*Pelophylax ridibundus*	Grenouille rieuse	BEIII – PN3	Ann. V	LC
X		*Pelophylax kl. grafi*	Grenouille de Graf	BEIII – PN3	-	NT
X		*Pelophylax perezi*	Grenouille de Perez	BEIII – PN3	Ann. V	NT
	X	*Pelodytes punctatus*	Pélodyte ponctué	BEIII – PN3	-	LC

Sources :

1. Protections :
BE (Convention de Berne) : Convention relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel d'Europe (Convention de Berne) – 19.09.1979 – Conseil de l'Europe – Document officiel
PN (Protection Nationale) : Arrêté du 19 novembre 2007 fixant les listes des amphibiens et des reptiles protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection – République Française – 26.09.2018 – Document officiel
2. Dir. HFF :
Directive 92/43/CEE (Directive européenne dite Directive Habitats-Faune-Flore) du 21 mai 1992 concernant la conservation des habitats naturels ainsi que de la faune et de la faune sauvage – Commission Européenne – 01.01.2007 – Document officiel
3. Listes Rouges :
LR Nationale : Liste rouge des espèces menacées en France - Chapitre Reptiles et Amphibiens de France métropolitaine - UICN France, SHF & MNHN – 2015

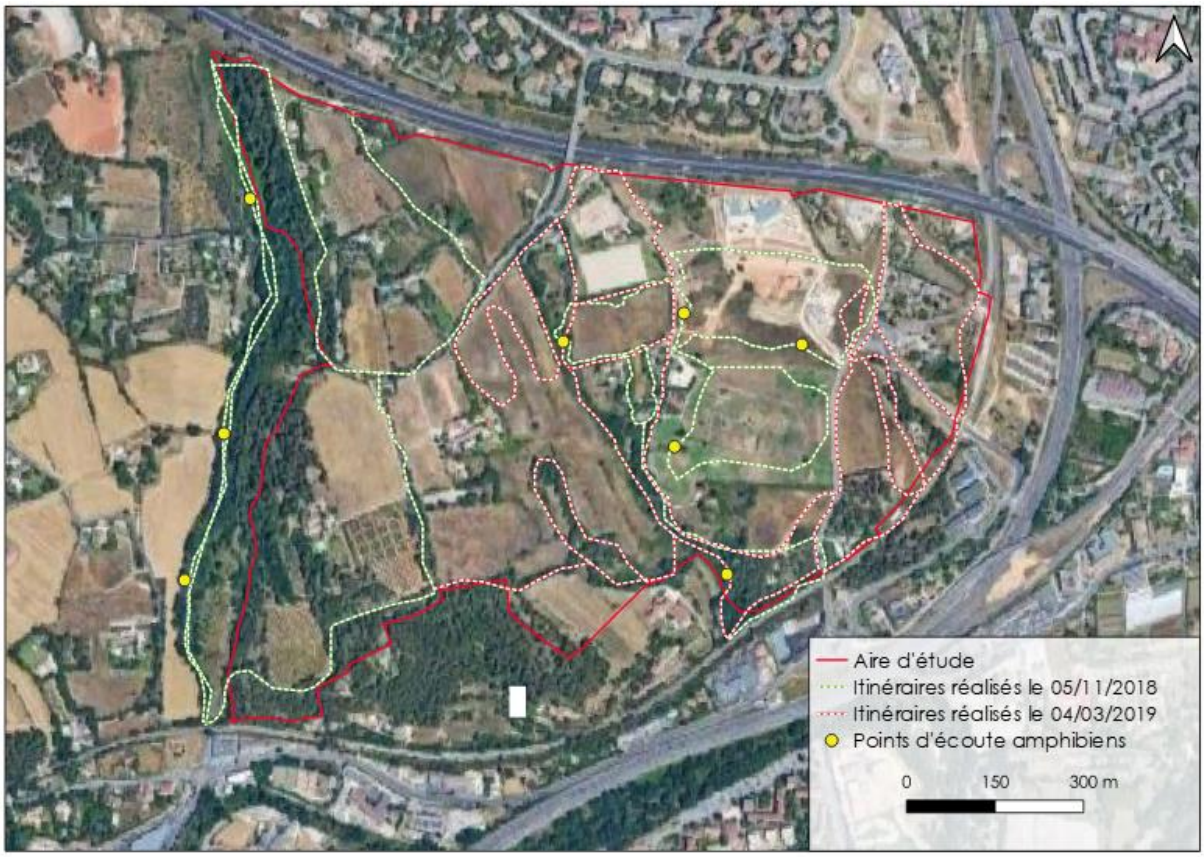
Catégories UICN pour la Liste Rouge			
EX	Espèce éteinte au niveau mondial	NT	Quasi-menacée
EW	Espèce éteinte à l'état sauvage	LC	Préoccupation mineure
RE	Espèce disparue	DD	Données insuffisantes pour évaluation
CR	En danger critique	NA	Non applicable (espèce non soumise à évaluation)
EN	En danger	NE	Non évaluée
VU	Vulnérable		

6.4.3 Résultats de l'expertise de 2018 à 2019

6.4.3.1 Observations de terrain

Lors des inventaires de terrains de 2018 à 2019, trois espèces d'amphibiens ont été contactées sur l'aire d'étude. Il s'agit de :

- **La Grenouille rieuse** (*Pelophylax ridibundus*)
- **La Grenouille verte indéterminée** *(Pelophylax sp.)*
- **La Rainette méridionale** *(Hyla meridionalis)*



Carte 32 - Transects et points d'écoute réalisés lors des inventaires herpétologiques en 2018 et 2019

6.4.3.2 Habitats d'espèces

Les habitats présents sur l'aire de projet la constance, ne sont pas favorables aux amphibiens. Ils sont pour la plupart des milieux ouverts et secs, avec une végétation rase, ce qui les rend peu propices aux amphibiens.

Les inventaires de 2018 ont permis la mise en évidence des quelques zones plus propices aux amphibiens, sur l'aire appartenant au golf ainsi qu'en périphérie du golf.

Quatre zones ont été relevées :

- La mare artificielle du golf
- Un fossé en eau
- Des ornières
- Des flaques temporaires.

La mare artificielle du golf

Une mare est présente sur le golf avec une végétation hygrophile non spontanée. Cette zone humide artificielle est favorable aux amphibiens pour les périodes de reproduction, mais aussi dans la phase de croissance des larves. Certaines espèces vont donc pouvoir effectuer la totalité de leur cycle de vie en abord du golf grâce à la présence de cette zone humide.



Photographie 22 : Mare artificielle sur le golf

La plupart des grenouilles « vertes » du genre *Pelophylax* inventoriées (adultes et juvéniles) sur le site en 2018 et 2019, dont l'espèce Grenouille rieuse, ont été contactées au niveau de la mare artificielle du golf.

Fossés en eau, ornières et flaques temporaires

Les autres points d'eau observés sur le site : fossés en eau, flaques temporaires et ornières sont aussi susceptibles d'être favorables à la reproduction de certaines espèces d'amphibiens. Il s'agit cependant d'espèces terrestres comme le Crapaud calamite ou certaines grenouilles qui les utilisent temporairement, pour la ponte par exemple.



Photographie 23 : Fossé en eau (gauche) et ornière en eau (droite)

Le **Crapaud calamite** (*Epidalea calamita*), le **Crapaud épineux** (*Bufo spinosus*) ainsi que le **Pélodyte ponctué** (*Pelodytes punctatus*) sont des **espèces potentielles** sur le site aux vues des habitats présents et des données bibliographiques.

6.4.3.3 Espèces à enjeu de conservation

Trois espèces à enjeu de conservation ont été contactées sur l'aire d'étude lors des inventaires de 2018/2019.

- La **Grenouille rieuse** (*Pelophylax ridibundus*) et la **Grenouille verte indéterminée** *(Pelophylax sp.)*

Les grenouilles « vertes », de grandes tailles (jusqu'à 16cm), sont communes en région PACA. Elles ont un mode de vie quasi exclusivement aquatique contrairement aux autres amphibiens. On retrouve ces espèces dans pratiquement tous les points d'eau d'une profondeur supérieure ou égale à 50 cm. Elles peuvent s'installer dans des points d'eau avec une forte présence de poissons. Elles hivernent en milieu aquatique ou terrestre. La Grenouille rieuse se rencontre principalement

en plaine et en moyenne altitude jusqu'à environ 800 mètres. Elle apprécie les mares, les bordures d'étangs et les tourbières dans leurs parties très ensoleillées. La saison de reproduction dure entre 1 et 2 mois en avril et juin.

- La **Rainette méridionale** *(Hyla meridionalis)*

Les rainettes ont des mœurs arboricoles et sont en outre assez héliophiles : elles affectionnent particulièrement les zones buissonnantes, les hautes herbes, etc., recevant un bon ensoleillement, mais, non loin de points d'eau et/ou restant assez humides. Lors de la période de reproduction (printemps), elles pondent dans des eaux stagnantes peu profondes et ensoleillées (ornières, mares, fossés…). La reproduction a lieu de mars à mai et la métamorphose dure jusqu'au mois de septembre approximativement.

Trois espèces à enjeu de conservation sont également retenues potentielles.

- Le **Crapaud calamite** *(Epidalea calamita)*

Le Crapaud calamite est une espèce pionnière qui fréquente des milieux chauds et secs avec une végétation assez clairsemée et des sols meubles. Il a la capacité de coloniser les milieux défavorables aux autres espèces. Ce crapaud d'environ 50 à 80 mm se reproduit dans des zones humides de faible profondeur avec peu de végétation (notamment les ornières ou flaques temporaires) et un ensoleillement important. Il est capable d'adapter ses dates de ponte aux périodes favorables (inondations, pluies…). C'est une espèce assez résistante à la sècheresse. Elle est active de mars à septembre.

- Le **Pélodyte ponctué** *(Pelodytes punctatus)*

Le Pélodyte ponctué est principalement présent dans des milieux ouverts, secs sablonneux ou légèrement humides. Le plus souvent présent en plaine il n'est pas dérangé par les zones anthropisées (zones cultivées, gravières et carrières). Cette espèce s'accommode des environnements agricoles intensifs, mais il a aussi besoin de plans d'eau non pollués pour assurer sa reproduction. Il est souvent en association avec le crapaud calamite, car il partage les mêmes habitats.

En journée il se réfugie sous des pierres, dans des terriers peu profonds qu'il creuse lui-même, dans les fissures de murs. Il chante et se reproduit la nuit dans des pièces d'eau temporaires (flaques, fossés…). Le mâle garde la ponte (sur son territoire) pendant plusieurs jours au moins. La reproduction a lieu de mars à octobre selon la météo.

- Le **Crapaud épineux** *(Bufo spinosus)*

Essentiellement terrestres. Le milieu aquatique n'est fréquenté qu'en période de reproduction et durant la vie de l'animal en tant que têtard, le reste du temps le Crapaud épineux évolue dans des bois, des prés, des jardins. Il s'agit d'un animal nocturne, qui reste le plus souvent à l'obscurité durant la journée, bien à l'abri dans une cachette. Vers février, à la sortie d'hivernation, le Crapaud épineux retourne au point d'eau où il est né, pour s'y reproduire. La reproduction a généralement lieu entre février et avril et la métamorphose (têtard) se termine courant septembre/octobre.

Tableau 25 : Statut des espèces d'Amphibiens à enjeu de conservation présentes ou considérées comme potentielles sur le site d'étude en 2018-2019

Nom scientifique	Nom vernaculaire	Protections	Dir. HFF	LR France	LR PACA	Statut ZNIEFF
Pelophylax ridibundus	**Grenouille rieuse**	BE III – PN3	Ann. V	LC	NA	-
Hyla meridionalis	**Rainette méridionale**	BE III – PN3	Ann. V	LC	NA	-
**Pelodytes punctatus*	***Pelodyte ponctué**	BE III – PN3	-	LC	LC	RQ
**Epidalea calamita*	***Crapaud calamite**	BE II & III – PN2	Ann. IV	LC	LC	-
**Bufo spinosus*	***Crapaud épineux**	BE III – PN3	-	LC	LC	-

Sources :

1. Protections :
BE (Convention de Berne) : Convention relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel d'Europe (Convention de Berne) – 19.09.1979 – Conseil de l'Europe – Document officiel
PN (Protection Nationale) : Arrêté du 19 novembre 2007 fixant les listes des amphibiens et des reptiles protégées sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection – République Française – 26.09.2018 – Document officiel
2. Dir. HFF :
Directive 92/43/CEE (Directive européenne dite Directive Habitats-Faune-Flore) du 21 mai 1992 concernant la conservation des habitats naturels ainsi que de la faune et de la faune sauvage – Commission Européenne – 01.01.2007 – Document officiel
3. Listes Rouges :
LR Nationale : Liste rouge des espèces menacées en France - Chapitre Reptiles et Amphibiens de France métropolitaine - UICN France, SHF & MNHN – 2015
LR PACA : Liste rouge régionale des amphibiens et reptiles de Provence-Alpes-Côte d'Azur – CEN PACA - 2017
4. Statut ZNIEFF :
Liste des espèces de faune déterminantes en région PACA – MNHN, DREAL PACA & CEN PACA – 29/11/2017
Liste des espèces de faune remarquables en région PACA – MNHN, DREAL PACA & CEN PACA – 29/11/2017

Catégories UICN pour la Liste Rouge

EX	Espèce éteinte au niveau mondial	NT	Quasi-menacée
EW	Espèce éteinte à l'état sauvage	LC	Préoccupation mineure
RE	Espèce disparue	DD	Données insuffisantes pour évaluation
CR	En danger critique	NA	Non applicable (espèce non soumise à évaluation)
EN	En danger	NE	Non évaluée
VU	Vulnérable		

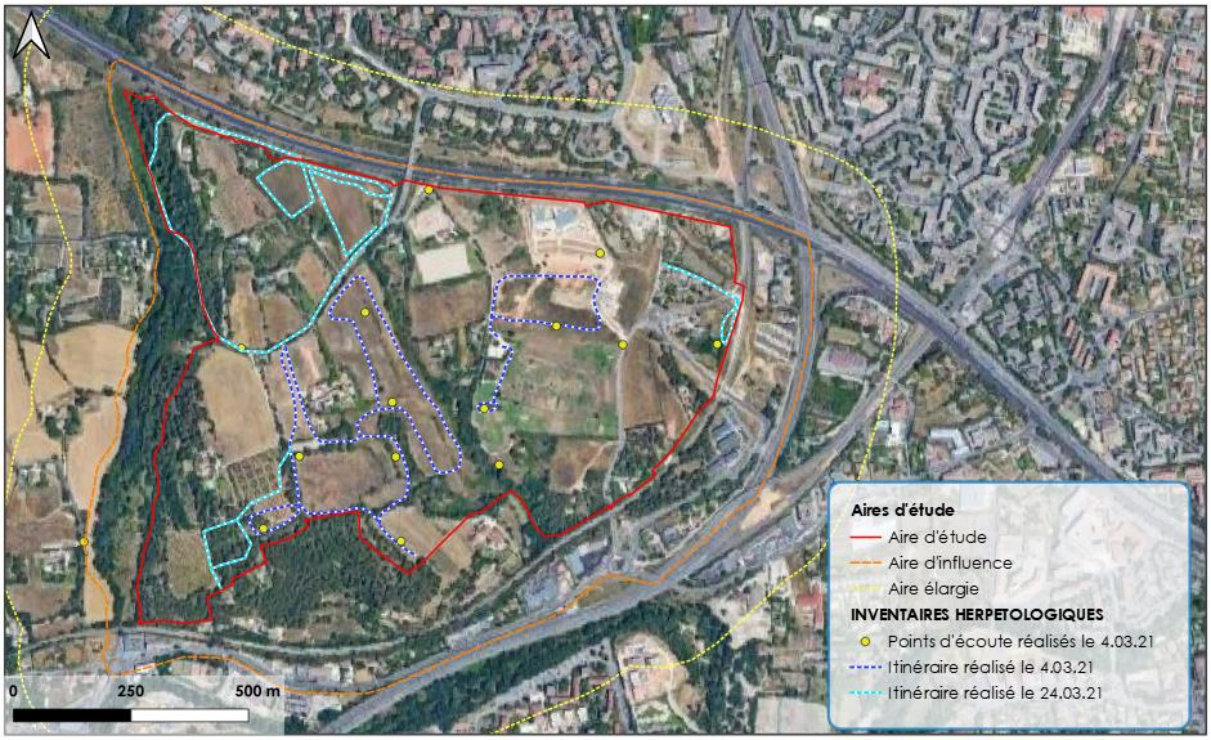
* Espèce non contactée, mais considérée comme présente sur le site du fait de son écologie

6.4.4 Résultats de l'expertise de 2021 (Ecotonia)

6.4.4.1 Observation de terrain

Deux espèces d'Amphibiens ont été observées sur le site d'étude lors des inventaires réalisés en 2021 :

- La **Grenouille verte indéterminée** (*Pelophylax sp.*)
- Le **Crapaud épineux** *(Bufo spinosus)*



Carte 33 : Transects et points d'écoute réalisés lors des inventaires herpétologiques en 2021

6.4.4.2 Évolution des habitats d'espèces

L'aire d'étude n'offre que très peu de milieux favorables à la présence des amphibiens.

On retrouve principalement le plan d'eau du golf qui offre un milieu de reproduction potentiel pour les amphibiens. Ces là que les espèces relevées ont été observées. Toutefois ce point d'eau est occupé par de très grosses carpes qui peuvent être un facteur limitant à la ponte pour certaines espèces d'amphibiens. Les berges bien végétalisées offrent de nombreux abris pour les amphibiens, mais les alentours extrêmement uniformes du golf ne représentent pas des zones de nourrissage ou d'abris très favorables.

Les autres surfaces en eau relevées sur des parcelles privées sont, pour celles qui ont pu être visitées, asséchées.



Photographie 24 : Mare ou petits bassins atterris, sur des parcelles privées de la zone d'étude en 2021

Le vallon central, ancien fossé agricole, était à sec lors des prospections réalisées. Il peut représenter un corridor de déplacement favorable aux espèces lorsqu'il est humide.

Le boisement à proximité peut être utilisé comme site d'hivernation pour les espèces qui se reproduisent sur le site.



Photographie 25 : Fossé dans le vallon central à sec en mars 2021

A l'est de la zone d'étude stricte, on trouve un canal, qui était en eau lors des prospections réalisées en mars 2021. Du fait de l'eutrophisation du milieu et de la pollution éventuelle, la zone n'est pas favorable aux amphibiens. Aucun individu n'y a été contacté.





Photographie 26 : Canal à l'est de la zone d'étude

Le cours d'eau de la Thumine et sa ripisylve, à l'ouest du site, est la zone la plus favorable aux amphibiens. Toutefois, certaines portions sont très embroussaillées tandis que d'autres parfois sans couvert végétal rendent l'eau très eutrophe. Ce type de milieux ne pourrait être favorable qu'aux amphibiens peu exigeants tels que les grenouilles de type « verte » (*Pelophylax* sp.).

6.4.4.3 Espèces à enjeu de conservation

Deux espèces à enjeu de conservation ont été contactées sur l'aire d'étude lors des inventaires de 2021 : la **Grenouille « verte »** (*Pelophylax* sp.) et le **Crapaud épineux** *(Bufo spinosus)*.

Le **Crapaud épineux** avait préalablement été contacté sur le site en 2013. En 2021, un seul individu a été observé dans la mare artificielle du golf au cours de la nocturne. Aucune ponte n'a été observée. Ainsi, **la reproduction de l'espèce sur le site n'est pas avérée**. L'espèce est habituellement rencontrée en très grande quantité sur les sites lui servant de lieu de reproduction.

Les **Grenouilles « vertes »** sont bien présentes au sein de la mare du golf. Entre 50 et 100 individus y ont été contactés, de jour comme de nuit. **Les individus peuvent réaliser tout leur cycle de vie** sur le site. Ils peuvent hiverner dans la mare ou aux alentours immédiats : haies, boisement.



Photographie 27 : Crapaud épineux (à gauche) et Grenouille « verte » (à droite) dans la mare du golf, en mars 2021 © A. BERTOUX

6.4.5 Résultats de l'expertise de 2022 (Ecotonia)

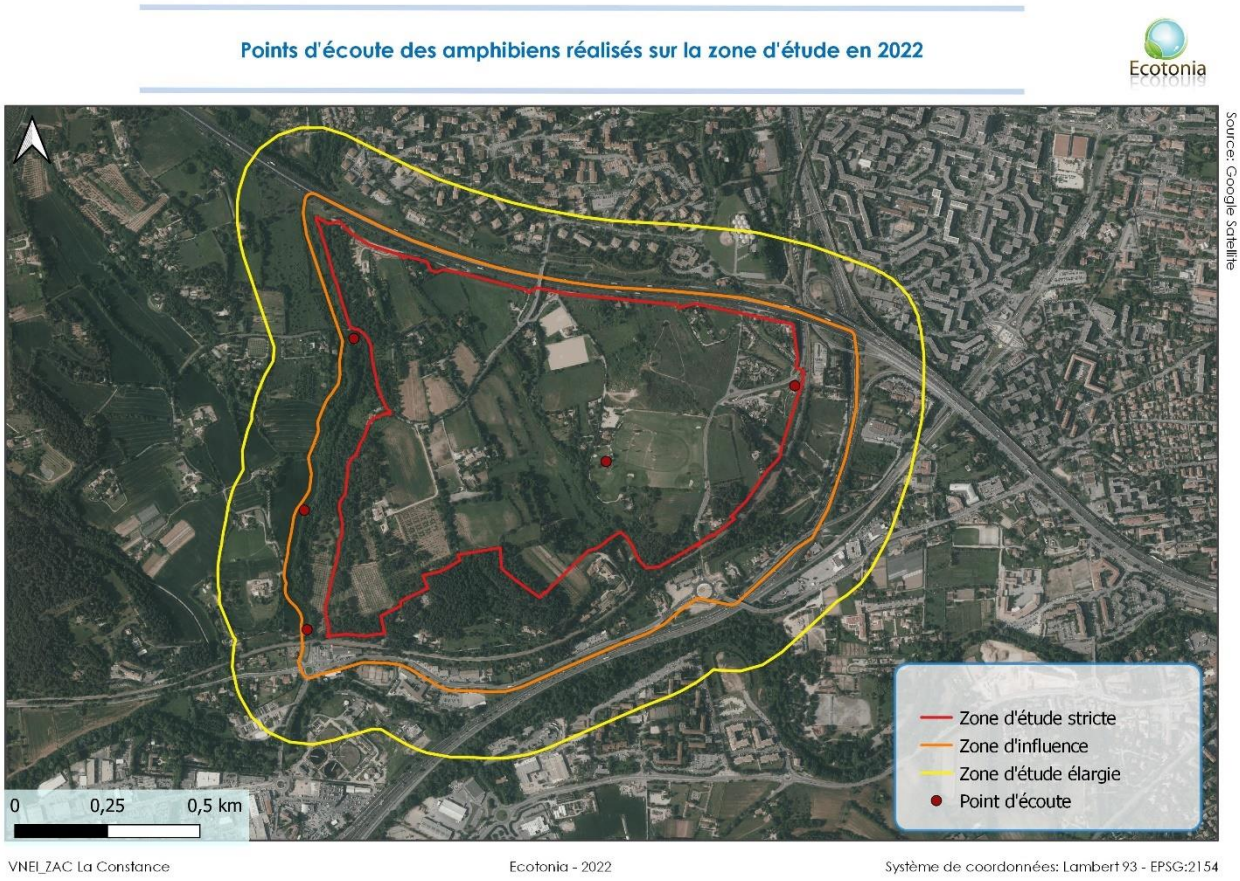
6.4.5.1 Observation de terrain

Six inventaires nocturnes alloués aux amphibiens ont été réalisés sur le site d'étude. Ces inventaires ont été effectués le 1er et 2 mars 2022, le 20 avril 2022 et le 14 et 27 juin 2022.

Ces prospections de terrain ont permis de recenser **trois espèces d'amphibiens** sur le site d'étude, lesquelles sont :

- La **Grenouille rieuse** *(Pelophylax ridibundus)* appartenant au complexe des **Grenouilles vertes** *(Pelophylax sp)*
- La **Rainette méridionale** *(Hyla meridionalis)*
- Le **Crapaud épineux** *(Bufo spinosus)*.

La cartographie suivante montre les points d'écoute nocturnes de 2022.



Carte 34 – Points d'écoute réalisés lors des inventaires herpétologiques en 2022

6.4.5.2 Évolution des habitats d'espèces

Après une nouvelle analyse des habitats, l'aire d'étude présente peu de milieux favorables à la présence des amphibiens.

Le site est pour la majeure partie en travaux. Il présente beaucoup d'habitations, une salle de concert, un golf, des champs et des oliveraies.

Cours d'eau et ripisylves

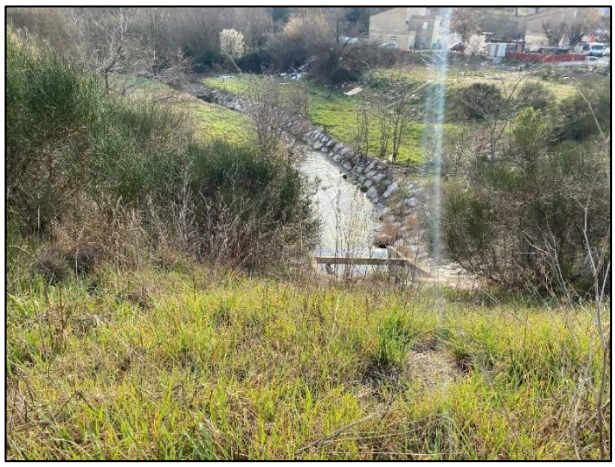
L'aire d'étude est traversée du nord au sud par deux cours d'eau. Une ripisylve est présente sur la frontière ouest de l'aire d'étude stricte bordant le vallon de la Thumine. Cette ripisylve est dense et offre une végétation conséquente. Le cours d'eau, situé au même endroit, est très étroit et très peu profond, le rendant favorable à la présence de certaines espèces comme la **Rainette méridionale** (*Hyla meridionalis*).

Le cours d'eau situé plus au centre de l'aire d'étude bordant le terrain de golf est quant à lui plus impacté par l'anthropisation du site et contient très peu d'eau. De plus, la présence d'un talweg, moins dense et l'abondance de déchets rend le milieu moins attrayant pour les amphibiens.

Canaux

Situé à l'extrême est de l'aire d'étude stricte se trouve un canal en eau, à proximité de plusieurs propriétés bordant d'une part la route et de l'autre le chemin de fer et l'autoroute. Cela crée un dérangement permanent et rend le milieu peu favorable malgré la présence d'eau.

Des zones humides temporaires sont présentes sur la partie centrale à proximité du terrain de golf. À la suite d'épisodes pluvieux, ils peuvent former des milieux favorables aux amphibiens.



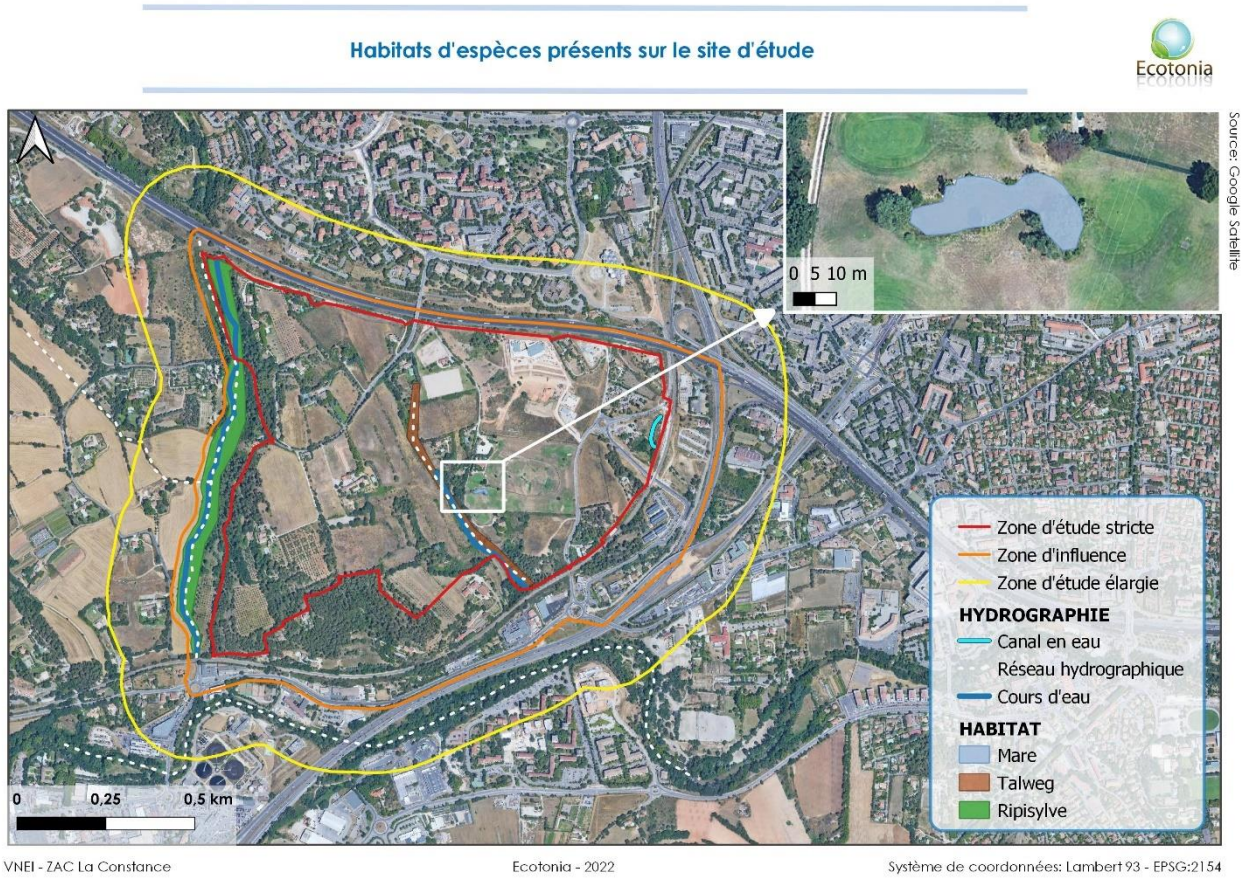

Photographie 28 - Canal en eau (gauche) et canal asséché (droite) présents sur site (M.Mallocher - Ecotonia)

Mare artificielle

Une mare est située sur la partie sud-ouest du terrain de golf. Cette mare représente un milieu très favorable à plusieurs espèces telles que le complexe de **Grenouilles vertes** (*Pelophylax sp.*), la **Rainette méridionale** (*Hyla meridionalis*) ou encore le **Crapaud épineux** (*Bufo spinosus*). Ces espèces peuvent effectuer la totalité de leur cycle de vie sur ce site.



Photographie 29 - Mare artificielle au niveau du golf (M.Mallocher – Ecotonia)



Carte 35 - Présentation cartographique des habitats d'espèces relevés en 2022 sur le site d'étude (Ecotonia).

6.4.5.3 Espèces à fort enjeu régional de conservation

Aucune espèce à fort enjeu régional de conservation n'a été contactée sur l'aire d'étude lors des prospections de 2022 ou ne semble potentiellement présente.

6.4.5.4 Espèces à enjeu régional de conservation modéré

Aucune espèce à enjeu régional de conservation modéré n'a été contactée sur l'aire d'étude lors des prospections de 2022 ou ne semble potentiellement présente.

6.4.5.5 Espèces à faible enjeu régional de conservation

Quatre espèces d'amphibiens à faible enjeu régional de conservation ont été contactées lors des prospections de 2022.

En effet, plusieurs d'individus de **Grenouille rieuse** *(Pelophylax ridibundus)* appartenant au complexe de **Grenouilles vertes** (*Pelophylax sp*), ont été contactés, ainsi que plusieurs individus de **Crapaud épineux** (*Bufo spinosus*).

La **Rainette méridionale** (*Hyla meridionalis*) a également été contactée lors de points d'écoute.

Tableau 26 - Espèces d'amphibiens à enjeu faible de conservation observées sur l'aire d'étude.

Nom scientifique	Nom vernaculaire	Protections (BE, PN)	Dir. HFF	LR Nationale	LR Régionale	Statut ZNIEFF
Pelophylax sp.	**Grenouille « verte »**	BE III - PN3	Ann. V	LC	NA a	-
Pelophylax ridibundus	**Grenouille rieuse**	BE III – PN3	Ann. V	LC	Na a	-
Hyla meridionalis	**Rainette méridionale**	BE II - PN2	Ann. IV	LC	LC	-
Bufo spinosus	**Crapaud épineux**	BE III - PN3	-	LC	LC	-

Sources :

1. Protections :

BE (Convention de Berne) : Convention relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel d'Europe (Convention de Berne) – 19.09.1979 – Conseil de l'Europe – Document officiel

PN (Protection Nationale) : Arrêté du 19 novembre 2007 fixant les listes des amphibiens et des reptiles protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection – République Française – 26.09.2018 – Document officiel

2. Dir. HFF (Directive Habitats Faune Flore) **:**

Directive 92/43/CEE (Directive européenne dite Directive Habitats-Faune-Flore) du 21 mai 1992 concernant la conservation des habitats naturels ainsi que de la faune et de la faune sauvage – Commission Européenne – 01.01.2007 – Document officiel

3. Listes Rouges :

LR Nationale : Liste rouge des espèces menacées en France - Chapitre Reptiles et Amphibiens de France métropolitaine - UICN France, SHF & MNHN – 2015

LR Régionale : Liste rouge régionale des amphibiens et reptiles de Provence-Alpes-Côte d'Azur – CEN PACA - 2017

4. Statut ZNIEFF :

Liste des espèces de faune déterminantes en région PACA – MNHN, DREAL PACA & CEN PACA – 29/11/2017

Liste des espèces de faune remarquables en région PACA – MNHN, DREAL PACA & CEN PACA – 29/11/2017

Catégories UICN pour la Liste Rouge

EX	Espèce éteinte au niveau mondial	NT	Quasi-menacée
EW	Espèce éteinte à l'état sauvage	LC	Préoccupation mineure
RE	Espèce disparue au niveau régional	DD	Données insuffisantes pour évaluation
CR	En danger critique	NA	Non applicable (espèce non soumise à évaluation)
EN	En danger	NE	Non évaluée
VU	Vulnérable		

- **Le complexe de Grenouilles vertes *(Pelophylax sp) :***

Ce complexe d'espèces possède un spectre de biotope encore plus large que la Grenouille rieuse car tous types de plans d'eau sont susceptibles d'être colonisés. Il fréquente aussi bien les étangs, de petits cours d'eau, des rivières, des lacs ou encore des prairies inondées et des bassins d'agrément.



Grenouille verte (Source : M. Eraso)

- **Plusieurs individus** ont été contactés sur l'aire d'étude lors des prospections printanières principalement au niveau de la mare aux abords du golf et au nord de la ripisylve à l'ouest de l'aire d'étude. Ce complexe de grenouille peut effectuer son cycle de vie complet sur l'aire d'étude.

- Considérant que ces individus effectuent leur cycle de vie sur le site d'étude, l'enjeu local de ce complexe de Grenouilles vertes, est en adéquation avec son enjeu régional de conservation, c'est-à-dire **faible**.

➢ **La Grenouille rieuse *(Pelophylax ridibundus)* :**

Introduite dans les années 70 à des fins alimentaires, principalement pour sa consommation, la Grenouille rieuse est une espèce généraliste qui fréquente une large gamme d'habitats. Plus compétitive que nos grenouilles vertes indigènes, elle représente une réelle menace pour ces dernières. La tendance des populations de cette espèce est en augmentation.



Grenouille rieuse
(Source : M. Eraso)

➢ **Plusieurs individus** ont été contactés sur l'aire d'étude lors des prospections printanières au niveau de la mare du golf. Elle y effectue tout son cycle de vie.

➢ Considérant qu'elle effectue tout son cycle de vie sur le site d'étude, son enjeu écologique sur le site d'étude est similaire à son enjeu régional, évalué à **faible.**

- **La Rainette méridionale *(Hyla meridionalis):***

C'est une espèce d'amphibiens anoures de petite taille qui se distingue des grenouilles par la présence de disques adhésifs sur ses doigts, lui permettant d'adhérer aux branches et aux feuilles et lui valant son statut de semi-arboricole. Elle fréquente différents types de milieux, notamment les milieux anthropisés, mais essentiellement les zones humides présentant une végétation dense et buissonnante.



Rainette méridionale
(Source : M. Eraso)

➢ **Plusieurs individus** ont été entendus lors de points d'écoute lors des prospections printanières, au niveau de la mare du golf et au nord de la ripisylve à l'ouest de la zone d'étude. Cette espèce effectue son cycle complet au sein de ces habitats.

➢ Cette espèce peut effectuer son cycle de vie complet sur l'aire d'étude. Au regard de son statut de protection, son enjeu local est en adéquation avec son enjeu régional de conservation, c'est-à-dire **faible**.

- **Le Crapaud épineux *(Bufo spinosus)* :**

C'est une espèce pionnière très ubiquiste présente relativement tôt dans l'année, dès le mois de février. Le plus fréquemment, elle se rencontre lors de ses phases de déplacements terrestres, de nuit. Cette espèce fréquente différents types d'habitats présentant des pierriers, des souches ou encore des terriers lui permettant de se réfugier la journée.



Crapaud épineux
(Source : M. Mallocher - Ecotonia)

- **Plusieurs individus** ont été contactés sur l'aire d'étude au cours des prospections printanières, à proximité de la mare du golf, où l'espèce effectue tout son cycle de vie.

- Cette espèce peut effectuer son cycle de vie complet sur l'aire d'étude. Au regard de son statut de protection, son enjeu local est en adéquation avec son enjeu régional de conservation, c'est-à-dire **faible**.

6.4.6 Synthèse des enjeux amphibiens en 2022

Quatre espèces d'amphibiens ont été contactées sur le site d'étude au cours des différentes sessions d'inventaires.

L'aire d'étude dans son ensemble est peu propice à la réalisation complète du cycle biologique des **amphibiens.** Seule la mare sur l'aire de projet du golf abrite des espèces au cycle de vie aquatique.

Tableau 27 : Tableau synthétique des enjeux pour les amphibiens sur l'aire d'étude.

Nom scientifique	Nom vernaculaire	Espèce protégée	Enjeu régional	Enjeu sur site	Utilisation du site
Pelophylax sp.	**Grenouille « verte »**	OUI	**FAIBLE**	**FAIBLE**	**Cycle de vie complet** Mare du golf et ripisylve ouest
Pelophylax ridibundus	**Grenouille rieuse**	OUI	**FAIBLE**	**FAIBLE**	**Cycle de vie complet** Mare du golf
Hyla meridionalis	**Rainette méridionale**	OUI	**FAIBLE**	**FAIBLE**	**Cycle de vie complet** Mare du golf et ripisylve ouest
Bufo spinosus	**Crapaud épineux**	OUI	**FAIBLE**	**FAIBLE**	**Cycle de vie complet** Mare du golf

- **L'enjeu global de conservation concernant les amphibiens du site d'étude est donc évalué à faible**

6.4.7 Synthèse globale des espèces observées de 2018 à 2022

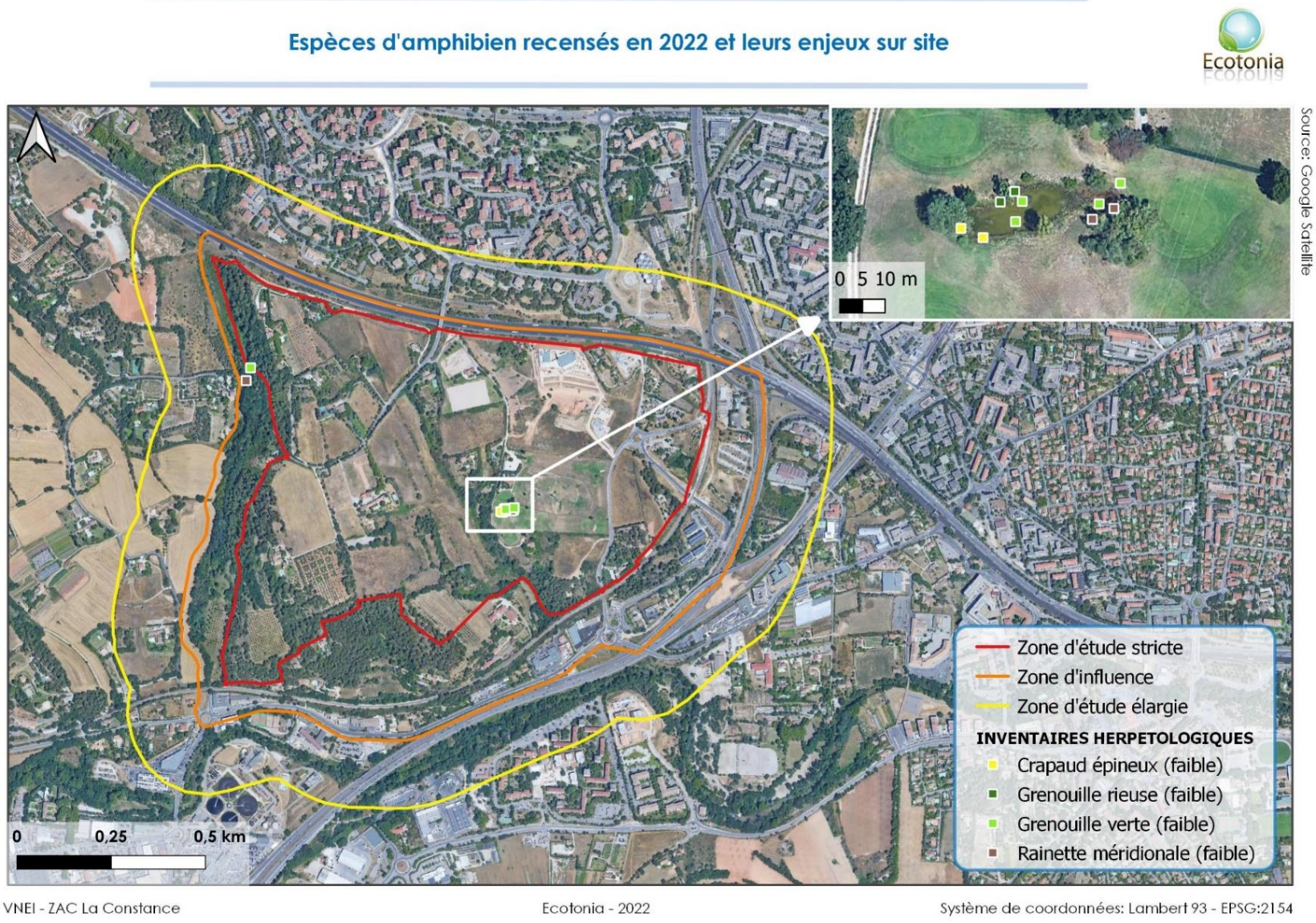
Le tableau suivant présente les différentes espèces observées au cours des différentes sessions d'inventaires ayant eu lieu de 2018 à 2022 :

Tableau 28 - Synthèse des relevés d'amphibiens à enjeu suivant les années de prospection.

Nom scientifique	Nom vernaculaire	Espèce protégée	Enjeu régional	Enjeu sur site	Utilisation du site	Année de recensement
Pelophylax sp.	**Grenouille « verte »**	OUI	**FAIBLE**	**FAIBLE**	**Cycle de vie complet** Mare du golf et ripisylve ouest	**2021 et 2022**
Pelophylax ridibundus	**Grenouille rieuse**	OUI	**FAIBLE**	**FAIBLE**	**Cycle de vie complet** Mare du golf	**2018/2019 et 2022**
Hyla meridionalis	**Rainette méridionale**	OUI	**FAIBLE**	**FAIBLE**	**Cycle de vie complet** Mare du golf et ripisylve ouest	**2018/2019 et 2022**
Bufo spinosus	**Crapaud épineux**	OUI	**FAIBLE**	**FAIBLE**	**Cycle de vie complet** Mare du golf	**2021 à 2022**
Pelodytes punctatus	**Pelodyte ponctué ***	OUI	**FAIBLE**	**FAIBLE**	**Espèce potentielle**	**2018/2019**
Epidalea calamita	**Crapaud calamite ***	OUI	**FAIBLE**	**FAIBLE**	**Espèce potentielle**	**2018/2019**

6.4.8 Cartographie des enjeux amphibiens

Les **espèces d'amphibiens à enjeux** contactées sur l'aire d'étude sont localisées dans la carte suivante.



Carte 36 : Cartographie des espèces d'amphibiens et habitats d'espèces, inventoriées sur le site d'étude en 2022 et leurs enjeux sur site

6.5 Reptiles

6.5.1 Bibliographie commune

La base de données Silene recense **douze espèces de reptiles** sur la commune d'Aix-en-Provence au niveau de la maille E089ON6270 :

- **Couleuvre à échelons** *(Zamenis scalaris)*
- **Couleuvre vipérine** *(Natrix maura)*
- **Lézard à deux raies (L. vert occidental)** *(Lacerta bilineata)*
- **Lézard des murailles** *(Podarcis muralis)*
- **Lézard ocellé** *(Timon lepidus)*
- **Orvet fragile** *(Anguis fragilis)*
- **Psammodrome d'Edwards** *(Psammodromus edwarsianus)*
- **Seps strié** *(Chalcides striatus)*
- **Tarente de Maurétanie** *(Tarentola mauritanica)*
- **Couleuvre helvétique** *(Natrix helvetica)*
- **Couleuvre de Montpellier** *(Malpolon monspessulanus)*
- **Couleuvre d'Esculape** *(Zamenis longissumus)*

Toutes ces espèces sont soumises à protection.

- **Trachémyde écrite** (Tortue de Floride) *(Trachemys scripta)*, cette espèce est invasive et donc à un statut particulier.

La base de données communales de l'INPN ne recense pas de reptiles sur la commune.

La base de données communales de Faune PACA recense **Dix espèces de reptiles** sur la commune :

- **Coronelle girondine** *(Coronella girondica)*
- **Couleuvre à échelons** *(Zamenis scalaris)*
- **Couleuvre vipérine** *(Natrix maura)*
- **Lézard à deux raies (L. vert occidental)** *(Lacerta bilineata)*
- **Lézard des murailles** *(Podarcis muralis)*
- **Lézard ocellé** *(Timon lepidus)*
- **Orvet fragile** *(Anguis fragilis)*
- **Psammodrome d'Edwards** *(Psammodromus edwarsianus)*
- **Seps strié** *(Chalcides striatus)*
- **Tarente de Maurétanie** *(Tarentola mauritanica)*

Toutes ces espèces sont soumises à protection.

- **Trachémyde écrite** (Tortue de Floride) *(Trachemys scripta)*, cette espèce est invasive et donc à un statut particulier.

Potentialités de présence

Lors de l'analyse bibliographique pour les reptiles seules les ZNIEFF ou Zone Naturelle d'Intérêt Écologique Faunistique et Floristique et les ZSC ont été prises en compte dans un rayon de 5km par rapport à l'aire d'étude. Considérant la capacité de dispersion des reptiles, seuls les espaces classés situés dans un rayon de 5 km sont pris en compte.

Après vérification de ces données, aucune des espèces de ces inventaires ne peut potentiellement se retrouver sur l'aire d'étude.

Parmi les listes d'inventaires communaux citées précédemment, les potentialités d'espèces sont les suivantes :

- **Coronelle girondine** *(Coronella girondica)* : C'est une espèce des zones de rocailles et de failles où elle trouve des caches. Espèce, peu courante, craintive elle n'est **pas potentielle** sur l'aire de projet.
- **Couleuvre vipérine** *(Natrix maura)* : inféodée au milieu aquatique et la mare étant trop anthropique pour qu'elle s'y installe, elle n'est **pas potentielle** sur l'aire de projet.
- **Lézard ocellé** *(Timon lepidus)* : C'est une espèce très farouche qui dans son environnement nécessite du calme et des abris. Il n'est **pas potentiel** sur l'aire de projet.
- **Seps strié** *(Chalcides striatus)* : Il affectionne particulièrement les milieux à hautes herbes, plutôt secs de type pelouses à brachypodes etc. Ses milieux de prédilection n'étant pas présents sur l'aire de projet, l'espèce n'est **pas potentielle**.
- **Couleuvre helvétique** *(Natrix helvetica)* : Cette espèce même si ubiquiste est assez liée aux milieux relativement humides. Elle se nourrit principalement d'amphibiens et fréquente les milieux où elle peut en rencontrer. Les habitats présents sur l'aire d'étude étant trop faibles en eau ou trop anthropisés ne conviennent pas à l'espèce. Elle n'est **pas potentielle** sur l'aire d'étude.
- **Couleuvre d'esculape** *(Zamenis longissumus)* : La couleuvre d'esculape fréquente les bosquets, lisières, prairies, lieux arides ensoleillés, coteaux rocheux et rocailleux, et murailles en ruine. Peu fréquente et farouche l'espèce n'est **pas potentielle** sur l'aire de projet.
- **Orvet fragile** *(Anguis fragilis)* : Très ubiquiste, nécessitant que peu d'humidité, l'Orvet fragile se rencontre dans multitude de milieux où la végétation est abondante. L'espèce est **potentielle** sur l'aire de projet.

Parmi les listes d'inventaires communaux citées précédemment, les espèces observées sur le site sont les suivantes :

- **Lézard des murailles** *(Podarcis muralis)* : **a été observé** sur l'aire d'étude lors de toutes les périodes de prospection.
- **Trachémyde écrite** (*Tortue de Floride*) : l'espèce **a été observée en 2018**. Néanmoins étant invasive elle ne présente pas d'enjeu particulier et ne sera pas développée plus loin.
- **Tarente de Maurétanie** *(Tarentola mauritanica)* : Anthropophile, l'espèce affectionnant les constructions présentes sur l'aire d'étude, **a été observée**.
- **Psammodrome d'Edwards** *(Psammodromus edwarsianus)* : espèce méditerranéenne des milieux pionniers : garrigue, arrière-dune du littoral, abords des chemins. Cette espèce est **a été observé sur l'aire d'étude lors des inventaires de 2022.**
- **Couleuvre de Montpellier** *(Malpolon monspessulanus)* : L'espèce a une préférence pour terrains secs et rocailleux qui garantissent de nombreuses cachettes pour se réfugier. Cependant, elle se rencontre également dans des forêts de chênes verts, à proximité de points d'eau ou encore dans les prairies. L'espèce **a été observée sur l'aire d'étude en 2021 et 2022.**

- **Lézard à deux raies (L. vert occidental)** *(Lacerta bilineata)* : Le lézard à deux raies est une espèce craintive, occupant une vaste diversité de milieux où elle est peu dérangée, généralement avec une végétation basse, en garrigues, dans les jardins, en lisière de forêt, etc., elle a été observée sur l'aire de projet en 2021 et 2022.

6.5.2 Résultats de l'expertise de 2013 (ENDEMYS)

Une espèce de reptile a été observée sur le site d'étude : le **Lézard à deux raies** (*Lacerta bilineata*).

Les Reptiles apprécient pour la majorité des milieux secs et chauds, à l'exception de quelques espèces qui recherchent la proximité de l'eau.

La liste des espèces de Reptiles présentes sur le secteur d'étude est présentée ci-après :

Tableau 29 : Liste des espèces de Reptiles présents et potentiels sur le site d'étude en 2013

Présence certaine	Présence potentielle	*Nom scientifique*	Nom vernaculaire	Protections	Dir. HFF	LR France
	X	*Coronella girondica*	Coronelle girondine	BEIII – PN3	-	LC
	X	*Natrix natrix*	Couleuvre à collier	BEIII – PN2	-	LC
	X	*Zamenis scalaris*	Couleuvre à échelons	BEIII – PN3	-	LC
	X	*Malpolon monspessulanus*	Couleuvre de Montpellier	BEIII – PN3	-	LC
	X	*Zamenis longissima*	Couleuvre d'Esculape	BEII – PN2	Ann. IV	LC
	X	*Natrix maura*	Couleuvre vipérine	BEIII – PN3	-	LC
	X	*Hemidactylus turcicus*	Hémidactyle verruqueux	BEIII – PN3	-	LC
	X	*Podarcis muralis*	Lézard des murailles	BEII – PN2	Ann. IV	LC
	X	*Timon lepidus*	Lézard ocellé	BEII – PN3	-	VU
X		*Lacerta bilineata*	Lézard à deux raies	BEIII – PN2	Ann. IV	LC
	X	*Anguis fragilis*	Orvet fragile	BE III – PN3	-	LC
	X	*Psammodromus edwarsianus*	Psammodrome d'Edwards	BEIII – PN3	-	NT
	X	*Chalcides striatus*	Seps strié	BE III – PN3	-	LC
	X	*Tarentola mauritanica*	Tarente de Mauritanie	BE III – PN3	-	LC

Sources :

1. Protections :
BE (Convention de Berne) : Convention relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel d'Europe (Convention de Berne) – 19.09.1979 – Conseil de l'Europe – Document officiel
PN (Protection Nationale) : Arrêté du 19 novembre 2007 fixant les listes des amphibiens et des reptiles protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection – République Française – 26.09.2018 – Document officiel
2. Dir. HFF :
Directive 92/43/CEE (Directive européenne dite Directive Habitats-Faune-Flore) du 21 mai 1992 concernant la conservation des habitats naturels ainsi que de la faune et de la faune sauvage – Commission Européenne – 01.01.2007 – Document officiel
3. Listes Rouges :
LR Nationale : Liste rouge des espèces menacées en France - chapitre Reptiles et Amphibiens de France métropolitaine - UICN France, SHF & MNHN – 2015

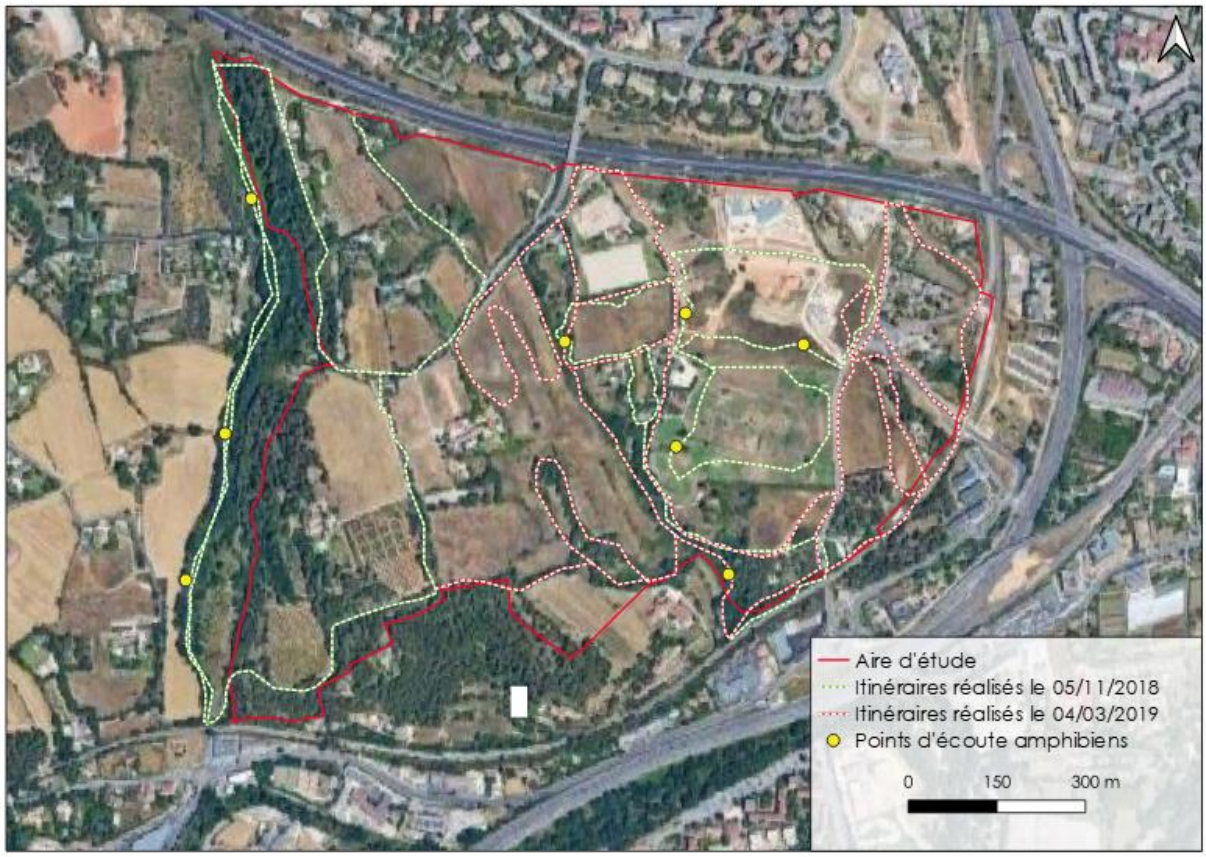
Catégories UICN pour la Liste Rouge			
EX	Espèce éteinte au niveau mondial	NT	Quasi-menacée
EW	Espèce éteinte à l'état sauvage	LC	Préoccupation mineure
RE	Espèce disparue	DD	Données insuffisantes pour évaluation
CR	En danger critique	NA	Non applicable (espèce non soumise à évaluation)
EN	En danger	NE	Non évaluée
VU	Vulnérable		

6.5.3 Résultats de l'expertise de 2018 (Ecotonia)

6.5.3.1 Observations de terrain

Lors des inventaires de terrains en 2018, deux espèces de reptiles ont été contactées sur l'aire d'étude. Il s'agit de :

- **La Trachémyde écrite** *(Trachemys scripta)*
- **Le Lézard des murailles** *(Podarcis muralis)*



Carte 37 : Transects et points d'écoute réalisés lors des inventaires herpétologiques en 2018 et 2019

6.5.3.2 Habitats d'espèces

La **Trachémyde à tempes rouges** a été contactée dans la **mare** située au sein du golf. Le **Lézard des murailles** a été observé sur un chemin situé dans la friche au nord du golf.

Les friches

Les friches et notamment les friches relativement anciennes peuvent être des habitats favorables à certains reptiles. La couverture herbacée leur permet de se dissimuler des prédateurs très rapidement. Les friches, parfois impénétrables leur assurent aussi du calme.

Au nord de l'aire d'étude se trouvent des friches où l'on retrouve des décombres et gravats notamment. Ces habitats sont très favorables pour les reptiles qui y trouvent beaucoup de place d'ensoleillement.

Il est possible d'y rencontrer des espèces telles que le Psammodrome d'Edwards, la Couleuvre de Montpellier et la Couleuvre d'Esculape.

Les jardins, prairies et pelouses

Ces habitats permettent l'établissement d'espèces anthropophiles ou peu exigeantes comme le Lézard des murailles ou encore l'Orvet fragile. Les couleuvres pourraient éventuellement les emprunter pour chasser ou transiter.

Les forêts et boisements

Les milieux boisés peuvent éventuellement être empruntés par les couleuvres de manière temporaire afin de transiter. Ce ne sont pas les milieux que privilégient ces espèces.

Les lisières quant à elles peuvent abriter une certaine diversité de reptiles étant donné les caches qu'elles proposent.

Étant donné la diversité d'habitats et la superficie de l'aire d'étude, cinq espèces sont jugées comme potentiellement présentes. Il s'agit de la **Tarente de Maurétanie** (*Tarentola mauritanica*), l'**Orvet fragile** (*Anguis fragilis*) ; le **Lézard à deux raies** (*Lacerta bilineata*), le **Psammodrome d'Edwards** (*Psammodromus edwarsianus*) et la **Couleuvre de Montpellier** (*Malpolon monspessulanus*).

6.5.3.3 Espèces à enjeu de conservation

Une espèce à enjeu de conservation a été contactée sur l'aire d'étude lors des inventaires de 2018/2019.

- Le **Lézard des murailles** (*Podarcis muralis*)

Très ubiquiste et commensale de l'homme, cette espèce se rencontre dans une multitude de milieux naturels ou anthropiques. En période de froid, elle trouve refuge dans toute sorte d'anfractuosités, des trous de vieux murs. La période de reproduction a lieu à la sortie d'hibernation de mars à début juillet. Les œufs éclosent courant septembre.

Un enrochement lui étant favorable a été repéré sur la centrale du Nord de l'aire d'étude. Ce type de muret, anciennement construit en zones agricoles afin de séparer les parcelles, est propice aux reptiles notamment au lézard des murailles. En effet, celui-ci peut facilement y trouver de quoi se cacher, de plus, les pierres, emmagasinant la chaleur sont de bons solariums.

Photographie 30 : Enrochement favorable au Lézard des murailles sur l'aire de projet



Cinq espèces à enjeu de conservation sont également retenues potentielles.

- Le **Psammodrome d'Edwards** (*Psammodromus edwarsianus)*

Lézard typique des zones arides méditerranéennes notamment garrigues et maquis bas, plaine caillouteuse, étendues sableuses… Il affectionne les milieux ouverts pour lesquels la couverture au sol est faible et la strate arborée rare ou absente. Ainsi, on le retrouve dans les pâturages, les pelouses à brachypodes, à thym, romarin, les cystaies, les formations d'immortelles …. La période de reproduction a lieu de mars à juin et la ponte d'avril à juillet. Les éclosions ont lieu courant juillet généralement.

- La **Couleuvre de Montpellier** (*Malpolon monspessulanus)*

Particulièrement ubiquiste elle est préférentiellement présente en milieux ouverts et zone d'écotones. Cependant on peut la retrouver dans les autres types de milieux comme notamment les zones de hautes herbes où elle a l'habitude de chasser. La période de reproduction débute généralement mi-mai et l'éclosion a lieu durant le mois d'août.

- Le **Lézard à deux raies** (*Lacerta bilineata*)

Le Lézard à deux raies occupe une vaste diversité de milieux où il est peu dérangé, généralement avec une végétation basse, en garrigues, dans les jardins, en lisière de forêt. Il hiberne jusqu'au mois de mars environ, la reproduction à lieu en avril et l'éclosion au mois d'août.

Bien que non contacté en 2018/2019, le Lézard à deux raies, avéré en 2013, est considéré comme présent sur le site.

- L'**Orvet fragile** *(Anguis fragilis)*

Très ubiquiste, nécessitant que peu d'humidité, l'Orvet fragile se rencontre dans multitude de milieux où la végétation est abondante (ourlets herbacés, ronces, ou encore litière végétale.). Fouisseur il creuse dans les sols meubles et passe une grande partie de son existence sous terre. Il sort d'hibernation généralement en mars, courant janvier/ février parfois selon les températures. La reproduction a lieu d'avril à juin et la mise- bas à lieu généralement jusqu'en septembre.

- La **Tarente de Maurétanie** *(Tarentola mauritanica)*

Méditerranéenne stricte, avec une forte affinité anthropophile elle se rencontre quasiment exclusivement sur les zones urbaines. Elle est active à partir de février, la reproduction débute presque aussitôt, les œufs éclosent généralement en septembre.

Tableau 30 : Statut des espèces de Reptiles à enjeu de conservation présentes ou considérées comme présentes (en gris) sur le site d'étude en 2018-2019

Nom scientifique	Nom vernaculaire	Protections	Dir. HFF	LR France	LR PACA	Statut ZNIEFF
Podarcis muralis	**Lézard des murailles**	BE II – PN2	Ann. IV	LC	LC	-
Psammodromus edwarsianus	**Psammodrome d'Edwards**	BE III - PN3	-	NT	NT	RQ
Malpolon monspessulanus	**Couleuvre de Montpellier**	BE III - PN3	-	LC	NT	-
Lacerta bilineata	**Lézard à deux raies**	BE III - PN2	Ann. IV	LC	LC	-
Anguis fragilis	**Orvet fragile**	BE III - PN3	-	LC	DD	-
Tarentola mauritanica	**Tarente de Maurétanie**	BE III - PN3	-	LC	LC	-

Sources :
1. Protections :
BE (Convention de Berne) : Convention relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel d'Europe (Convention de Berne) – 19.09.1979 – Conseil de l'Europe – Document officiel
PN (Protection Nationale) : Arrêté du 19 novembre 2007 fixant les listes des amphibiens et des reptiles protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection – République Française – 26.09.2018 – Document officiel
2. Dir. HFF :
Directive 92/43/CEE (Directive européenne dite Directive Habitats-Faune-Flore) du 21 mai 1992 concernant la conservation des habitats naturels ainsi que de la faune et de la faune sauvage – Commission Européenne – 01.01.2007 – Document officiel
3. Listes Rouges :
LR Nationale : Liste rouge des espèces menacées en France - Chapitre Reptiles et Amphibiens de France métropolitaine - UICN France, SHF & MNHN – 2015
LR PACA : Liste rouge régionale des amphibiens et reptiles de Provence-Alpes-Côte d'Azur – CEN PACA - 2017
4. Statut ZNIEFF :
Liste des espèces de faune déterminantes en région PACA – MNHN, DREAL PACA & CEN PACA – 29/11/2017
Liste des espèces de faune remarquables en région PACA – MNHN, DREAL PACA & CEN PACA – 29/11/2017

Catégories UICN pour la Liste Rouge

EX	Espèce éteinte au niveau mondial	NT	Quasi-menacée
EW	Espèce éteinte à l'état sauvage	LC	Préoccupation mineure
RE	Esp7ce disparue	DD	Données insuffisantes pour évaluation
CR	En danger critique	NA	Non applicable (espèce non soumise à évaluation)
EN	En danger	NE	Non évaluée
VU	Vulnérable		

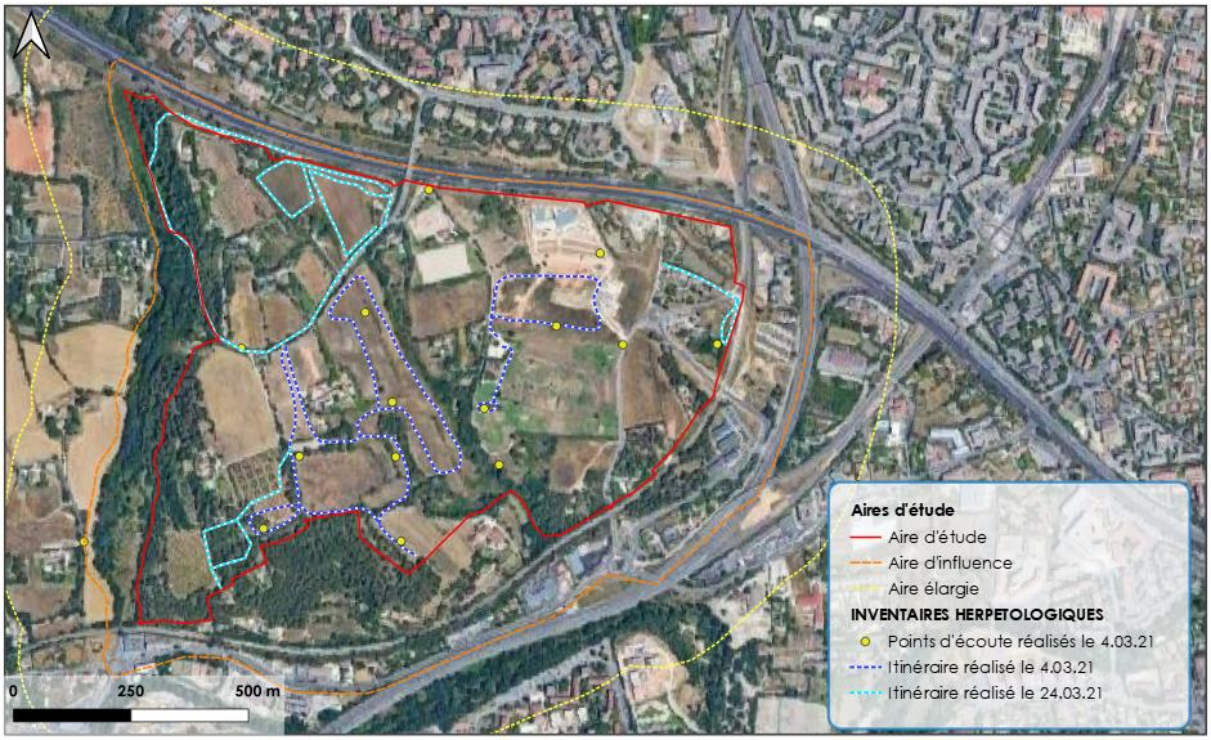
Une espèce à enjeu négligeable de conservation a été contactée sur le site d'étude : la **Trachémyde à tempes rouges**. Cette espèce aussi connue sous le nom de Tortue de Floride est une espèce introduite en France et considérée comme envahissante. Sa présence est certainement due à un relâché.

Les autres espèces de reptiles citées dans la bibliographie ne sont pas potentielles du fait de leur écologie, des habitats naturels en présence et de l'environnement du site.

6.5.4 Résultats de l'expertise de 2021 (Ecotonia)

Trois espèces de reptiles ont été observées sur le site d'étude lors des inventaires réalisés en 2021 :

- La **Couleuvre de Montpellier** (*Malpolon monspessulanus*)
- Le **Lézard des murailles** (*Podarcis muralis*)
- Le **Lézard à deux raies** (*Lacerta bilineata*)



Carte 38 : Transects et points d'écoute réalisés lors des inventaires herpétologiques en 2021

6.5.4.1 Évolution des habitats d'espèces

Les zones les plus favorables aux espèces de reptiles contactées sont les friches à végétation haute et les vergers ou oliveraies qui permettent l'alimentation et la cache des couleuvres et du Lézard à deux raies.

Les secteurs urbanisés qui représentent une grande part du site d'étude : habitations, petites infrastructures linéaires, zones de gravats… sont particulièrement propices aux espèces antropophiles : Lézard des murailles et Tarente de Maurétanie (non observée lors des passages effectués).

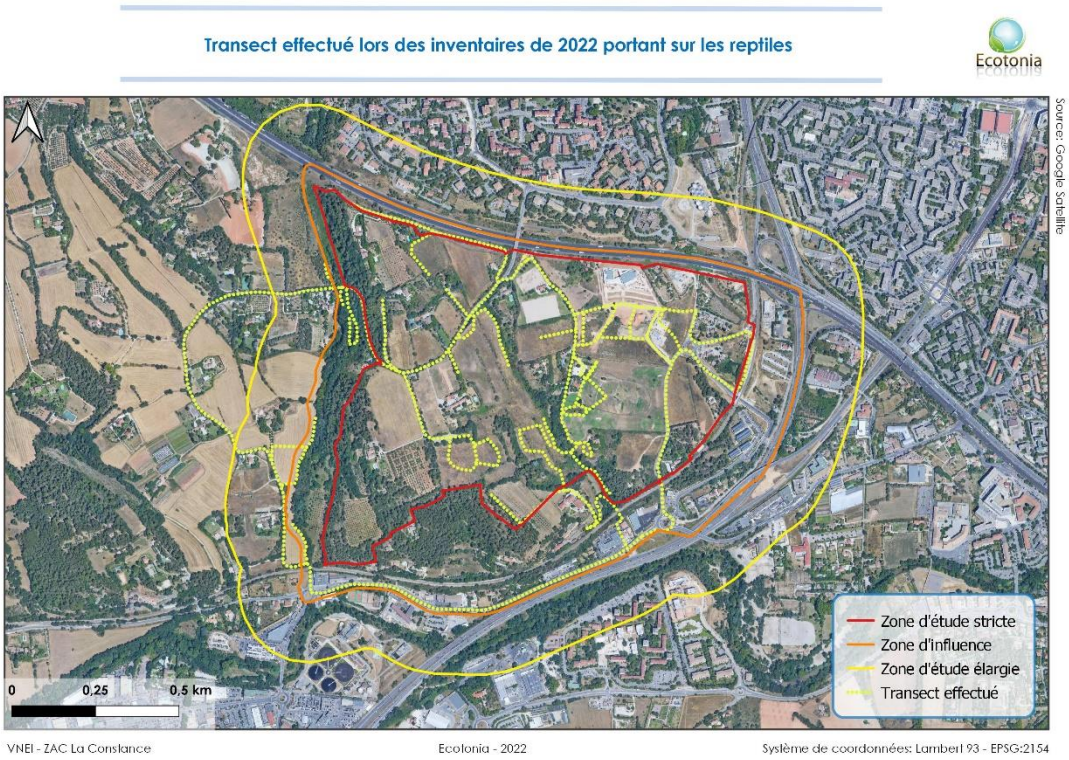
6.5.4.2 Espèces à enjeu de conservation

Trois espèces à enjeu de conservation ont été contactées sur l'aire d'étude lors des inventaires de 2021 : le **Lézard des murailles** (*Podarcis muralis*), la **Couleuvre de Montpellier** (*Malpolon monspessulanus*) et le **Lézard à deux raies** (*Lacerta bilineata*). Les deux dernières espèces étaient considérées comme potentielles sur le site lors des inventaires précédents. Le Lézard à deux raies avait été contacté en 2013.

La **Couleuvre de Montpellier retrouve toutes les caractéristiques nécessaires à son installation et sa reproduction** sur l'aire d'étude. Un individu adulte à été observé au sud-ouest du site.

Le **Lézard à deux raies** a été contacté dans des milieux très différents du site : en milieu ouvert, dans la ripisylve de la Thumine et dans une lisière boisée jouxtant un verger. **L'espèce peut également accomplir tout son cycle de vie** sur le site qui lui offre des habitats favorables.

Du fait des habitats naturels en présence, la **Tarente de Maurétanie** (*Tarentola mauritanica*), l'**Orvet fragile** (*Anguis fragilis*) et le **Psammodrome d'Edwards** (*Psammodromus edwarsianus*) restent potentiels.



Carte 39 -Transect réalisé lors des inventaires herpétologiques en 2022

L'Orvet fragile se rencontrera davantage dans les boisements, évitant les pinèdes tandis que le Psammodrome d'Edwards dans les milieux semi-ouverts secs de type garrigue.

6.5.5 Résultats de l'expertise de 2022 (Ecotonia)

6.5.5.1 Observation de terrain

Six inventaires diurnes alloués aux reptiles ont été réalisés sur le site d'étude. Ces inventaires ont été effectués le 6 et 20 avril 2022, le 23 et 26 mai 2022 et le 21 et 24 juin 2022.

Ces prospections de terrain ont permis de recenser **cinq espèces** sur le site d'étude, lesquelles sont :

- **La Couleuvre de Montpellier** *(Malpolon monspessulanus)*
- **Le Psammodrome d'Edwards** *(Psammodromus edwarsianus)*
- **Le Lézard des murailles** *(Podarcis muralis)*
- **Le Lézard à deux raies** *(Lacerta bilineata)*
- **La Tarente de Maurétanie** *(Tarentola mauritanica)*

La cartographie suivante montre les transects effectués lors des inventaires de 2022.

6.5.5.2 Évolution des habitats d'espèces

Les habitats favorables aux reptiles restent inchangés depuis les données présentées en 2021(cf 6.5.4.1).

En effet, l'aire d'étude se compose de différents habitats ouverts favorables aux reptiles tels que des friches ou des parcelles agricoles avec de nombreux tas de bois. L'ouest de cette zone est caractérisé par deux oliveraies, offrant un lieu de chasse idéal pour les lézards et les serpents. Ces deux oliveraies sont séparées par une pinède.

Un cours d'eau à l'ouest de l'aire d'étude s'écoule avec un faible débit du nord au sud pouvant offrir un habitat très favorable à la **Couleuvre de Montpellier** qui a pour habitude de chasser non loin des cours d'eau.

Outre ces habitats, le reste de l'aire d'étude est composé de milieux urbanisés, de propriétés privées, de zones en chantier ainsi que de milieux bocagers pouvant s'avérer très favorables à plusieurs espèces.

6.5.5.3 Espèces à fort enjeu régional de conservation

Aucune espèce de reptiles à enjeu fort de conservation n'a été observée sur le site d'étude.

6.5.5.4 Espèces à enjeu régional de conservation modéré

Deux espèces de reptiles à enjeu modéré de conservation ont été observées sur le site d'étude. Leur statut de conservation est détaillé dans le tableau suivant.

Tableau 31 - Espèces de reptiles à enjeu modéré de conservation observées sur l'aire d'étude

Nom scientifique	Nom vernaculaire	Protections (BE, PN)	Dir. HFF	LR Nationale	LR Régionale	Statut ZNIEFF
Psammodromus edwarsianus	**Psammodrome d'Edwards**	BE II – PN3	-	NT	NT	RQ
Malpolon monspessulanus	**Couleuvre de Montpellier**	BE III – PN3	-	LC	NT	-

Sources :

1. Protections :

BE (Convention de Berne) : Convention relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel d'Europe (Convention de Berne) – 19.09.1979 – Conseil de l'Europe – Document officiel

PN (Protection Nationale) : Arrêté du 19 novembre 2007 fixant les listes des amphibiens et des reptiles protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection – République Française – 26.09.2018 – Document officiel

2. Dir. HFF (Directive Habitats Faune Flore) **:**

Directive 92/43/CEE (Directive européenne dite Directive Habitats-Faune-Flore) du 21 mai 1992 concernant la conservation des habitats naturels ainsi que de la faune et de la faune sauvage – Commission Européenne – 01.01.2007 – Document officiel

3. Listes Rouges :

LR Nationale : Liste rouge des espèces menacées en France - Chapitre Reptiles et Amphibiens de France métropolitaine - UICN France, SHF & MNHN – 2015

LR Régionale : Liste rouge régionale des amphibiens et reptiles de Provence-Alpes-Côte d'Azur – CEN PACA - 2017

4. Statut ZNIEFF :

Liste des espèces de faune déterminantes en région PACA – MNHN, DREAL PACA & CEN PACA – 29/11/2017

Liste des espèces de faune remarquables en région PACA – MNHN, DREAL PACA & CEN PACA – 29/11/2017

Catégories UICN pour la Liste Rouge

EX	Espèce éteinte au niveau mondial	NT	Quasi-menacée
EW	Espèce éteinte à l'état sauvage	LC	Préoccupation mineure
RE	Espèce disparue au niveau régional	DD	Données insuffisantes pour évaluation
CR	En danger critique	NA	Non applicable (espèce non soumise à évaluation)
EN	En danger	NE	Non évaluée
VU	Vulnérable		

- **Le Psammodrome d'Edwards *(Psammodromus edwarsianus)* :**

C'est un lézard de petite taille très reconnaissable à ses six lignes dorsolatérales et à ses écailles carénées. Il est présent au dans les milieux ouverts rocailleux au couvert herbacé relativement dense comme les garrigues où il se déplace avec une grande agilité. Son régime alimentaire se compose essentiellement d'insectes et de petits invertébrés.



Psammodrome d'Edwards
(Source: M. Mallocher - Ecotonia)

- **Deux individus** ont été contactés lors de la prospection du printemps 2022, sur un terrain en friche au nord du golf. Cette espèce peut effectuer son cycle de vie complet dans cet habitat.
- Considérant qu'elle effectue tout son cycle de vie dans l'aire d'étude stricte, son enjeu écologique sur le site d'étude est similaire à son enjeu régional, et est évalué à **modéré.**

- **La Couleuvre de Montpellier *(Malpolon monspessulanus)*** :

Présent sur l'ensemble du pourtour méditerranéen, c'est le plus grand représentant des serpents européens, pouvant atteindre plus de deux mètres. Les mâles se distinguent des femelles par leur couleur souvent verdâtre, tandis que les femelles sont grises. Cette espèce fréquente les écotones avec abris bien qu'elle soit également présente en milieu forestier et dans les ripisylves, dans lesquelles elle chasse activement ses proies.



Couleuvre de Montpellier
(Source : M. Mallocher - Ecotonia)

- **Un individu** mâle a été contacté lors de la prospection, au printemps 2022. Cet individu a été contacté en lisière de boisement. Au vu des habitats, l'espèce peut effectuer son cycle de vie complet.
- Considérant qu'elle effectue tout son cycle de vie dans l'aire d'étude stricte, son enjeu écologique sur le site d'étude est similaire à son enjeu régional, et est évalué à **modéré.**

6.5.5.5 Espèces à faible enjeu régional de conservation

Trois espèces de reptiles à enjeu faible de conservation ont été observées sur le site d'étude. Leur statut de conservation est détaillé dans le tableau suivant.

Tableau 32 - Espèces de reptiles à enjeu faible de conservation observées sur l'aire d'étude

Nom scientifique	Nom vernaculaire	Protections (BE, PN)	Dir. HFF	LR Nationale	LR Régionale	Statut ZNIEFF
Lacerta bilineata	**Lézard à deux raies**	BE III – PN2	Ann. IV	LC	LC	-
Podarcis muralis	**Lézard des murailles**	BE II – PN2	Ann. IV	LC	LC	-
Tarentola mauritanica	**Tarente de Maurétanie**	BE III – PN3	-	LC	LC	-

Sources :

1. Protections :

BE (Convention de Berne) : Convention relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel d'Europe (Convention de Berne) – 19.09.1979 – Conseil de l'Europe – Document officiel

PN (Protection Nationale) : Arrêté du 19 novembre 2007 fixant les listes des amphibiens et des reptiles protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection – République Française – 26.09.2018 – Document officiel

2. Dir. HFF (Directive Habitats Faune Flore) **:**

Directive 92/43/CEE (Directive européenne dite Directive Habitats-Faune-Flore) du 21 mai 1992 concernant la conservation des habitats naturels ainsi que de la faune et de la faune sauvage – Commission Européenne – 01.01.2007 – Document officiel

3. Listes Rouges :

LR Nationale : Liste rouge des espèces menacées en France - Chapitre Reptiles et Amphibiens de France métropolitaine - UICN France, SHF & MNHN – 2015

LR Régionale : Liste rouge régionale des amphibiens et reptiles de Provence-Alpes-Côte d'Azur – CEN PACA - 2017

4. Statut ZNIEFF :

Liste des espèces de faune déterminantes en région PACA – MNHN, DREAL PACA & CEN PACA – 29/11/2017

Liste des espèces de faune remarquables en région PACA – MNHN, DREAL PACA & CEN PACA – 29/11/2017

Catégories UICN pour la Liste Rouge

EX	Espèce éteinte au niveau mondial	NT	Quasi-menacée
EW	Espèce éteinte à l'état sauvage	LC	Préoccupation mineure
RE	Espèce disparue au niveau régional	DD	Données insuffisantes pour évaluation
CR	En danger critique	NA	Non applicable (espèce non soumise à évaluation)
EN	En danger	NE	Non évaluée
VU	Vulnérable		

- **Le Lézard à deux raies *(Lacerta bilineata)* :**

Ce lézard de taille moyenne se retrouve essentiellement dans les couverts végétaux denses et bien exposés au soleil (prairies, pieds de haies, lisières de forêt, etc.).

Il possède un régime alimentaire opportuniste, bien qu'il se nourrisse essentiellement d'insectes, il peut également chasser de petits mammifères et même des œufs dans les arbres, et de petits oisillons.



Lézard à deux raies
(Source : M. Mallocher - Ecotonia)

- **Plusieurs individus** ont été contactés lors des prospections de 2022, en Lisière à l'ouest du talweg qui traverse le site, sur la partie nord du terrain de golf, ainsi que dans les pinèdes à l'ouest du site. Les milieux présents, tels que les lisières boisées, les friches et l'oliveraie lui sont favorables pour effectuer son cycle de vie complet.
- Considérant qu'il effectue tout son cycle de vie dans l'aire d'étude stricte, son enjeu écologique sur le site d'étude est similaire à son enjeu régional, et est évalué à **faible.**

- **Le Lézard des murailles *(Podarcis muralis)* :**

C'est une espèce très ubiquiste qui fréquente aisément les milieux anthropisés. Ainsi, elle se retrouve dans divers types de milieux rocheux ou rocailleux (murets, gravats, pierriers, etc.) du moment qu'ils soient ensoleillés. Elle se nourrit de petits invertébrés.



Lézard des murailles
(Source : M. Mallocher - Ecotonia)

- **Plusieurs individus** de cette espèce ont été contactés sur l'aire d'étude lors des prospections printanières, au sein d'habitats variés. En effet, il a été contacté sur des terrains en friche, en bordures forestières, dans l'oliveraie et dans les vergers. Cette espèce effectue son cycle de vie complet au sein de ces habitats.
- Considérant qu'elle effectue tout son cycle de vie dans l'aire d'étude stricte, son enjeu écologique sur le site d'étude est similaire à son enjeu régional, et est évalué à **faible.**

- **La Tarente de Maurétanie *(Tarentola mauritanica)* :**

Ce gecko de taille moyenne fréquente aisément les milieux fortement anthropisés tels que les maisons, cabanons, etc. elle est présente sur l'ensemble du pourtour méditerranéen et se nourrit essentiellement de lépidoptères et de moustiques.



Tarente de Maurétanie
(Source : M. Mallocher - Ecotonia)

- **Un individu** a été contacté lors des prospections printanières, sous le chemin de fer traversant le chemin d'Aubépines. Cette espèce apprécie les zones de bâtis. Au vu des habitats présents, l'espèce peut effectuer son cycle de vie complet.
- Considérant qu'elle effectue tout son cycle de vie dans l'aire d'étude stricte, son enjeu écologique sur le site d'étude est similaire à son enjeu régional, et est évalué à **faible.**

6.5.6 Synthèse des enjeux reptiles en 2022

Cinq espèces de reptiles ont été contactées sur le site d'étude au cours des différentes sessions d'inventaires.

Les **reptiles** contactés affectionnent les milieux ouverts, secs et bien ensoleillés. La mosaïque de milieux qu'offre le site d'étude (milieux ouverts, milieux boisés, réseau bocager) est favorable à la présence de plusieurs espèces de reptiles notamment anthropophiles.

Le tableau suivant reprend ainsi les enjeux des espèces présentes et potentielles :

Tableau 33 : Tableau synthétique des enjeux pour les reptiles sur l'aire d'étude.

Nom scientifique	Nom vernaculaire	Espèce protégée	Enjeu régional	Enjeu sur site	Utilisation du site
Malpolon monspessulanus	**Couleuvre de Montpellier**	OUI	MODERÉ	MODERÉ	**Cycle de vie complet** Lisière de boisements
Psammodromus edwarsianus	**Psammodrome d'Edwards**	OUI	MODERÉ	MODERÉ	**Cycle de vie complet** Friches
Podarcis muralis	**Lézard des murailles**	OUI	FAIBLE	FAIBLE	**Cycle de vie complet** Boisements, friches, cultures
Lacerta bilineata	**Lézard à deux raies**	OUI	FAIBLE	FAIBLE	**Cycle de vie complet** Boisements, friches, cultures
Tarentola mauritanica	**Tarente de Maurétanie**	OUI	FAIBLE	FAIBLE	**Cycle de vie complet** Bâtis

- **Au vu des résultats des inventaires, les enjeux de conservation herpétologiques du site d'étude sont évalués à modérés.**

6.5.7 Synthèse globale des espèces observées de 2018 à 2022

Le tableau suivant présente les différentes espèces observées au cours des différentes sessions d'inventaires ayant eu lieu de 2018 à 2022 :

Tableau 34 - Synthèse des relevés de reptiles à enjeu suivant les années de prospection.

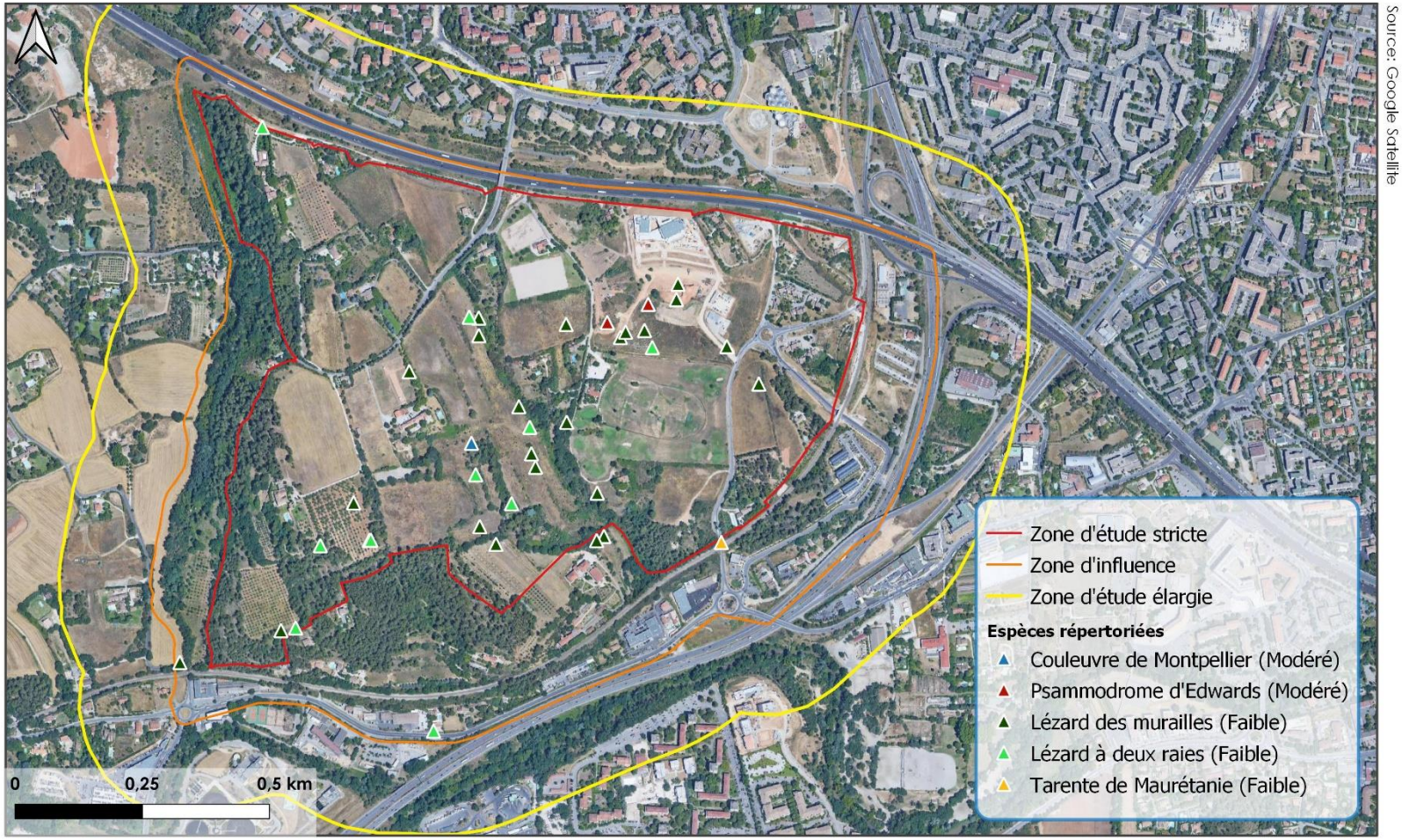
Nom scientifique	Nom vernaculaire	Espèce protégée	Enjeu régional	Enjeu sur site	Utilisation du site	Année de recensement
Malpolon monspessulanus	**Couleuvre de Montpellier**	OUI	MODERÉ	MODERÉ	**Cycle de vie complet** Lisière de boisements	**2021 et 2022**
Psammodromus edwarsianus	**Psammodrome d'Edwards**	OUI	MODERÉ	MODERÉ	**Cycle de vie complet** Friches	**2022**

Podarcis muralis	**Lézard des murailles**	OUI	**FAIBLE**	**FAIBLE**	**Cycle de vie complet** Boisements, friches, cultures	**2018/2019 et 2022**
Lacerta bilineata	**Lézard à deux raies**	OUI	**FAIBLE**	**FAIBLE**	**Cycle de vie complet** Boisements, friches, cultures	**2021 et 2022**
Tarentola mauritanica	**Tarente de Maurétanie**	OUI	**FAIBLE**	**FAIBLE**	**Cycle de vie complet** Bâtis	**2018/2019 et 2022**
**Anguis fragilis*	***Orvet fragile**	OUI	**FAIBLE**	**FAIBLE**	**Cycle de vie** Lisière de boisements	**-**

6.5.8 Cartographie des enjeux herpétologiques

Les **espèces de reptiles à enjeux** contactées sur l'aire d'étude sont localisées dans la carte suivante.

Espèces de reptiles recensées en 2022 et leurs enjeux sur site



Carte 40 : Cartographie des espèces de reptiles inventoriées sur le site d'étude en 2022

6.6 Chiroptères

6.6.1 Bibliographie

Trois ZSC et quatre ZNIEFF de type II nous renseignent de la présence de 9 espèces de Chiroptères à moins de 20 km de l'aire d'étude. Le tableau suivant présente ces espèces :

Tableau 35 : Données bibliographiques concernant les Chiroptères issues de l'INPN

Sites	Distance à l'aire d'étude	Connectivités avec l'aire d'étude	Espèces patrimoniales	Utilisation de la zone
ZSC FR9301605 « Montagne Sainte Victoire »	5,3 km	Aucune connectivité (forte urbanisation)	- *Rhinolophus hipposideros* - *Rhinolophus ferrumequinum* - *Myotis blythii* - *Miniopterus schreibersii* - *Myotis capaccinii* - *Myotis emarginatus* - *Myotis bechsteinii* - *Myotis myotis*	Sédentaire Sédentaire Sédentaire Sédentaire Migration Sédentaire Sédentaire Migration
ZSC FR9301603 « Chaîne de l'Etoile – Massif du Garlaban »	10,6 km	- continuum boisé - continuum hydraulique	- *Myotis blythii* - *Miniopterus schreibersii*	Sédentaire Sédentaire
ZSC FR9301597 « « Marais et zones humides liés à l'étang de Berre »	19,8 km	Aucune connectivité (forte urbanisation)	- *Rhinolophus hipposideros* - *Rhinolophus ferrumequinum* - *Myotis blythii* - *Miniopterus schreibersii* - *Myotis capaccinii* - *Myotis emarginatus* - *Myotis myotis*	Reproduction Reproduction Reproduction Reproduction Reproduction Reproduction Reproduction
ZNIEFF II 930012444 « Plateau d'Arbois »	2,7 km	- continuum boisé - continuum hydraulique	- *Rhinolophus ferrumequinum*	Migration/ Reproduction indéterminée
ZNIEFF II 930012450 « Montagne Sainte Victoire »	3,9 km	Aucune connectivité (forte urbanisation)	- *Miniopterus schreibersii* - *Rhinolophus ferrumequinum* - *Tadarida teniotis*	Migration/ Reproduction indéterminée Reproduction indéterminée Reproduction
ZNIEFF II 930012449 « Plateau des quatre termes »	7,3 km	- continuum boisé - continuum hydraulique	- *Myotis emarginatus*	Reproduction

ZNIEFF II 930020220 « Massif de Concors »	7,6 km	Aucune connectivité (forte urbanisation)	- *Miniopterus schreibersii* - *Myotis blythii* - *Rhinolophus ferrumequinum*	Migration/ Reproduction indéterminée Migration/ Reproduction indéterminée Migration/ Reproduction indéterminée

Les bases de données SILENE et Faune PACA viennent compléter les données issues de l'INPN :

Tableau 36 : Données bibliographiques concernant les Chiroptères issues de SILENE et Faune PACA

Communes	Distance moyenne commune/aire d'étude	Espèces protégées (dernière année d'obs.)
Aix-en-Provence	Inclus	- *Eptesicus serotinus* - *Myotis daubentonii* - *Nyctalus leisleri* - *Pipistrellus kuhlii* - *Pipistrellus pipistrellus* - *Pipistrellus pygmaeus* - *Miniopterus schreibersii* - *Nyctalus noctula* - *Rhinolophus ferrumequinum* - *Tadarida teniotis* - *Hypsugo savii*

Potentialités de présence

Lors de l'analyse bibliographique pour les reptiles seul les ZNIEFF ou Zone Naturelle d'Intérêt Écologique Faunistique et Floristique et ZSC ont été prises en compte et ce dans un rayon d'environ 20 km par rapport à l'aire d'étude. Les zonages se trouvant à des distances supérieures ne sont pas pris en compte car 15/20 km est la distance communément admise pour les distances de dispersions moyennes de ces espèces.

Il nous a semblé nécessaire malgré tout de vérifier l'écologie de chacune des espèces de chiroptères patrimoniaux listées pour la comparer aux potentialités présentes ou non sur l'aire d'étude.

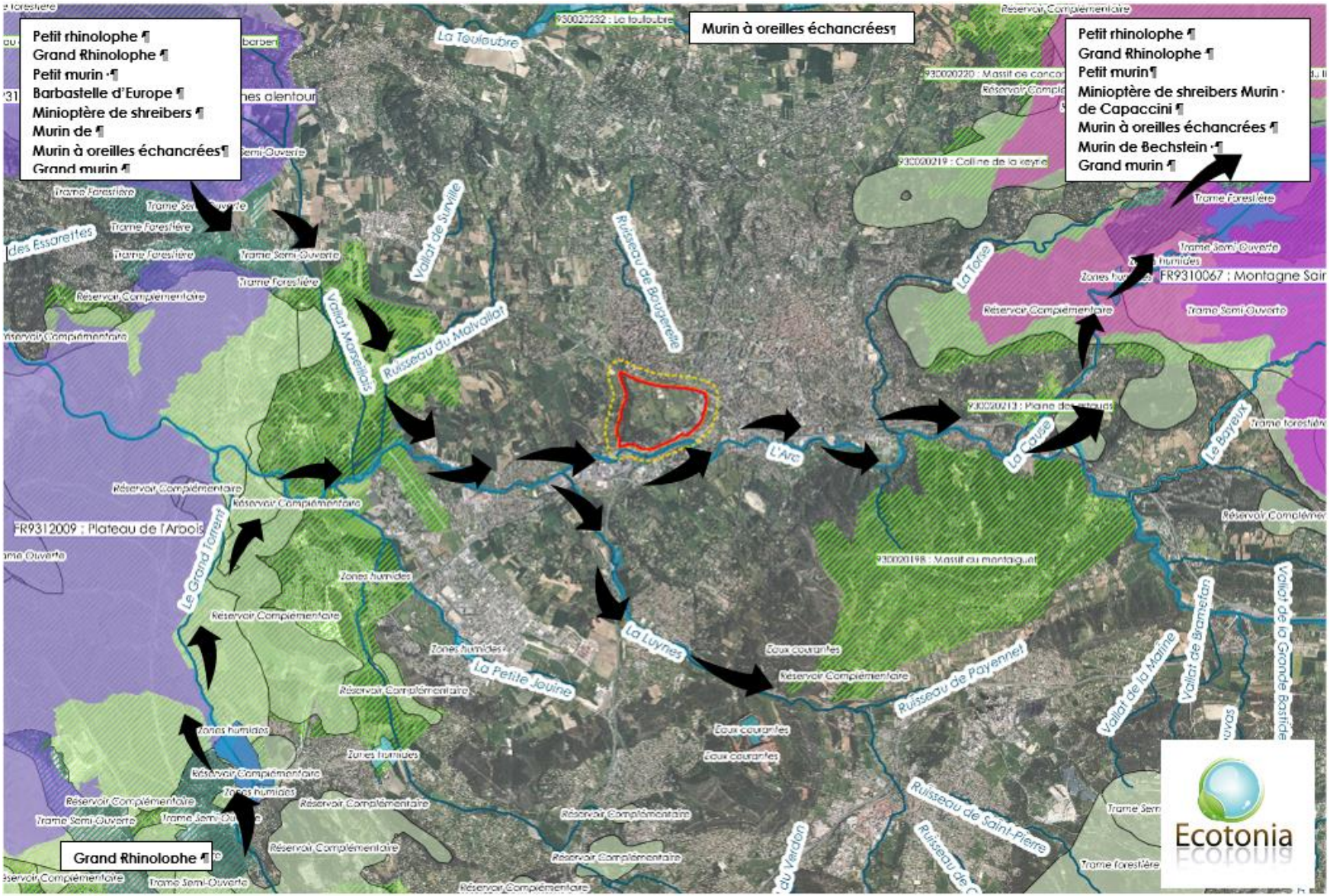
Tableau 37 : Données bibliographiques des espèces de chiroptères présentes à proximité de l'aire d'étude

Sites	Distance à l'aire d'étude	Connectivités avec l'aire d'étude	Espèces patrimoniales	Utilisation de la zone (C : Concentration ; H : Hivernage ; R : Reproduction P ou M : Passage ou Migration)
ZSC FR9301605 « Montagne Sainte Victoire »	5 km	Corridor boisé Corridor hydraulique Corridor ouvert (champ, haies…)	Petit Rhinolophe Grand Rhinolophe Petit Murin Minioptère de Schreibers Murin de Capaccini Murin à oreilles échancrées Grand Murin	P P P P M P M

ZSC FR9301603 « Chaîne de l'Etoile – massif du Garlaban »	11,5 km	Corridor boisé Corridor hydraulique Corridor ouvert (champ, haies…)	Petit Murin Minioptère de Schreibers	P
ZNIEFF II 930012444 « Plateau d'Arbois »	3,5 km	Corridor boisé Corridor hydraulique Corridor ouvert (champ, haies…)	Grand Rhinolophe	P/M/R
ZNIEFF II 930012450 « Montagne Sainte Victoire »	4,1 km	Corridor boisé Corridor hydraulique Corridor ouvert (champ, haies…)	Minioptère de Schreibers	P/M/R
ZNIEFF II 930020220 « Massif de Concors »	6,4 km	Corridor boisé Corridor hydraulique Corridor ouvert (champ, haies…)	Minioptère de Schreibers Petit Murin Grand Rhinolophe	P/M/R
ZNIEFF II 930012449 « Plateau des quatre termes »	9 km	Corridor boisé Corridor hydraulique Corridor ouvert (champ, haies…)	Murin à oreilles échancrées	R

Ces entités naturelles sont reliées à l'aire d'étude à la fois par des corridors de milieux ouverts et des corridors hydrologiques qui permettent aux chiroptères de se déplacer et chasser en suivant les cours d'eau à proximité.

Figure 4 : Flux potentiels de chiroptères



6.6.2 Résultats de l'expertise de 2013 (AIRELE)

Cette analyse tient compte des résultats de terrain lors des prospections nocturnes à l'aide de détecteurs D240X et d'enregistreur zoom H2 en période favorable, des prospections diurnes pour la recherche de gîtes et des données bibliographiques.

Ainsi, **trois espèces ont été détectées** sur le site d'étude : la **Pipistrelle de Kuhl** (*Pipistrellus kuhlii*), la **Pipistrelle commune** (*Pipistrellus pipistrellus*) et la **Pipistrelle pygmée** (*Pipistrellus pygmaneus*).

D'autres espèces de Chiroptères sont également potentiellement présentes sur le site. En effet, certaines espèces de chauves-souris sont susceptibles d'utiliser la ripisylve de la Thumine et les boisements du site d'étude comme zones de déplacement et de chasse. Au vu des habitats alentour et des espèces présentes dans le département des Bouches-du-Rhône, le site d'étude peut être utilisé en tant que zone de transit et site de chasse, notamment le long des ripisylves de la Thumine pour rejoindre l'Arc.

Le Grand rhinolophe (*Rhinolophus ferrumequinum*), espèce d'enjeu fort de conservation, est mentionné dans la Z.N.I.E.F.F II « Plateau d'Arbois - Chaîne de Vitrolles - Plaine des Milles ». La donnée est historique puisqu'elle date de 1958. De plus, il n'a pas été contacté sur le site d'étude situé à 2,7 km environ.

Le secteur d'étude est très peu connu du Groupe Chiroptères de Provence (G.C.P.). Aucune donnée sur la zone d'étude n'est disponible, car elle n'a jamais été prospectée.

Le G.C.P. a tout de même recensé dans le périmètre d'étude éloigné les espèces présentées dans le tableau ci-dessous :

Tableau 38 : Liste des Chiroptères présents dans les Bouches-du-Rhône et dans un rayon de 10 km autour de l'emprise du projet en 2013

Bouches-du-Rhône	Rayon de 10 km	*Nom scientifique*	Nom vernaculaire	Protections	Dir. HFF	LR France
X		*Barbastella barbastellus*	Barbastelle d'Europe	BEII – PN2	Ann. II et IV	LC
X		*Myotis myotis*	Grand murin	BEII – PN2	Ann. II et IV	LC
X	X	*Rhinolophus ferrumequinum*	Grand rhinolophe	BE II – PN2	Ann. II et IV	LC
X		*Nyctalus lasiopterus*	Grande noctule	BE II – PN2	Ann. IV	VU
X		*Miniopterus schreibersii*	Minioptère de Schreibers	BE II – PN2	Ann. II et IV	VU
	X	*Tadarida teniotis*	Molosse de Cestoni	BE II – PN2	Ann. IV	NT
X		*Myotis mystacinus*	Murin à moustache	BE II – PN2	Ann. IV	LC
X		*Myotis emarginatus*	Murin à oreilles échancrées	BE II – PN2	Ann. II et IV	LC
X		*Myotis bechsteinii*	Murin de Bechstein	BE II – PN2	Ann. II et IV	NT
X		*Myotis capaccinii*	Murin de Capaccini	BE II – PN2	Ann. II et IV	NT
X	X	*Myotis daubentonii*	Murin de Daubenton	BE II – PN2	Ann. IV	LC
X	X	*Myotis nattereri*	Murin de Natterer	BE II – PN2	Ann. IV	LC
X		*Nyctalus noctula*	Noctule commune	BE II – PN2	Ann. IV	VU
X	X	*Nyctalus leisleri*	Noctule de Leisler	BE II – PN2	Ann. IV	NT

X	X	*Plecotus austriacus*	Oreillard gris	BE II – PN2	Ann. IV	LC
X		*Plecotus auritus*	Oreillard roux	BE II – PN2	Ann. IV	LC
X		*Myotis blythii*	Petit murin	BE II – PN2	Ann. II et IV	NT
X		*Rhinolophus hipposideros*	Petit rhinolophe	BE II – PN2	Ann. II et IV	LC
X	X	*Pipistrellus pipistrellus*	Pipistrelle commune	BE II – PN2	Ann. IV	NT
X	X	*Pipistrellus kuhlii*	Pipistrelle de Kuhl	BE II – PN2	Ann. IV	LC
X	X	*Pipistrellus nathusii*	Pipistrelle de Nathusius	BE II – PN2	Ann. IV	NT
X	X	*Pipistrellus pygmaeus*	Pipistrelle pygmée	BEII – PN2	Ann. IV	LC
X	X	*Eptesicus serotinus*	Sérotine commune	BEII – PN2	Ann. IV	NT
X	X	*Hypsugo savii*	Vespère de savi	BEII – PN2	Ann. IV	LC

Sources :

1. Protections :
BE (Convention de Berne) : Convention relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel d'Europe (Convention de Berne) – 19.09.1979 – Conseil de l'Europe – Document officiel
BO (Convention de Bonn) : Convention sur la conservation des espèces migratrices appartenant à la faune sauvage (CMS – Convention de Bonn)/Accord EUROPATS – 23 juin 1979 – Document officiel
PN (Protection Nationale) : Arrêté du 23 avril 2007 fixant la liste des mammifères terrestres protégée sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection – République Française – 26.09.2018 – Document officiel
2. Dir. HFF :
Directive 92/43/CEE (Directive européenne dite Directive Habitats-Faune-Flore) du 21 mai 1992 concernant la conservation des habitats naturels ainsi que de la faune et de la faune sauvage – Commission Européenne – 01.01.2007 – Document officiel
3. Listes Rouges :
LR Nationale : Liste rouge des espèces menacées en France - Chapitre Mammifères de France métropolitaine - UICN France, SFEPM, ONCFS & MNHN – 2017

Catégories UICN pour la Liste Rouge			
EX	Espèce éteinte au niveau mondial	NT	Quasi-menacée
EW	Espèce éteinte à l'état sauvage	LC	Préoccupation mineure
RE	Espèce disparue	DD	Données insuffisantes pour évaluation
CR	En danger critique	NA	Non applicable (espèce non soumise à évaluation)
EN	En danger	NE	Non évaluée
VU	Vulnérable		

Le Minioptère de Schreibers (*Miniopterus schreibersii*) peut parcourir près de 30 km entre son gîte et ses zones de chasse en une nuit. Néanmoins, il n'a pas été contacté sur le site d'étude. La ripisylve de la Thumine, située en dehors du site d'étude, représente un linéaire boisé apprécié des Chiroptères en tant que corridor biologique et zone de chasse.

6.6.3 Résultats de l'expertise de 2018 (Ecotonia)

Toutes les espèces de chauves-souris de France sont protégées par l'article L.411-1 du Code de l'Environnement, et par l'arrêté ministériel du 23 avril 2007 (JORF du 10/05/2007) qui fixe la liste des mammifères terrestres protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection.

6.6.3.1 Méthodologie de terrain et analyse des enregistrements

Une balise d'enregistrement de type SM4BAT a été positionnée dans un arbre sur l'aire d'étude. Dans le but de contacter un maximum d'espèces pouvant être de passage sur l'aire d'étude. Les enregistrements ont eu lieu du 26/07/2018 au 28/07/2018 soit 3 nuits de données, de 20h00 à 3h00 du matin.

Lors des inventaires de 2018, **8 espèces de Chiroptères** ont été contactées sur l'aire d'étude. Il s'agit de :

- Le **Vespère de Savi** *(Hypsugo savii)*
- Groupe des **Oreillards** *(Plecotus sp.)*
- Le **Molosse de Cestoni** *(Tadarida teniotis)*
- La **Grande Noctule** *(Nyctalus lasiopterus)*
- La **Pipistrelle pygmée** *(Pipistrellus pygmaeus)*
- La **Pipistrelle commune** *(Pipistrellus pipistrellus)*
- La **Pipistrelle de Kuhl** *(Pipistrellus kuhlii)*
- La **Pipistrelle de Nathusius** *(Pipistrellus nathusii)*

Les résultats obtenus par l'analyse des enregistrements s'appuient sur les indices de confiance les plus élevés, relevés pour chaque espèce. Les indices d'activité sociale, lorsqu'ils sont élevés, indiquent de fortes potentialités de présence de gîtes à proximité ou d'activité de chasse. L'analyse dans ce cas, mettra en évidence les gîtes arboricoles correspondant à l'écologie des espèces forestières ainsi que des gites cavernicoles présents sur l'aire d'étude.

Parmi les huit espèces contactées**, cinq** d'entre elles montrent un **signe d'activité sociale**, indice Ics supérieur ou égal à 5 (sur une échelle de 10). Ce qui indique que ces espèces ont des gîtes à proximité de l'aire d'étude ou une activité de chasse. Les espèces ayant une activité sociale sur l'aire d'étude sont :

- Le **Molosse de Cestoni** (Ics = 10)
- La **Pipistrelle commune** (Ics = 7)
- La **Pipistrelle de Kuhl** (Ics = 7)
- La **Pipistrelle de Nathusius** (Ics = 7)
- La **Pipistrelle pygmée** (Ics = 6)

Les **trois** autres espèces contactées semblent utiliser l'aire d'étude comme couloir de déplacement, **zone de transit**. Leur présence est avérée sur l'aire d'étude avec un indice de présence d'espèce Isp allant de 7 à 8 (sur une échelle de 10), il s'agit de :

- La **Grande Noctule** (Isp = 8)
- Groupe des **Oreillards** (Isp = 7)
- Le **Vespère de Savi** (Isp = 7)

Pour les espèces utilisant l'aire d'étude comme zone de transit l'enjeu de conservation dépendra directement des statuts de protections nationaux.



Carte 41 : Transects réalisés lors de l'inventaire chiroptères en 2018

6.6.3.2 Habitats d'espèces

Plusieurs habitats favorables aux chiroptères sont présents sur l'aire d'étude ou en bordure de celle-ci.

Les milieux ouverts

L'aire d'étude est composée principalement de milieux ouverts, car anciennement agricoles. Aussi, on y retrouve des zones de pelouses, des friches, un golf, etc. Ces milieux, notamment les friches et pelouses peu entretenues peuvent être d'un certain intérêt pour la chasse des chiroptères. Ces zones leur offrent aussi des axes de déplacements libres et peu éclairés.



Photographie 31 : Milieu ouvert sur le site d'étude

Les milieux boisés

Des boisements assez importants de Pins d'Alep se trouvent sur la partie ouest du projet. Des boisements moins importants sont en continuité de ces derniers au sud du projet.

Ces boisements conjoints créent une continuité boisée nord-sud/ ouest-est.

De plus, la zone étant d'anciennes cultures, des alignements d'arbres la parcourent créant d'assez bonnes continuités arborées, notamment à l'ouest du projet.

Ces milieux sont d'intérêt pour les chiroptères qui utilisent les lisières et les alignements comme corridors pour leurs déplacements. Aucun arbre gîte n'a été trouvé dans les boisements.



Photographie 32 : Boisements sur le site d'étude

Les milieux humides

L'aire d'étude est parcourue par des fossés drainants utilisés pour l'agriculture. Au centre, sur le golf se trouve une mare artificielle. De plus, au sud, le projet est bordé par l'Arc. Les milieux humides sont importants pour les chauves-souris car ils apportent de la fraicheur et de l'humidité favorisant ainsi la présence d'insectes. Les linéaires de type fossés, mais surtout les rivières leur permettent de chasser tout en se déplaçant.



Photographie 33 : Fossé en eau sur le site d'étude

6.6.3.3 Espèces à enjeu de conservation

Toutes les espèces de chauves-souris de France sont protégées par l'article L.411-1 du Code de l'Environnement, et par l'arrêté ministériel du 23 avril 2007 (JORF du 10/05/2007) qui fixe la liste des mammifères terrestres protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection.

Ainsi, les **8 espèces de chiroptères contactées** sur l'aire d'étude possèdent toutes un **enjeu de conservation.**

- Le **Vespère de Savi** *(Hypsugo savii)*

Il se nourrit de petits insectes et chasse au-dessus des zones humides, des jardins, des lampadaires. Espèce méridionale et rupestre, il se retrouve jusqu'à 3300 mètres d'altitude. Il apprécie les zones semi-désertiques, le maquis et la garrigue. Il se retrouve aussi en ville dans les grands monuments en pierre. En hiver, il gîte dans les fissures et alvéoles de falaises et de grands édifices, parfois dans des sites souterrains. En été, il gîte dans les lézardes des parois rocheuses et des falaises, dans les étroitures, les alvéoles ou les microfissures de la roche ainsi que dans les fentes des arbres.

- Groupe des **Oreillards** *(Plecotus sp.)*

Compte tenu de sa découverte récente, de nombreuses informations sont encore inconnues à ce jour. Ce groupe d'espèce semble aimer les champs agricoles, mais aussi les prairies de montagnes et les surfaces rocheuses à plus de 2800 m d'altitude. Très peu de données existent à ce jour sur le comportement reproducteur de ce groupe d'espèce. Les femelles mettent bas en juin-juillet et les jeunes sont observés au gîte avec les adultes jusqu'en septembre. Gîtes d'été : Greniers couverts d'ardoises, de lauzes, bardeaux ou métal, combles d'églises et grange de montagne ; Gîtes d'hiver : Grottes isolées.

- Le **Molosse de Cestoni** (*Tadarida teniotis*)

Il n'a qu'une seule période de chasse avec une activité maximale 3 heures après le coucher du soleil. Le Molosse capture essentiellement des Lépidoptères nocturnes et des insectes en essaimage, Coléoptères ou Névroptères. L'espèce survole tous les types de milieux méditerranéens. En hiver, comme en été, elle semble gîter dans les falaises, corniches de bâtiments ou de ponts bien orientés au sud. Cependant, les quartiers d'hiver sont mal connus, il est possible que l'espèce soit active toute l'année, les conditions climatiques étant favorables au bord de la Méditerranée.

- La **Grande noctule** (*Nyctalus lasiopterus*)

C'est la plus grande chauve-souris d'Europe. La Grande Noctule hiberne de décembre à mars. En période de reproduction, des colonies se forment comptant jusqu' à 80 femelles. Son comportement de chasse et son régime alimentaire varient en fonction de la zone géographique ou de la période de l'année. Généralement, la Grande Noctule consomme ses proies en vols suivant des trajectoires rectilignes. Carnivore, elle ne consomme pas que des insectes (Coléoptères, Lépidoptères), mais aussi des passereaux. En hiver comme en été, elle gîte dans des arbres.

- La **Pipistrelle pygmée** (*Pipistrellus pygmaeus*)

C'est une espèce fréquentant les plaines et les collines, liée aux zones humides et aux ripisylves. Peu commune dans la région, sauf en Camargue. La description de cette espèce date de 1997. On pense qu'elle a un comportement migratoire avec des pics d'abondances locales en automne. On sait qu'elle hiberne dans des bâtiments, des cheminées ou des cavités arboricoles, en mixité avec les autres espèces de Pipistrelles. Ses gîtes estivaux se trouvent toujours proches de milieux boisés, en général des ripisylves, mais aussi dans les bâtiments et les ponts. Dans le sud de la France, la Pipistrelle pygmée est très abondante dans les villages qui bordent les lagunes.

- La **Pipistrelle commune** (*Pipistrellus pispistrellus*)

Il s'agit d'une espèce répandue dans toute la région, commune en France. Elle est plus abondante dans les forêts de collines et de montagne. Elle hiberne, de novembre à fin mars, préférentiellement dans des endroits confinés dans les bâtiments non chauffés tels que les greniers, les églises, les fissures des abris sous roche, les lézardes de mur et de rocher, mais aussi dans les tunnels, les bunkers, les fortifications, les cavités d'arbre, et rarement en milieu cavernicole.

- La **Pipistrelle de Kuhl** (*Pipistrellus kuhlii*)

Elle fréquente les milieux anthropisés. Pour la chasse, elle prospecte aussi bien les espaces ouverts que boisés, les zones humides et montre une nette attirance pour les zones urbaines avec parcs, jardins et éclairages publics. C'est une espèce strictement insectivore. Pour hiberner, elle s'installe préférentiellement dans des anfractuosités des bâtiments frais, les naissances débutent de mai à début juin. Les accouplements ont lieu d'août à septembre.

- La **Pipistrelle de Nathusius** (*Pipistrellus nathusii*)

C'est une espèce assez localisée, considérée comme quasi menacée en France. Elle est répandue sur les zones côtières, liée aux forêts humides, aux lacs et étangs. Certains gîtes peuvent accueillir des groupes caractéristiques avec 1 mâle et 30 femelles. La région est particulièrement impliquée pour la conservation de l'espèce, notamment pour l'axe migratoire essentiel du delta du Rhône, avec un stationnement abondant à l'automne, et une poursuite probable jusqu'au delta de l'Èbre. Espèce typiquement sylvestre, ses colonies préfèrent les arbres creux ou fissurés aux bâtiments. Ses gîtes hivernaux se situent dans les cavités arboricoles, les fissures et les décollements d'écorce, mais aussi au sein des bâtiments derrière les bardages en bois et les murs creux frais.

Tableau 39 : Statut des espèces de Chiroptères à enjeu de conservation contactées sur le site d'étude en 2018

Nom scientifique	Nom vernaculaire	Protections	Dir. HFF	LR France	Enjeu régional	Statut ZNIEFF
Nyctalus lasiopterus	**Grande noctule**	BE II - BO II/EUROBATS Ann. I - PN2	Ann. IV	VU	Fo	DT
Plecotus sp.	**Oreillard sp.**	-	-	-	-	-
Pipistrellus nathusii	**Pipistrelle de Nathusius**	BE II - BO II/EUROBATS Ann. I - PN2	Ann. IV	NT	M	RQ
Pipistrellus pygmaeus	**Pipistrelle pygmée**	BE II - BO II/EUROBATS Ann. I - PN2	Ann. IV	LC	M	-
Tadarida teniotis	**Molosse de Cestoni**	BE II - BO II/EUROBATS Ann. I - PN2	Ann. IV	NT	F	RQ
Pipistrellus pipistrellus	**Pipistrelle commune**	BE III - BO II/EUROBATS Ann. I - PN2	Ann. IV	NT	Tf	-
Pipistrellus kuhlii	**Pipistrelle de Kuhl**	BE II - BO II/EUROBATS Ann. I - PN2	Ann. IV	LC	Tf	-

Hypsugo savii	**Vespère de Savi**	BE II - BO II/EUROBATS Ann. I - PN2	Ann. IV	LC	-	RQ

Sources :
1. Protections :
BE (Convention de Berne) : Convention relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel d'Europe (Convention de Berne) – 19.09.1979 – Conseil de l'Europe – Document officiel
BO (Convention de Bonn) : Convention sur la conservation des espèces migratrices appartenant à la faune sauvage (CMS – Convention de Bonn)/Accord EUROPATS – 23 juin 1979 – Document officiel
PN (Protection Nationale) : Arrêté du 23 avril 2007 fixant la liste des mammifères terrestres protégée sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection – République Française – 26.09.2018 – Document officiel
2. Dir. HFF :
Directive 92/43/CEE (Directive européenne dite Directive Habitats-Faune-Flore) du 21 mai 1992 concernant la conservation des habitats naturels ainsi que de la faune et de la faune sauvage – Commission Européenne – 01.01.2007 – Document officiel
3. Listes Rouges :
LR Nationale : Liste rouge des espèces menacées en France - Chapitre Mammifères de France métropolitaine - UICN France, SFEPM, ONCFS & MNHN – 2017
4. Enjeu régional :
Stratégie régionale pour le suivi/monitoring des gîtes à chiroptères – GCP & DREAL PACA - 2014
5. Statut ZNIEFF :
Liste des espèces de faune déterminantes en région PACA – MNHN, DREAL PACA & CEN PACA – 29/11/2017
Liste des espèces de faune remarquables en région PACA – MNHN, DREAL PACA & CEN PACA – 29/11/2017

Catégories UICN pour la Liste Rouge			
EX	Espèce éteinte au niveau mondial	NT	Quasi-menacée
EW	Espèce éteinte à l'état sauvage	LC	Préoccupation mineure
RE	Espèce disparue	DD	Données insuffisantes pour évaluation
CR	En danger critique	NA	Non applicable (espèce non soumise à évaluation)
EN	En danger	NE	Non évaluée
VU	Vulnérable		

Enjeu de conservation Régional PACA			
Disp	Disparue	M	Modéré
TFo	Très fort	F	Faible
Fo	Fort	Tf	Très faible

Suite à la réévaluation des enregistrements par le logiciel SonoChiro®, à l'aide du document d'aide à l'identification acoustique automatique des chiroptères européens[2], il apparait que la **Grande Noctule (*Nyctalus lasiopterus*) n'a pas été contactée**.

L'unique contact enregistré pour l'espèce supposée indique un indice de confiance espèce de 8. Les **indices de confiance espèce** en ce qui concerne la Grande Noctule, inférieurs à 9, **ne permettent pas de discriminer l'individu contacté à l'espèce**.

6.6.4 Résultats de l'expertise de 2021 (Ecotonia)

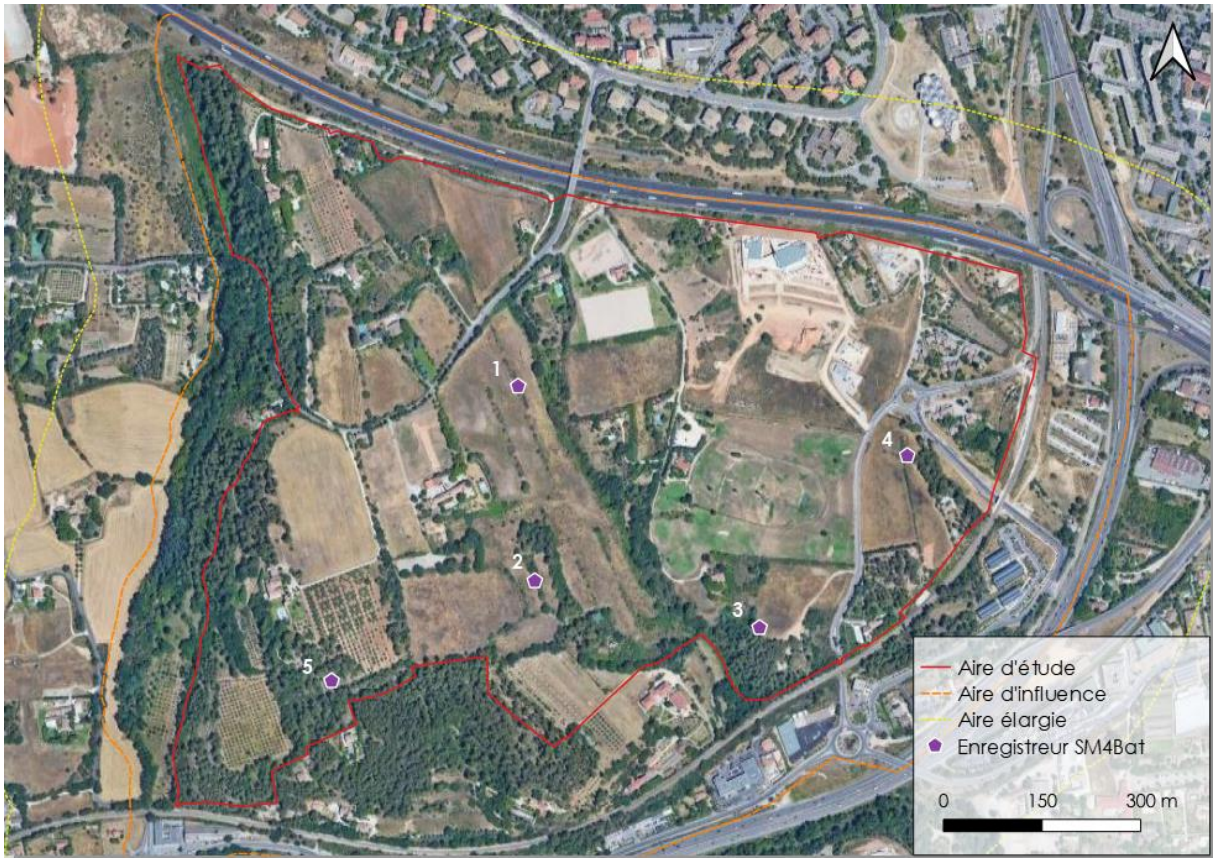
6.6.4.1 Méthodologie de terrain et analyse des enregistrements

Cinq enregistreurs acoustiques de type SM4BAT ont été installés sur différents secteurs du site d'étude dans le but de contacter un maximum d'espèces pouvant être de passage sur le site. Les enregistrements ont eu lieu du 26/02/2020 au 27/03/2020 soit 29 nuits de données.

La période choisie correspond à la sortie d'hivernation. A cette période de l'année, les individus reconstituent leurs réserves. C'est à cette époque également que les chiroptères peuvent occuper des gîtes de transition avant de rejoindre les gîtes de mise-bas en été.

Les premières observations de chauves-souris aperçues dans le secteur remontent à la mi-février 2021, dès la remontée des températures.

[2] Jay, M. 2018. Identification acoustique automatique des chiroptères européens. Quelle efficacité du logiciel SonoChiro® ? Plume de Naturalistes 2 : 99-118.



Carte 42 : Localisation des enregistreurs acoustiques installés en février-mars 2021

La pose des dispositifs a été effectuée avec une approche stratégique des corridors de déplacement des chiroptères, corridors choisis sur le site soit sur des alignements d'arbres ou anciennes haies bocagères où persistent encore quelques feuillus, soit en bordure forestière pour la partie sud.

Enregistreur	Photos	Observations
1		Alignement de feuillus (dont fruitiers) au sein d'une friche post-culturale à graminées

2		Alignement de feuillus au sein d'une friche, à proximité d'un boisement de chênes comprenant des sujets à cavités.
3		Vieux chêne sénescent laissant apparaitre de nombreux trous de pics et présentant des fonctionnalités intéressantes en termes de cavités potentielles, fissures et traces de saproxyliques.
4		Alignement de pins d'Alep, en zone anthropisée, faisant face à une friche agricole.
5		Alignement de feuillus surplombant un milieu ouvert composé d'un matorral arborescent et d'une pelouse à graminée.

Après analyse des enregistrements par le logiciel SonoChiro®, **719 enregistrements d'individus** identifiés ont été comptabilisés mettant en évidence 11 espèces (ou groupes d'espèces) de chiroptères[3] au total.

Les valeurs données dans le tableau ci-dessous sont le nombre de contacts cumulés sur l'ensemble des nuits complètes réalisées sur le site pour chaque espèce inventoriée et pour chaque enregistreur. Elles permettent de mesurer l'intensité de l'activité pour chaque espèce selon le référentiel Vigie-Chiro présenté en Annexe IV.

[3] Jay, M. 2018. Identification acoustique automatique des chiroptères européens. Quelle efficacité du logiciel SonoChiro® ? Plume de Naturalistes 2 : 99-118.

Tableau 40 -Contacts cumulés sur l'ensemble des nuits et intensité de l'activité pour chaque espèce de chiroptère (Vigie-Chiro & Ecotonia)

	Enregistreur					
Espèce	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**Total**
Vespère de Savi *(Hypsugo savii)*	5 (7 ≤ Isp ≤ 10)					**5**
Minioptère de Schreibers *(Miniopterus schreibersii)*	2 (6 ≤ Isp ≤ 10)	2 (7 ≤ Isp ≤ 8)				**4**
Murin indéterminé (*Myotis* sp.)	2	3			1	**6**
Noctule de Leisler *(Nyctalus leisleri)*	2 (3 ≤ Isp ≤ 4)	7 (2 ≤ Isp ≤ 3)			5 (3 ≤ Isp ≤ 5)	**14**
Pipistrelle de Kuhl *(Pipistrellus kuhlii)*	16 (1 ≤ Isp ≤ 5)	52 (1 ≤ Isp ≤ 7)	44 (1 ≤ Isp ≤ 6)	89 (1 ≤ Isp ≤ 6)	98 (1 ≤ Isp ≤ 7)	**299**
Pipistrelle de Nathusius/ Pipistrelle de Kuhl *(Pipistrellus nathusii/P. kuhlii)*	20 (1 ≤ Isp ≤ 8)	33 (5 ≤ Isp ≤ 8)	4 (1 ≤ Isp ≤ 2)	11 (2 ≤ Isp ≤ 7)	22 (1 ≤ Isp ≤ 8)	**90**
Pipistrelle commune *(Pipistrellus pipistrellus)*	21 (2 ≤ Isp ≤ 10)	36 (1 ≤ Isp ≤ 10)	12 (1 ≤ Isp ≤ 8)	16 (2 ≤ Isp ≤ 10)	41 (1 ≤ Isp ≤ 10)	**126**
Pipistrelle pygmée *(Pipistrellus pygmaeus)*	29 (8 ≤ Isp ≤ 10)	28 (8 ≤ Isp ≤ 10)	22 (8 ≤ Isp ≤ 10)	35 (8 ≤ Isp ≤ 10)	34 (8 ≤ Isp ≤ 10)	**148**
Oreillard gris *(Plecotus austriacus)*	2 (Isp = 2)	16 (1 ≤ Isp ≤ 6)			4 (1 ≤ Isp ≤ 4)	**22**
Groupe des Oreillards *(Plecotus sp.)*	1 (Isp = 3)					**1**
Molosse de Cestoni *(Tadarida teniotis)*	2 (5 ≤ Isp ≤ 8)	1 (Isp = 7)			1 (Isp = 8)	**4**
Nombre d'individus identifiés	**102**	**178**	**82**	**151**	**206**	**719**

Légende

Activité faible

	Activité modérée
	Activité forte
	Activité très forte

Sur les 11 espèces (ou groupes d'espèces) contactées, **5 espèces ont émis des cris sociaux** (Ics > 5) en très faible quantité toutefois. Il s'agit de la **Pipistrelle de Kuhl**, de la **Pipistrelle de Nathusius/Kuhl**, de la **Pipistrelle pygmée**, de l'**Oreillard gris** et du **Molosse de Cestoni**. Les cris sociaux ont été émis à proximité de l'enregistreur n°2 pour toutes ces espèces hormis le Molosse de Cestoni et à proximité de l'enregistreur n°1 pour le Molosse de Cestoni et la Pipistrelle pygmée. Des cris sociaux de la Pipistrelle pygmée ont également été enregistrés par le dispositif n°5.
Les indices d'activité sociale, lorsqu'ils sont élevés, indiquent de fortes potentialités de présence de gîtes à proximité ou l'activité de chasse de plusieurs individus en même temps.

Les espèces ont globalement une **activité évaluée à modérée** sur l'ensemble du site. La **Pipistrelle de Kuhl** et l'**Oreillard gris** ont une **activité plus forte**.

Les espèces du genre *Myotis* sont difficiles à identifier sur le plan acoustique. Le genre est toutefois bien identifié par le logiciel utilisé pour quatre espèces : le Murin de Daubenton (*Myotis daubentonii*), le Murin de Capaccini (*Myotis capaccinii*), le Grand murin (*Myotis myotis*) et le Murin de Bechstein (*Myotis bechsteinii*).

Le **Minioptère de Schreibers** et les individus appartenant au groupe des **Oreillards** semblent uniquement **se déplacer** sur les corridors écologiques du site d'étude, du fait de leur écologie : espèce strictement cavernicole pour la première et plutôt montagnarde pour la seconde ; et des signes d'activité relevés.

6.6.4.2 Espèces à enjeu de conservation nouvellement contactées

Toutes les espèces de chauves-souris de France sont protégées par l'article L.411-1 du Code de l'Environnement, et par l'arrêté ministériel du 23 avril 2007 (JORF du 10/05/2007) qui fixe la liste des mammifères terrestres protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection.

Ainsi, sur les 11 espèces (ou groupes d'espèces) de chiroptères contactés sur l'aire d'étude, quatre n'avaient pas été recensées lors des inventaires précédents. Ces **quatre nouvelles espèces** (ou groupes d'espèces) possèdent toutes un **enjeu de conservation.**

- Le **Minioptère de Schreibers** *(Miniopterus schreibersii)*

Le Minioptère de Schreibers est une espèce exclusivement cavernicole qui se rencontre dans les régions karstiques, jusqu'à 1000 m d'altitude. En été comme en hiver, l'espèce gîte dans des mines, des caves, des grottes naturelles, des tunnels, plus rarement dans des bâtiments. Les gîtes d'hibernation sont généralement des cavités profondes, fraiches et larges, tandis que les gîtes estivaux sont des cavités spacieuses, chaudes et humides. Les quartiers d'hiver peuvent être éloignés de plusieurs centaines de kilomètres des quartiers d'été. Le Minioptère de Schreibers chasse après le coucher du soleil dans différents types d'habitats : lisières, milieux ouverts riches en lépidoptères, zones éclairées artificiellement… Il ne s'éloigne pas à plus de 30 km de son gîte lors de son activité nocturne.

- La **Noctule de Leisler** *(Nyctalus leisleri)*

La Noctule de Leisler est une espèce forestière pouvant être observée jusqu'à 2200 m d'altitude. Elle s'installe généralement dans les massifs forestiers feuillus, parfois dans les résineux et se rencontre dans la majeure partie de l'Europe, de l'Irlande à la Russie, jusqu'aux Balkans.
Cette espèce gîte en période estivale dans les arbres creux et occupe parfois des gîtes anthropiques (fissures de bâtiments, nichoirs). En hiver, on la retrouve dans les arbres.
C'est au coucher du soleil que la Noctule de Leisler chasse, haut dans le ciel, en faisant des piqués. Elle va chercher en priorité des papillons de nuit et des coléoptères.

- L'**Oreillard gris** (*Plecotus austriacus)*

L'Oreillard gris vit dans des milieux ouverts jusqu'à 2000 mètres d'altitude (plaines, vallée montagneuse, villages, milieux agricoles, etc.). C'est une espèce qui se rencontre principalement en méditerranée et plus largement en occident.
C'est une espèce principalement solitaire. L'hiver il se réfugie dans des milieux souterrains (bunkers, caves, grottes naturelles, etc.). L'été on le retrouve au contraire dans des infrastructures naturelles extérieures (anfractuosités des falaises ou dans des fissures, à l'entrée des grottes, etc.). Cette espèce est généralement sédentaire, cependant son domaine vital peut s'étendre à environ 75 ha. Il chasse dans des milieux ouverts, contrairement à l'Oreillard roux. Ses proies sont constituées pour l'essentiel de petits insectes (Diptères, Coléoptères, Orthoptères, etc.). Il peut tout de même attraper des proies de taille moyenne à grande.

- Les **murins** (*Myotis* sp.)

Le genre *Myotis* comprend des espèces arboricoles et cavernicoles associées à une grande diversité d'habitats : milieux forestiers : boisements, bocages ; milieux ouverts à semi-ouverts : garrigues, espaces agricoles, prairies (tel que le Petit murin) et milieux aquatiques/humides : étendues d'eau, fleuve (tel que le Murin de Capaccini).
Les gites hivernaux et estivaux sont également aussi divers selon les espèces. Le Murin de Capaccini, exclusivement cavernicole, gîte en hiver comme en été dans des cavités, principalement naturelles : grottes, cavités souterraines, parois… Les espèces plus arboricoles peuvent utiliser les cavités d'arbres, les fissures ou les décollements d'écorce pour le gîte, en hiver ou en été. Selon les espèces également, la chasse est effectuée au-dessus de l'eau ou le long de linéaires végétalisés denses. Le Petit murin peut chasser dans les milieux ouverts tandis que le Grand murin affectionne les vieilles forêts.

Tableau 41 : Statut des espèces de Chiroptères à enjeu de conservation nouvellement contactées sur le site d'étude en 2021

Nom scientifique	Nom vernaculaire	Protections	Dir. HFF	LR France	Enjeu régional	Statut ZNIEFF
Miniopterus schreibersii	**Minioptère de Schreibers**	BE II - BO II/EUROBATS Ann. I - PN2	Ann. II et IV	VU	TFo	DT
Nyctalus leisleri	**Noctule de Leisler**	BE II - BO II/EUROBATS Ann. I - PN2	Ann. IV	NT	M	-

Plecotus austriacus	**Oreillard gris**	BE II - BO II/EUROBATS Ann. I - PN2	Ann. IV	LC	F	-

Sources :
1. Protections :
BE (Convention de Berne) : Convention relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel d'Europe (Convention de Berne) – 19.09.1979 – Conseil de l'Europe – Document officiel
BO (Convention de Bonn) : Convention sur la conservation des espèces migratrices appartenant à la faune sauvage (CMS – Convention de Bonn)/Accord EUROPATS – 23 juin 1979 – Document officiel
PN (Protection Nationale) : Arrêté du 23 avril 2007 fixant la liste des mammifères terrestres protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection – République Française – 26.09.2018 – Document officiel
2. Dir. HFF :
Directive 92/43/CEE (Directive européenne dite Directive Habitats-Faune-Flore) du 21 mai 1992 concernant la conservation des habitats naturels ainsi que de la faune et de la faune sauvage – Commission Européenne – 01.01.2007 – Document officiel
3. Listes Rouges :
LR Nationale : Liste rouge des espèces menacées en France - Chapitre Mammifères de France métropolitaine - UICN France, SFEPM, ONCFS & MNHN – 2017
4. Enjeu régional :
Stratégie régionale pour le suivi/monitoring des gîtes à chiroptères – GCP & DREAL PACA - 2014
5. Statut ZNIEFF :
Liste des espèces de faune déterminantes en région PACA – MNHN, DREAL PACA & CEN PACA – 29/11/2017
Liste des espèces de faune remarquables en région PACA – MNHN, DREAL PACA & CEN PACA – 29/11/2017

Catégories UICN pour la Liste Rouge			
EX	Espèce éteinte au niveau mondial	NT	Quasi-menacée
EW	Espèce éteinte à l'état sauvage	LC	Préoccupation mineure
RE	Espèce disparue	DD	Données insuffisantes pour évaluation
CR	En danger critique	NA	Non applicable (espèce non soumise à évaluation)
EN	En danger	NE	Non évaluée
VU	Vulnérable		

Enjeu de conservation Régional PACA			
Disp	Disparue	M	Modéré
TFo	Très fort	F	Faible
Fo	Fort	Tf	Très faible

6.6.5 Synthèse des enjeux chiroptériques

Onze espèces de chiroptères (ou groupes d'espèces) ont été contactées sur le site d'étude au cours des différentes sessions d'inventaires.

Le tableau suivant reprend ainsi les enjeux des espèces identifiées.

Tableau 42 : Tableau synthétique des enjeux chiroptériques sur l'aire d'étude

Nom scientifique	Nom vernaculaire	Espèce protégée	Enjeu régional	Utilisation du site	Enjeu sur site
Miniopterus schreibersii	**Minioptère de Schreibers**	Oui	**TRES FORT**	Transit – activité modérée	**MODERE**
Myotis sp.	**Murin indéterminé**	Oui	**TRES FORT à TRES FAIBLE**	Transit et chasse potentielle - activité modérée à forte	**MODERE**
Nyctalus leisleri	**Noctule de Leisler**	Oui	**MODERE**	Transit et chasse potentielle (milieux semi-ouverts et forêts) - activité modérée à forte	**MODERE**
Pipistrellus pygmaeus	**Pipistrelle pygmée**	Oui	**MODERE**	Chasse dans les milieux semi-ouvert et boisements humides, potentiellement gîte – activité modérée	**MODERE**
Pipistrellus nathusii/kuhl	**Pipistrelle de Nathusius/Kuhl**	Oui	**MODERE à TRES FAIBLE**	Chasse dans les milieux semi-ouvert et/ou forêt, potentiellement gîte	**MODERE à FAIBLE**

Plecotus austriacus	**Oreillard gris**	Oui	**FAIBLE**	Chasse dans les milieux semi-ouverts et forêts, potentiellement gîte – activité forte	**MODERE**
Tadarida teniotis	**Molosse de Cestoni**	Oui	**FAIBLE**	Chasse – activité modérée	**FAIBLE**
Pipistrellus pipistrellus	**Pipistrelle commune**	Oui	**FAIBLE**	Chasse dans les milieux semi-ouvert et/ou forêt, potentiellement gîte – activité modérée	**FAIBLE**
Pipistrellus kuhlii	**Pipistrelle de Kuhl**	Oui	**TRES FAIBLE**	Chasse dans les milieux semi-ouvert et/ou forêt, potentiellement gîte – activité forte	**FAIBLE**
Hypsugo savii	**Vespère de Savi**	Oui	**TRES FAIBLE**	Chasse dans les milieux semi-ouvert et/ou forêt, potentiellement gîte – activité modérée	**TRES FAIBLE**

L'aire d'étude présente une assez large diversité d'habitats entre milieux ouverts, ripisylve et habitats anthropisés ce qui explique la diversité en espèces de chiroptères contactée.

Les milieux semi-ouverts (friches post-culturales, cultures extensives) et boisés (ripisylve de la Thumine, bocages, vallon humide) représentent des **zones de chasses** favorables pour ces espèces notamment pour le Molosse de Cestoni, la Pipistrelle commune, la Pipistrelle de Kuhl, la Pipistrelle de Nathusius/de Kuhl, la Pipistrelle pygmée et l'Oreillard gris qui montrent un signe d'activité sociale.

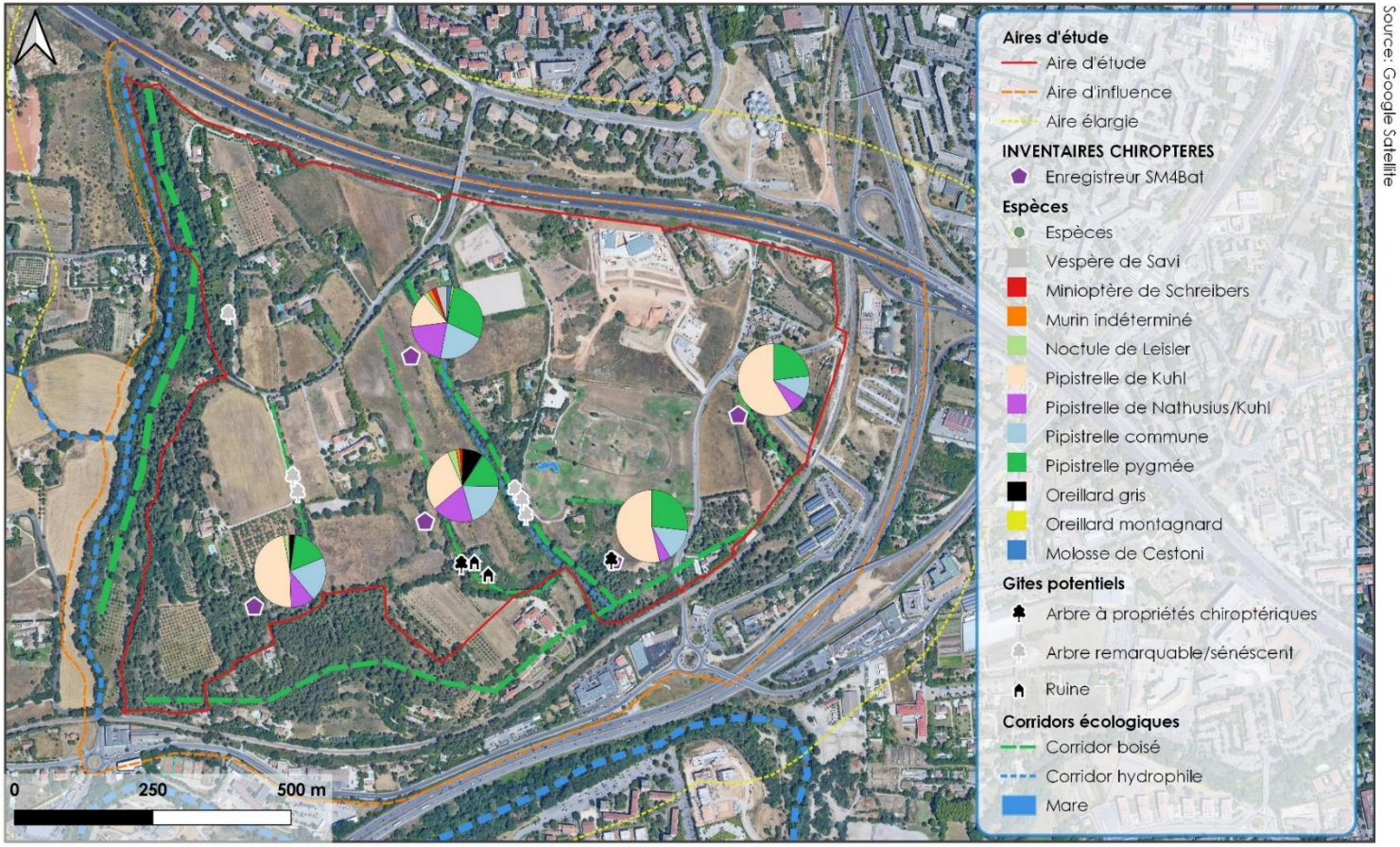
Plusieurs **arbres gîtes** sont **potentiels** sur le site. Des ruines ont également été relevées. La Pipistrelle commune, la Pipistrelle de Kuhl, la Pipistrelle de Nathusius/de Kuhl, la Pipistrelle pygmée et l'Oreillard gris gîtent ainsi potentiellement sur les secteurs identifiés.

Le Minioptère de Schreibers et les individus contactés appartenant aux Oreillard semblent uniquement se déplacer sur les corridors écologiques du site d'étude. La non-détermination à l'espèce du groupe des murins, ne permet pas d'analyser précisément l'utilisation du site par les individus contactés.

Les enjeux concernant les espèces de chiroptères présentes sur le site sont évalués à modérés. Ils sont forts plus localement, dans la ripisylve de la Thumine et pour les arbres gîtes potentiels identifiés.

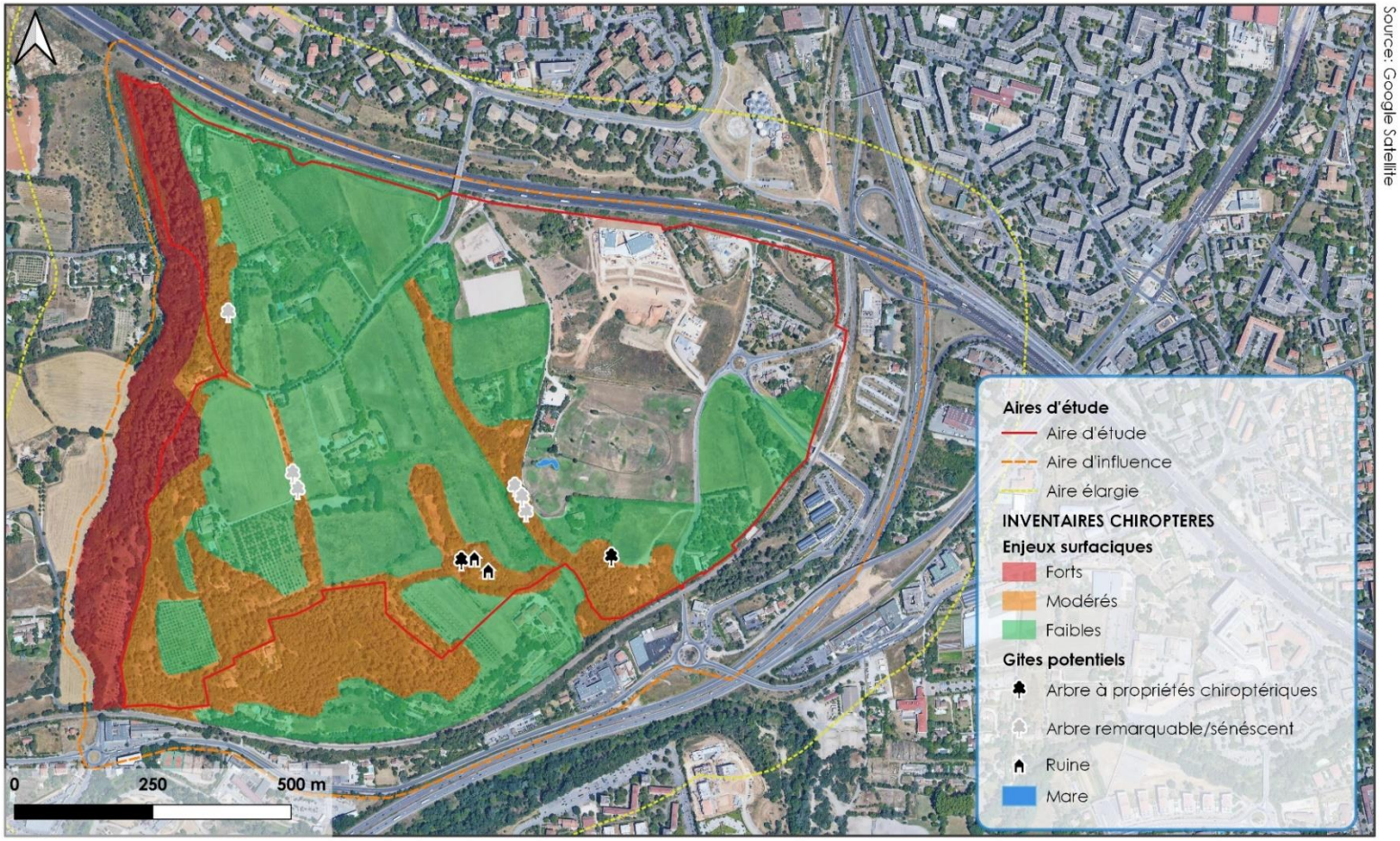
6.6.6 Cartographie des enjeux chiroptériques

Inventaires chiroptères et habitats d'espèces



VNEI - ZAC LA CONSTANCE — Ecotonia - 2021 — Système de coordonnées: Lambert 93 - EPSG:2154

Carte 43 : Cartographie des espèces de chiroptères et habitats d'espèces inventoriées sur le site d'étude en 2021



Carte 44 : Cartographie des enjeux pour les chiroptères sur le site d'étude en 2021

6.6.7 Résultats de l'expertise de 2022 (Ecotonia)

6.6.7.1 Observation de terrain

Afin de mettre à jour les données, un **suivi passif** a été effectué sur l'ensemble du site**. Cinq balises** SM4 BAT ont été placées sur le site d'étude, du **12/05/2022 au 19/05/2022** et du **23/06/2022 au 30/06/2022**, soit **7 nuits successives pour chaque session,** dans le but de contacter un maximum d'espèces pouvant être de passage sur le site. De plus un enregistrement nocturne a été effectué le **29 aout 2022** par enregistrement actif à l'aide d'un détecteur actif D240X Pettersson.

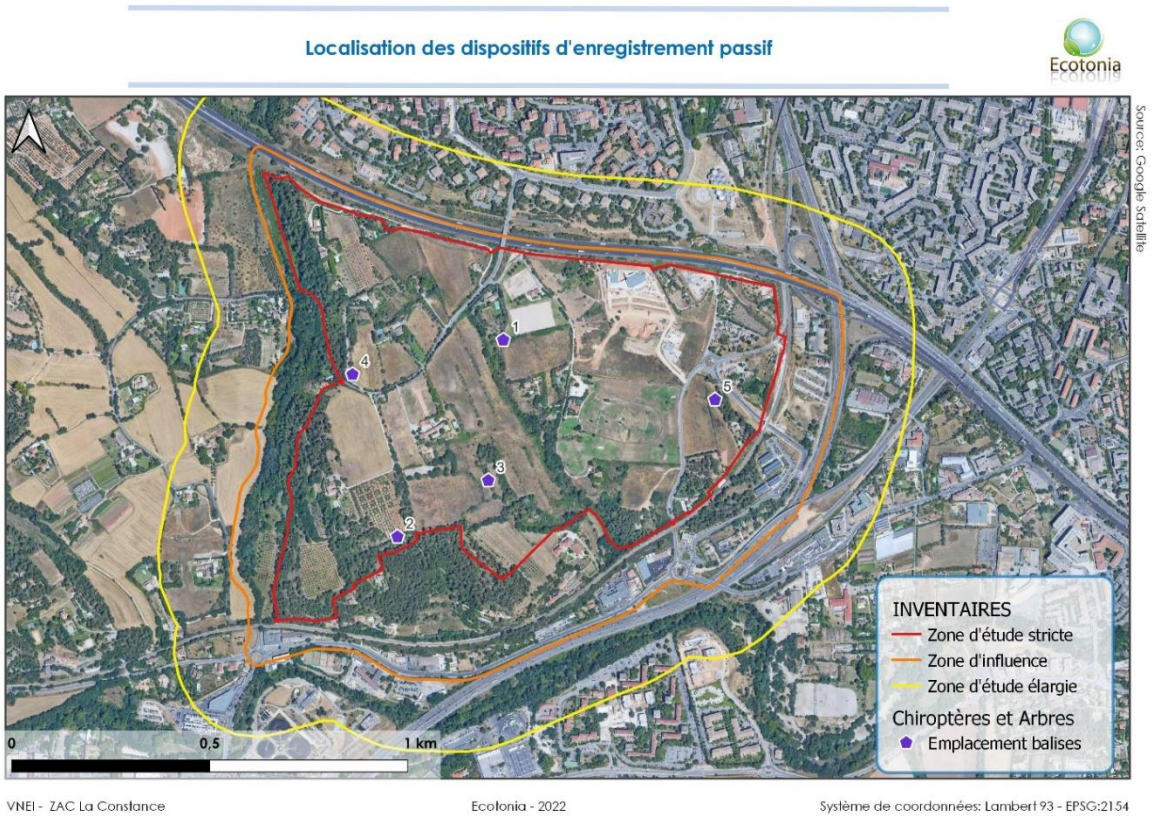
La pose de la balise a été effectuée, pour la première session, en période de transition entre la **sortie d'hivernation** des chiroptères et la période printanière. À cette période de l'année, les individus reconstituent leurs réserves. Les individus peuvent donc occuper des gîtes de transition avant de rejoindre les gîtes de mise-bas en été.

La deuxième période choisie correspond à la **fin du printemps**. À cette période de l'année, les chauves-souris femelles recherchent un gîte de mise bas et chassent autour du gîte. Des mâles solitaires peuvent également être présents.

Le passage en aout correspond à **la période automnale**, les individus sont à nouveau en période de transition et les accouplements ont lieu au cours de cette période.

Les enregistrements ont ensuite été déterminés sous informatique par le biais du logiciel SonoChiro ®.

Le placement spécifique des balises sur le site a permis d'augmenter au maximum les probabilités d'enregistrement des espèces. En effet, les dispositifs ont été mis en place sur des corridors de déplacement des chiroptères (alignements d'arbres, haies, lisières, cours d'eau), des zones de chasse (milieux ouverts, lisières, plans d'eau) et/ou des sites de gîtes potentiels. La localisation de la balise sur le site est présentée dans la cartographie ci-dessous.



Carte 45 - Localisation des points d'écoute effectués pour le suivi passif des chiroptères en 2022

Le tableau ci-dessous recense les conditions climatiques relevées au cours des deux périodes d'enregistrement :

Tableau 43 : Tableau des conditions d'inventaires des chiroptères sur le site d'étude (source Ecotonia)

Date	Heure de début – de fin	Température nocturne minimale et maximale (en °C)		Vent nocturne moy. (en km/h)	Précipitations nocturnes (en mm)
		Min.	Max.		
12/05 - 13/05	21 :00 – 6 :30	10,8	19,4	0,7	0
13/05 - 14/05	21 :00 – 6 :30	12,7	19,4	2,6	0
14/05 - 15/05	21 :00 – 6 :30	16	19,9	2,7	0
15/05 - 16/05	21 :00 – 6 :30	14,5	21,4	2,5	0
16/05 - 17/05	21 :00 – 6 :30	12,9	21	1,2	0
17/05 - 18/05	21 :00 – 6 :30	14,4	22	1,6	0
18/05 - 19/05	21 :00 – 6 :30	15,8	22,4	2,1	0
23/06 - 24/06	21 :00 – 6 :30	19,7	23,8	6,4	0
24/06 – 25/06	21 :00 – 6 :30	16,8	23,6	3,2	0
25/06 - 26/06	21 :00 – 6 :30	24,2	26,7	3	0
26/06 – 27/06	21 :00 – 6 :30	19,5	29,6	4,5	0
27/06 - 28/06	21 :00 – 6 :30	17,8	26,7	4,9	0
28/06 – 29/06	21 :00 – 6 :30	16,8	27	3,1	0
29/06 - 30/06	21 :00 – 6 :30	17,7	24	2,4	0
29/08	20 :00-23 :00	25,7	23,8	4	0

Ces campagnes de terrain ont permis d'identifier neuf espèces de chiroptères, dont une nouvelle espèce nouvellement contactée par rapport aux années précédentes. Il s'agit de la **Barbastelle d'Europe** *(Barbastella barbastellus)*.

Les valeurs données dans le tableau ci-dessous sont des nombres de contacts cumulés sur l'ensemble des nuits complètes relevées en enregistrement passif à l'aide de Balise SM4Bat en point fixe sur le portail Vigie-Chiro. Elles permettent d'interpréter objectivement l'activité mesurée sur les sites (Point fixe) présentée en **Annexe III.**

Tableau 44 : Moyennes des contacts cumulés sur une nuit complète et intensité de l'activité pour chaque espèce (source Vigie-Chiro & Ecotonia)

Nom scientifique	Nom vernaculaire	Printemps (10 nuits)		Été (10 nuits)	
		Nombre de contacts cumulés	Moyenne de contacts par nuit	Nombre de contacts cumulés	Moyenne de contacts par nuit
Eptesicus serotinus	**Serotine commune**	1	0,1	-	-
Pipistrellus pipistrellus	**Pipistrelle commune**	1916	191,6	461	46,1
Hypsugo savii	**Vespère de Savi**	281	28,1	10	1
Nyctalus leisleri	**Noctule de Leisler**	91	9,1	15	1,5
Pipistrellus Kuhlii	**Pipistrelle de Kuhl**	10 429	1042,9	3060	30,6
Pipistrellus nathusii	**Pipistrelle de Nathusius**	5	0,5	1	0,1
Pipistrellus pygmaeus	**Pipistrelle pygmée**	685	6,85	114	11,4
Plecotus sp.	**Oreillard sp.**	16	1,6	3	0,3
Barbastella barbastellus	**Barbastelle**	-	-	1	0,1
Légende (activité par nuit)					
FAIBLE	**MODÉRÉ**	**FORT**		**TRÈS FORT**	

- La détermination à l'espèce du genre *Plecotus* n'est pas réalisable avec le logiciel Sonochiro ®. **L'Oreillard montagnard** (*Plecotus macrobullaris*) peut être écarté puisque l'espèce n'est présente que dans les départements alpins et le massif de la Saint-Baume. **L'Oreillard roux** (*Plecotus auritus*) est également absent de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur et généralement de la frange méditerranéenne, car présent principalement sur les trois départements alpins. Seul **l'Oreillard gris** (*Plecotus austriacus*) est présent atour du site d'étude, il est donc possible d'affirmer que les fréquences enregistrées propres au groupe d'espèce du genre *Plecotus* soient considérées comme appartenant à **l'Oreillard gris**.

6.6.7.2 Évolution des habitats d'espèces

L'aire d'étude est une mosaïque d'habitats composés de **milieux ouverts de type « prairies »**, de **friches agricoles**, de **linéaires arborés** avec quelques chênaies, de **boisements en pas Japonais** composés de pinèdes à pins d'Alep, d'une **ripisylve arborée** et dense autour du ruisseau de la Thumine, et d'un **talweg central** également arboré avec de nombreux feuillus.

Aucune zone humide n'est à relever, en dehors d'un bassin maçonné sur le golf de la Constance, faisant office de **mare artificielle**. Enfin, l'aire d'étude présente un contexte anthropique important sur la partie nord de l'aire d'étude.

Les milieux ouverts et friches agricoles

Le secteur de la Constance présente de nombreuses parcelles en déprise agricole, avec quelques anciennes cultures en terrasses, bordées de vieilles chênaies. Ces milieux ouverts liés à des habitats post-culturaux riches en plantes rudérales offrent des zones de nourrissage pour les chiroptères, car les insectes sont nombreux. Les parcelles ont gardé des alignements d'arbres dans leur délimitation spatiale. Les haies bocagères sont ici composées de vieux chênes riches en biomasses, qui participent à la fonctionnalité des corridors de déplacement des chauves-souris. Ces routes de vols entrent dans un maillage de corridors visibles, qui traversent de part et d'autre l'aire d'étude, et rentrent en connexion avec les continuums hydrophiles présents, comme le ruisseau de la Thumine, qui bordent la grande plaine agricole à l'ouest, et le talweg central qui descend du nord au sud de la Constance.



Friches agricoles et rudérales (Source : G. Filippi – Ecotonia)

Ces espaces ouverts rendus sauvages sur l'aire d'étude offrent des zones de chasse et de transit pour les chauves-souris. Ils sont renforcés par les linéaires arborés qui bordent les parcelles, composés de vielles chênaies ou de pins d'Alep. Ces parcelles ouvertes participent aux corridors de déplacement des chiroptères. Il est à noter que le projet de Parc Agricole Bio, central à l'aire d'étude, préservera la typologie de ces espaces naturels et la conservation des arbres remarquables.

Alignements d'arbres

L'aire d'étude est composée de haies bocagères délimitées par des linéaires boisés. La plupart de ces essences souvent âgées sont des chênes blanc *(Quercus alba)*, chênes pédonculé (Quercus robur) ou bien des pins d'Alep *(Pinus halepensis)*. On trouve également en quantité plus restreinte quelques chênes verts (*Quercus ilex*), ainsi qu'une allée de platanes près de l'ancienne bastide, présentant pour deux spécimens, cavités de trous de Pic et fissures. Les vieux chênes qui composent ces linéaires sont en majorité sénescents. Certains d'entre eux présentent des fonctionnalités chiroptériques, comme des décollements d'écorces ou des couvertures de lierre importante facilitant la présence de gîtes estivaux. Un spécimen remarquable de vieux chêne offre

de nombreuses macro-cavités comme des trous de pics : neuf ont été relevées. Cet arbre géolocalisé qui sera également épargné par le projet offre quant à lui des gîtes hivernaux potentiels pour certaines espèces à affinité forestière.



Alignements d'arbres, chênaies et allée de platanes cavicoles (Source : G. Filippi - Ecotonia)

Les linéaires forestiers sont fonctionnels pour les routes de vol des chauves-souris. Le sol est parfois recouvert d'une strate végétale de type prairial mellifère, favorable aux insectes pollinisateurs, et donc aux chauves-souris. Ces habitats, dont la grande majorité, seront intégrés au projet et préservés. **Ils sont de bonne qualité pour les chiroptères**.

Les boisements en pas japonais

On trouve ce type de boisement près d'une ancienne ruine, au sud de l'aire d'étude, où culmine un très beau Cèdre de l'Atlas d'un diamètre supérieur à 75 cm. Ce « patch » forestier renferme de grands arbres, comme de vieux chênes. L'ensemble est relié aux alignements forestiers délimitant les parcelles adjacentes. Les écotones bordant cet ensemble, riches en plantes mellifères, sont très attractifs pour les chiroptères. Une balise d'enregistrement posée dans ce secteur montre une activité importante pour la Pipistrelle de Kuhl (*Pipistrellus kuhlii)*.



Boisement en « pas japonais » situé au sud de l'aire d'étude (Source : G. Filippi – Ecotonia)

Cet habitat forestier est favorable aux chiroptères. Il jouxte quelques alignements de chênes de part et d'autre de son environnement. Il est donc en connexion avec les milieux ouverts de l'aire d'étude.

La ripisylve de la Thumine et le talweg central

Ces deux continuums hydrophiles sont arborés avec de belles ripisylves. Le premier est très humide et en eau régulièrement. Le ruisseau de la Thumine est préservé dans son intégralité dans le cadre du projet. Il est le corridor principal de connexion avec les grandes plaines agricoles de l'Ouest. Il favorise également les contacts avec les alignements d'arbres et les chênaies de l'aire d'étude. L'activité chiroptérique y est moyenne, mais le corridor est riche en essences végétales variées, avec de nombreux feuillus.

Le second est à sec, en raison d'un manque de mesure de gestion. Ce talweg présente pourtant un corridor boisé de qualité, où se mélangent quelques grands saules, avec de vieux chênes sénescents. **L'activité chiroptérique y est abondante**.



Ripisylve arborée et son talweg (Source : G. Filippi – Ecotonia)

Ces deux continuums humides forment de bons corridors de déplacement pour la faune des chiroptères. Le premier assure les connectivités avec les grandes plaines à l'ouest, et l'autre renforce les fonctionnalités en traversant la Constance du nord au sud.

Les dispositifs d'enregistrement de type SM4BAT ont été positionnés au sein de corridors de déplacement des chiroptères (alignements d'arbres, haies, lisières, cours d'eau), des zones de chasse (milieux ouverts, lisières, plans d'eau) et/ou des sites de gîtes potentiels. Le tableau suivant présente les photos ainsi que les milieux au sein desquels les enregistreurs ont été placés.

Tableau 45 - Localisation des balises d'enregistrement en fonction de leurs habitats sur le site d'étude.

Enregistreur	Photos	Observations
1		Enregistreur positionné au sein d'un grand pin d'Alep de 3 mètres de haut, face à une friche agricole.
2		Enregistreur positionné au sommet d'un pin d'Alep de 2,5 mètres de haut, face à une oliveraie.
3		Enregistreur installé au sein d'un arbre situé au sommet d'une vallée et milieux ouverts.

4		Enregistreur installé au sein d'un pin d'Alep faisant face à un milieu ouvert.
5		Enregistreur installé au sein d'un pin d'Alep faisant face à un milieu ouvert.

6.6.7.3 Espèces à fort enjeu régional de conservation

Deux espèces à fort et très fort enjeu ont été contactées sur le site d'étude. **Une espèce à fort enjeu** a également été contacté par enregistrement actif à l'aide d'un Petterson. Les statuts de conservation de ces espèces sont détaillés dans le tableau suivant.

Tableau 46 : Tableau synthétique des espèces de chiroptères à fort enjeu régional de conservation sur le site.

Nom scientifique	Nom vernaculaire	Protections (BE, BO, PN)	Dir. HFF	LR Nationale	Enjeu régional	Statut ZNIEFF
Barbastella barbastellus	**Barbastelle d'Europe**	BE II - BO II/EUROBATS Ann. I - PN2	Ann. II et IV	LC	TFo	DT
Tadarida teniotis	**Molosse de Cestoni**	BE II - BO II/EUROBATS Ann. I - PN2	Ann. IV	NT	Fo	RQ

Sources :

1. Protections :
BE (Convention de Berne) : Convention relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel d'Europe (Convention de Berne) – 19.09.1979 – Conseil de l'Europe – Document officiel
BO (Convention de Bonn) : Convention sur la conservation des espèces migratrices appartenant à la faune sauvage (CMS – Convention de Bonn)/Accord EUROPATS – 23 juin 1979 – Document officiel
PN (Protection Nationale) : Arrêté du 23 avril 2007 fixant la liste des mammifères terrestres protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection – République Française – 26.09.2018 – Document officiel
2. Dir. HFF (Directive Habitats Faune Flore) :

Catégories UICN pour la Liste Rouge	
EX	Espèce éteinte au niveau mondial
EW	Espèce éteinte à l'état sauvage
RE	Espèce disparue au niveau régional
CR	En danger critique
EN	En danger
VU	Vulnérable
NT	Quasi-menacée
LC	Préoccupation mineure
DD	Données insuffisantes pour évaluation

Directive 92/43/CEE (Directive européenne dite Directive Habitats-Faune-Flore) du 21 mai 1992 concernant la conservation des habitats naturels ainsi que de la faune et de la faune sauvage – Commission Européenne – 01.01.2007 – Document officiel
3. Listes Rouges :
LR Nationale : Liste rouge des espèces menacées en France - Chapitre Mammifères de France métropolitaine - UICN France, SFEPM, ONCFS & MNHN – 2017
4. Enjeu régional :
LPO PACA, GECEM & GCP, 2016. – *Les mammifères de Provence-Alpes-Côte d'Azur*. Biotope, Mèze, 344 p.
5. Statut ZNIEFF :
Liste des espèces de faune déterminantes en région PACA – MNHN, DREAL PACA & CEN PACA – 29/11/2017
Liste des espèces de faune remarquables en région PACA – MNHN, DREAL PACA & CEN PACA – 29/11/2017

NA	Non applicable (espèce non soumise à évaluation)
NE	Non évaluée

Enjeu de conservation Régional PACA	
Disp	Disparue
TFo	Très fort
Fo	Fort
M	Modéré
F	Faible
Tf	Très faible

- **La Barbastelle d'Europe *(Barbastellus barbastellus)***

Cette espèce est forestière et se retrouve en plaine, mais également en montagne. Elle affectionne les forêts mixtes âgées à strates buissonnantes. Elle gîte principalement en été contre le bois, dans des fentes et écorces décollées. Elle peut également se retrouver dans des bâtiments, derrière des volets… En hiver cette espèce gîte dans des caves voutées, ruines, souterrains, etc.



Barbastelle d'Europe (Source : J. Svetlík)

Les individus peuvent parcourir jusqu'à 300 km entre leurs gîtes de reproduction et les sites d'hivernages. Les colonies peuvent rester plus d'un mois dans le même gîte de reproduction, mais lorsqu'elles sont dans les arbres, elles peuvent se déplacer très fréquemment.

Concernant son régime alimentaire, il s'agit d'une des espèces les plus spécialisées d'Europe, elle se nourrit en effet presque exclusivement de « microlépidoptères » qu'elle capture en vol. Les layons forestiers, les lisières boisées ou encore les étangs forestiers constituent des terrains de chasse privilégiés pour la Barbastelle.

- **L'espèce a été révélée** lors de l'analyse de l'enregistrement passif des ultrasons d'été sur l'aire d'étude au niveau de la balise n° 4, située dans un Pin d'Alep proche d'un milieu ouvert et du vallon de la Thumine. En moyenne, **0,1 contact** par nuit a été enregistré, ce qui correspond à une **faible activité** de l'espèce. **Aucun cri social** n'a été noté, ce qui ne montre pas d'**activité sociale** ou de **communication**. Ainsi, le site ne constitue pas une zone de chasse malgré la présence d'espaces forestiers ou de gîte optimal. Elle semble donc y être uniquement de **passage**.
- Considérant qu'elle utilise ponctuellement l'aire d'étude comme zone **de transit**, son enjeu écologique sur le site d'étude n'est pas similaire à son enjeu régional, et est évalué à **négligeable.**

- ***Le Molosse de Cestoni (Tadarida teniotis)***

Le Molosse de Cestoni est une espèce méditerranéenne. Elle se rencontre au niveau des agglomérations, des gorges ou encore des falaises, jusqu'à 2000 m d'altitude.



Molosse de Cestoni (source : B.Carré)

L'espèce est fissuricole. En été comme en hiver, elle gîte dans les corniches de bâtiments et de ponts, les falaises, les carrières, derrière les volets ouverts… Il semblerait qu'elle reste

active presque toute l'année avec de courtes périodes d'inactivité léthargique.

Le Molosse de Cestoni se nourrit dès le crépuscule de lépidoptères, coléoptères et névroptères. Il chasse dans un rayon de 20 km autour de son gîte et peut même parcours des distances plus importantes en été (jusqu'à 100 km).

- **L'espèce a été révélée** lors de l'analyse de l'enregistrement actif du 29 aout à l'aide du Pettersson.
- Considérant qu'elle utilise ponctuellement l'aire d'étude comme zone **de chasse occasionnelle uniquement**, son enjeu écologique sur le site d'étude n'est pas similaire à son enjeu régional, et est évalué à **faible.**

6.6.7.4 Espèces à enjeu régional de conservation modéré

Trois espèces à enjeu modéré ont été contactées sur le site d'étude. Leur statut de conservation est détaillé dans le tableau suivant.

Tableau 47 : Tableau synthétique des espèces de chiroptères à enjeu régional de conservation modéré sur le site

Nom scientifique	Nom vernaculaire	Protections (BE, BO, PN)	Dir. HFF	LR Nationale	Enjeu régional	Statut ZNIEFF
Eptesicus serotinus	**Sérotine commune**	BE II - BO II - PN2	Ann. IV	NT	M	-
Pipistrellus pygmaeus	**Pipistrelle pygmée**	BE II - BO II/EUROBATS Ann. I - PN2	Ann. IV	LC	M	-
Nyctalus leisleri	**Noctule de Leisler**	BE II - BO II/EUROBATS Ann. I - PN2	Ann. IV	NT	M	-

Sources :

1. Protections :
BE (Convention de Berne) : Convention relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel d'Europe (Convention de Berne) – 19.09.1979 – Conseil de l'Europe – Document officiel
BO (Convention de Bonn) : Convention sur la conservation des espèces migratrices appartenant à la faune sauvage (CMS – Convention de Bonn)/Accord EUROPATS – 23 juin 1979 – Document officiel
PN (Protection Nationale) : Arrêté du 23 avril 2007 fixant la liste des mammifères terrestres protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection – République Française – 26.09.2018 – Document officiel
2. Dir. HFF (Directive Habitats Faune Flore) **:**
Directive 92/43/CEE (Directive européenne dite Directive Habitats-Faune-Flore) du 21 mai 1992 concernant la conservation des habitats naturels ainsi que de la faune et de la faune sauvage – Commission Européenne – 01.01.2007 – Document officiel
3. Listes Rouges :
LR Nationale : Liste rouge des espèces menacées en France - Chapitre Mammifères de France métropolitaine - UICN France, SFEPM, ONCFS & MNHN – 2017
4. Enjeu régional :
LPO PACA, GECEM & GCP, 2016. – *Les mammifères de Provence-Alpes-Côte d'Azur*. Biotope, Mèze, 344 p.
5. Statut ZNIEFF :
Liste des espèces de faune déterminantes en région PACA – MNHN, DREAL PACA & CEN PACA – 29/11/2017
Liste des espèces de faune remarquables en région PACA – MNHN, DREAL PACA & CEN PACA – 29/11/2017

Catégories UICN pour la Liste Rouge	
EX	Espèce éteinte au niveau mondial
EW	Espèce éteinte à l'état sauvage
RE	Espèce disparue au niveau régional
CR	En danger critique
EN	En danger
VU	Vulnérable
NT	Quasi-menacée
LC	Préoccupation mineure
DD	Données insuffisantes pour évaluation
NA	Non applicable (espèce non soumise à évaluation)
NE	Non évaluée

Enjeu de conservation Régional PACA	
Disp	Disparue
TFo	Très fort
Fo	Fort
M	Modéré
F	Faible
Tf	Très faible

- **La Sérotine commune (*Eptesicus serotinus*)**



Sérotine commune
(Source : Laurent Arthur - PNA)

La Sérotine commune est une espèce a tendance anthropophile de plaine, elle se trouve autant dans les agglomérations avec des parcs, que dans les jardins, prairies ou encore au bord des grandes villes. Les colonies se rassemblent généralement dans les combles des bâtiments ou ruines, les individus y séjournent en limitant les risques de prédation.

À noter que certains individus isolés, le plus généralement des mâles, se glissent dans les fissures des poutres ou derrière les volets.

En hiver, l'espèce choisit préférentiellement des gîtes sylvestres. Elle se retrouve cependant dans des grottes, caves, greniers et autres bâtisses. Cette sérotine est plutôt sédentaire, en effet les migrations sont rares et isolées et hiberne d'octobre à fin mars.

Avec son vol lent à mi-hauteur, la Sérotine commune chasse au bord des bois, autour des lampadaires, et au-dessus de diverses zones anthropisées, principalement des coléoptères et des papillons de nuit.

- **L'espèce a été révélée** lors des analyses des enregistrements passifs des ultrasons printaniers sur l'aire d'étude au niveau de la balise n° 1. Cette balise est proche de milieux semi-ouverts, type friche agricole et de milieux anthropisés. Bien que ces habitats soient appréciés par l'espèce comme lieux de gîtes estivaux, **aucun cri social** n'a été noté, ce qui ne traduit pas la présence de gîtes**. 0.1 contacts** ont été enregistrés en moyenne par nuit, ce qui correspond à une **faible activité** de l'espèce. Elle semble donc y être uniquement de **passage**.

- Considérant qu'elle utilise ponctuellement l'aire d'étude comme zone **de transit**, son enjeu écologique sur le site d'étude n'est pas similaire à son enjeu régional, et est évalué à **négligeable.**

- **La Pipistrelle pygmée (*Pipistrellus pygmaeus*)**



Pipistrelle pygmée (source : G. E. Yakhontov, Wikipédia)

La Pipistrelle pygmée est une espèce anthropophile qui se retrouve en plaine et en montagne, jusqu'à 2000 m. Elle vit principalement dans les grandes villes et les villages, les parcs, les bois, les jardins, les forêts. Elle se retrouve toujours à proximité de l'eau (zones boisées à proximité de grandes rivières, de lacs ou d'étangs, forêts alluviales, bords de marais…). Les colonies occupent toutes sortes de gîtes hivernaux et estivaux, qu'ils soient arboricoles ou anthropiques :

- En hiver (mi-novembre à mars), cette espèce migre dans le Sud. Elle hiberne dans des bâtiments, des cavités arboricoles, des cheminées, des crevasses profondes de rochers… Durant cette période, elle rentre dans des périodes de léthargie allant d'une à quatre semaines.

- En été, la Pipistrelle pygmée gîte dans des ripisylves, des bâtiments ou encore des ponts. Ses gîtes estivaux sont généralement proches de milieux boisés. Dans le sud de la France, elle est très abondante dans les villages bordant les lagunes.

La Pipistrelle pygmée est essentiellement sédentaire. Les colonies de reproduction ne sont généralement pas éloignées de plus de 10 - 20 km des quartiers. Cette espèce chasse principalement des petits diptères. Ses terrains de chasse préférentiels se composent d'allées forestières, de sous-bois, de lisières forestières. Elle chasse également au-dessus des points d'eau (mares, étangs).

- **L'espèce a été révélée** lors des analyses des enregistrements passifs des ultrasons printaniers et estivaux sur l'aire d'étude. En majorité les 5 balises présentes sur le site ont enregistré des contacts, excepté en mai pour la balise n°4 positionnée aux abords de la ripisylve à l'ouest de l'aire d'étude, milieu pourtant apprécié pour le gîte par l'espèce. **6,8 et 11,4 contacts** ont été enregistrés en moyenne par nuit, ce qui correspond à une **activité faible** de l'espèce. **10% des signaux enregistrés sont des cris sociaux.** Néanmoins 50% des contacts printaniers et 77% des contacts estivaux présentent des fréquences typiques **d'activité de chasse.** Ceci démontre une **utilisation du site essentiellement pour la chasse**.

- Considérant qu'elle utilise principalement l'aire d'étude **comme lieu de déplacement et comme zone de chasse**, son enjeu écologique sur le site d'étude est similaire à son enjeu régional, et est évalué à **modéré.**

- **La Noctule de Leisler (*Nyctalus leisleri*)**

La Noctule de Leisler est une espèce forestière pouvant être observée jusqu'à 2200 m d'altitude. Elle s'installe généralement dans les massifs forestiers feuillus, parfois dans les résineux et se rencontre dans la majeure partie de l'Europe, de l'Irlande à la Russie, jusqu'aux Balkans.



Noctule de Leisler
(Source : Laurent Arthur - PNA)

Cette espèce gîte en période estivale dans les arbres creux et occupe parfois des gîtes anthropiques (fissures de bâtiments, nichoirs). En hiver, on la retrouve dans les arbres.

C'est au coucher du soleil que la Noctule de Leisler chasse, haut dans le ciel, en faisant des piqués. Elle va chercher en priorité des papillons de nuit et des coléoptères.

- **L'espèce a été révélée** lors des analyses des enregistrements passifs des ultrasons sur l'aire d'étude printaniers et estivaux au niveau des balises n°1, 2, 3 et 5. En moyenne, **9,1 contacts** ont été enregistrés au printemps ce qui démontre une activité modérée contre **1,5 contacts** en été, traduisant une **activité faible** de l'espèce. **Très peu de cris sociaux et fréquences** typiques **d'activité de chasse** ont été notés, ce qui montre une **très faible utilisation du site pour la chasse**. Il est principalement utilisé pour le **déplacement** de l'espèce et surtout en période de transit.

- Considérant qu'elle utilise à petite échelle le site comme **lieu de chasse** et principalement l'aire d'étude globale comme **lieu de déplacement** en transit, son enjeu écologique sur le site d'étude n'est pas similaire à son enjeu régional, et est donc évalué à **faible.**

6.6.7.5 Espèce à faible enjeu régional de conservation

Cinq espèces ont été contactées sur le site d'étude. Leur statut de conservation est détaillé dans le tableau suivant.

Tableau 48 : Tableau synthétique des espèces de chiroptères à faible enjeu régional de conservation sur le site

Nom scientifique	Nom vernaculaire	Protections (BE, BO, PN)	Dir. HFF	LR Nationale	Enjeu régional	Statut ZNIEFF
Pipistrellus pipistrellus	**Pipistrelle commune**	BE III - BO II/EUROBATS Ann. I - PN2	Ann. IV	NT	F	-
Pipistrellus kuhlii	**Pipistrelle de Kuhl**	BE II - BO II/EUROBATS Ann. I - PN2	Ann. IV	LC	F	-
Pipistrellus nathusii	**Pipistrelle de Nathusius**	BE II - BO II/EUROBATS Ann. I - PN2	Ann. IV	NT	F	RQ
Hypsugo savii	**Vespère de savi**	BE II - BO II/EUROBATS Ann. I - PN2	Ann. IV	LC	F	RQ
Myotis nattereri	**Murin de Natterer**	BE II - BO II/EUROBATS Ann. I - PN2	Ann. IV	LC	F	-
Plecotus austriacus	**Oreillard gris**	BE II - BO II/EUROBATS Ann. I - PN2	Ann. IV	LC	F	-

Sources :

1. Protections :
BE (Convention de Berne) : Convention relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel d'Europe (Convention de Berne) – 19.09.1979 – Conseil de l'Europe – Document officiel
BO (Convention de Bonn) : Convention sur la conservation des espèces migratrices appartenant à la faune sauvage (CMS – Convention de Bonn)/Accord EUROPATS – 23 juin 1979 – Document officiel
PN (Protection Nationale) : Arrêté du 23 avril 2007 fixant la liste des mammifères terrestres protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection – République Française – 26.09.2018 – Document officiel
2. Dir. HFF (Directive Habitats Faune Flore) **:**
Directive 92/43/CEE (Directive européenne dite Directive Habitats-Faune-Flore) du 21 mai 1992 concernant la conservation des habitats naturels ainsi que de la faune et de la faune sauvage – Commission Européenne – 01.01.2007 – Document officiel
3. Listes Rouges :
LR Nationale : Liste rouge des espèces menacées en France - Chapitre Mammifères de France métropolitaine - UICN France, SFEPM, ONCFS & MNHN – 2017
4. Enjeu régional :
LPO PACA, GECEM & GCP, 2016. – *Les mammifères de Provence-Alpes-Côte d'Azur*. Biotope, Mèze, 344 p.
5. Statut ZNIEFF :
Liste des espèces de faune déterminantes en région PACA – MNHN, DREAL PACA & CEN PACA – 29/11/2017
Liste des espèces de faune remarquables en région PACA – MNHN, DREAL PACA & CEN PACA – 29/11/2017

Catégories UICN pour la Liste Rouge	
EX	Espèce éteinte au niveau mondial
EW	Espèce éteinte à l'état sauvage
RE	Espèce disparue au niveau régional
CR	En danger critique
EN	En danger
VU	Vulnérable
NT	Quasi-menacée
LC	Préoccupation mineure
DD	Données insuffisantes pour évaluation
NA	Non applicable (espèce non soumise à évaluation)
NE	Non évaluée

Enjeu de conservation Régional PACA	
Disp	Disparue
TFo	Très fort
Fo	Fort
M	Modéré
F	Faible
Tf	Très faible

- **Pipistrelle commune** (*Pipistrellus pipistrellus*)



Pipistrelle commune
(Source : G. San Martin, Wikipédia)

La Pipistrelle commune est assez répandue en France et se retrouve aussi bien en plaine qu'en montagne, jusqu'à 2000 m d'altitude. C'est une espèce anthropophile qui vit principalement dans les villages, les grandes villes, mais également les bois, les parcs, les jardins et les forêts. Les colonies occupent des gîtes anthropiques et arboricoles : arbres creux, crevasses des rochers, caves, habitations, trous de pic… En hiver, l'espèce part dans le Sud et gîte dans des endroits confinés. Elle est alors essentiellement sédentaire, mais peut également se rassembler en grands groupes. Au printemps les femelles se regroupent en importantes colonies dans les gîtes d'été. La mise-bas a lieu dans des gîtes exclusivement anthropiques.

L'espèce est insectivore. Elle chasse préférentiellement dans les zones humides, les jardins, les parcs, mais également en milieu forestier et dans les zones agricoles. Elle est peu lucifuge et chasse autour des lampadaires. Elle ne s'éloigne pas à plus de quelques kilomètres de son gîte (1 - 2 km) lors de ses sorties nocturnes.

- **L'espèce a été révélée** lors de toutes les analyses d'enregistrement passif des ultrasons sur l'aire d'étude. Cette espèce étant très répandue en France et ubiquiste, il n'est pas surprenant de la contacter sur le site. **191,6 et 46,1 contacts** par nuit ont été enregistrés en moyenne au cours des deux périodes étudiées, ce qui correspond à une **activité modérée** de l'espèce. **Très peu de cris sociaux** ont été enregistrés contre **42% des contacts** printaniers **et 64% des contacts** estivaux présentant des **fréquences typiques d'activité de chasse.** Le site est donc utilisé pour le **déplacement** de l'espèce et essentiellement comme **terrain de chasse**.

- Considérant qu'elle utilise principalement l'aire d'étude globale comme **lieu de chasse et de déplacement**, son enjeu écologique sur le site d'étude est similaire à son enjeu régional, évalué à **faible.**

- **Pipistrelle de Kuhl** (*Pipistrellus Kuhlii*)



Pipistrelle de Kuhl
(Source : L. Arthur, INPN)

La Pipistrelle de Kuhl est une espèce anthropophile très commune et bien répandue en France. Elle se rencontre dans les milieux anthropisés, mais également dans les paysages karstiques, les plaines, les vallées de montagne, les zones sèches à végétation pauvre, les milieux humides… En hiver, l'espèce s'installe dans des anfractuosités des bâtiments frais, des caves ou dans des fissures de falaise. La mise-bas a lieu dans des anfractuosités (fissures, linteaux, volets…) de bâtiments, plus rarement dans des cavités arboricoles.

La Pipistrelle de Kuhl chasse préférentiellement dans les parcs, les jardins, au niveau des éclairages publics. Elle prospecte également dans les espaces ouverts, les boisements et les zones humides.

- **L'espèce a été révélée** lors de toutes les analyses d'enregistrement passif des ultrasons sur l'aire d'étude. Cette espèce étant très répandue en France et ubiquiste, il n'est pas surprenant de la contacter sur le site. **1042.9 contacts et 9.7 contacts** par nuit ont été

enregistrés en moyenne, ce qui correspond à une **forte activité printanière** et une **faible activité estivale** de l'espèce. 10% de cris sociaux ont été enregistrés au printemps et 38% en été essentiellement au niveau des balises n° 3 et n° 4. Ces balises sont situées aux abords de milieux appréciés comme gîtes estivaux par l'espèce (ruines, arbres avec décollements d'écorce). De plus, une majorité des contacts présentent des **fréquences typiques d'activité de chasse,** ce qui montre une **utilisation du site pour la chasse**. Le site est donc utilisé pour le **déplacement** de l'espèce, comme **terrain de chasse** et comme lieu de **gîte estival** potentiel.

- Considérant qu'elle utilise principalement l'aire d'étude globale comme lieu de **déplacement,** comme lieu de **chasse** et également comme lieu de **gîte estival potentiel** et lieu de **mise bas (au niveau des arbres à cavité uniquement)**, son enjeu écologique sur le site d'étude est évalué à **modéré**.

- **Pipistrelle de Nathusius** (*Pipistrellus nathusii*)

La Pipistrelle de Nathusius est une espèce forestière qui se retrouve en plaine et en montagne, jusqu'à 2000 m d'altitude. Elle fréquente les milieux boisés avec des plans d'eau et les parcs. Plus rarement elle se rencontre en milieu urbain. C'est une espèce migratrice. En hiver, elle est plutôt solitaire et gîte dans des cavités arboricoles, des décollements d'écorces, mais également dans des bâtiments. En été, les mises-bas ont lieu dans des gîtes arboricoles, entre les fentes du bois ou les chablis. Les colonies de reproduction peuvent se rassembler dans des bâtiments ou des arbres, elles se déplacent alors très fréquemment. Cette espèce s'accommode très bien des nichoirs artificiels installés dans les arbres.



Pipistrelle de Nathusius (source : E. Yakhontov, Wikipédia)

La Pipistrelle de Nathusius chasse préférentiellement dans les milieux boisés, à proximité de plans d'eau, au niveau des chemins ou des lisières. Elle peut s'éloigner jusqu'à 12 km de son gîte.

- **L'espèce a été révélée** lors de l'analyse des enregistrements passifs des ultrasons printaniers et estivaux sur l'aire d'étude. **0,5 contact par nuit enregistré au printemps et 1 contact** par nuit enregistré en moyenne en été, ce qui correspond à une **faible activité** de l'espèce pour ces deux saisons. **Aucun cri social ni fréquence typique d'activité de chasse n'a été** noté, ce qui ne traduit pas la présence d'un gîte à proximité ni une utilisation du site comme terrain de chasse. Le site est principalement utilisé pour le **déplacement** de l'espèce.

- Considérant qu'elle utilise principalement l'aire d'étude globale comme **lieu de déplacement de manière très ponctuelle**, son enjeu écologique sur le site d'étude n'est pas similaire à son enjeu régional, évalué à **négligeable**

- **Le Vespère de Savi (*Hypsugo savii*)**



Vesper de Savi

(Source : Raphael Colombo)

Le Vespère de Savi est une espèce méridionale et rupestre, pouvant se retrouver jusqu'à 3 000 m d'altitude. Il se retrouve dans les garrigues, les maquis, les zones semi-désertiques ou encore dans les monuments en pierre au cœur des villes
Cette espèce est fissuricole. En hiver, elle gîte dans des alvéoles et fissures de falaises et d'édifices en pierres, plus rarement en milieu souterrain. En été elle gîte dans les falaises et parois rocheuses (étroitures, microfissures de la roche…) mais elle peut également se retrouver dans les fissures des arbres.
Le Vespère de Savi chasse régulièrement au-dessus des cours d'eau, zones humides et lampadaires ou le long des plateaux calcaires. Son régime alimentaire est varié : lépidoptères, diptères, hyménoptères. Il chasse avant ou après le coucher du soleil, parfois en fin d'après-midi. Il est à noter que les juvéniles peuvent sortir s'abreuver en plein après-midi.

- **L'espèce a été révélée** lors de l'analyse des deux sessions d'enregistrements passifs des ultrasons sur l'aire d'étude. **28.1 contacts** par nuit ont été enregistrés en moyenne au printemps, ce qui correspond à **une activité modérée** de l'espèce à cette saison et **1 contact** par nuit a été enregistré en été, ce qui correspond à une **activité faible** de l'espèce sur le site. **Aucun cri social ni fréquence typique d'activité de chasse** n'a été noté, ce qui ne traduit pas la présence d'un gîte à proximité ni une utilisation du site comme terrain de chasse. Le site est principalement utilisé pour le **déplacement** de l'espèce.

- Considérant qu'elle utilise principalement l'aire d'étude globale comme **lieu de déplacement régulier**, son enjeu écologique sur le site d'étude n'est pas similaire à son enjeu régional, évalué à **très faible**.

- **Le Murin de Natterer *(Myotis nattereri)***



Murin de Natterer

(Source : J. Svetlík)

Le Murin de Natterer se retrouve dans les massifs forestiers, les milieux agricoles extensifs ou encore dans les milieux urbanisés. En hiver, l'espèce est plutôt solitaire et gîte en milieux souterrains (grottes, glacières, fissures de bâtiments en ruine, tunnels…). Les cavités aux températures basses sont privilégiées. En été, elle gîte préférentiellement dans des cavités arboricoles. Les nurseries sont localisées dans des poutres disjointes d'habitation, en entrée de grange, dans des cavités d'arbres, des ponts, etc. L'espèce est sédentaire.
Le Murin de Natterer chasse dans des milieux très diversifiés : allées forestières, prairies bordées de haies, vergers, parcs… Il ne s'éloigne jamais loin de son gîte lors de ses sorties nocturnes.

- **L'espèce a été révélée** lors de l'analyse des deux sessions d'enregistrements passifs des ultrasons sur l'aire d'étude uniquement sur les balises 1 et 4. Le logiciel SonoChiro ® utilisé, intègre un module de traitement SonoView capable d'extraire des séquences sonores pouvant affirmer la **présence de l'espèce à hauteur de 72,2%**. Le nombre de contacts par nuit ne pouvant être établi avec précision, une **analyse des habitats** a été effectuée afin de déterminer l'utilisation du site par l'espèce. Le Murin de Natterer apprécie les milieux boisés, les lisières et les prairies

rases comme **lieu de chasse**, ces milieux sont présents sur l'aire d'étude. Aussi, l'espèce affectionne comme lieux de mise-bas, les milieux arborés et les bâtis. Le site d'étude est donc un lieu de **gîte estival potentiel** pour l'espèce. Les milieux présents ne conviennent pas à l'espèce comme lieux de gîtes d'hibernation.

- Considérant qu'elle utilise l'aire d'étude comme lieu de **déplacement,** comme lieu de **chasse,** lieu de **gîte estival potentiel** et lieu de **mise bas potentiel,** son enjeu écologique sur le site d'étude est évalué à **modéré**.

- **L'Oreillard gris (*Plecotus austriacus*)**

L'Oreillard gris vit dans des milieux ouverts jusqu'à 2000 mètres d'altitude (plaines, vallée montagneuse, villages, milieux agricoles, etc.). C'est une espèce qui se rencontre principalement en méditerranée et plus largement en occident.



Oreillard gris
(Source : A. Roux)

C'est une espèce principalement solitaire. L'hiver il se réfugie dans des milieux souterrains (bunkers, caves, grottes naturelles, etc.). L'été, au contraire, il gîte dans des infrastructures naturelles extérieures (anfractuosités des falaises ou dans des fissures, à l'entrée des grottes, etc.). Cette espèce est généralement sédentaire, cependant son domaine vital peut s'étendre à environ 75 ha. Il chasse dans des milieux ouverts, contrairement à l'Oreillard roux. Ses proies sont constituées pour l'essentiel de petits insectes (diptères, coléoptères, orthoptères, etc.). Il peut tout de même attraper des proies de taille moyenne à grande.

- **L'espèce a été révélée** lors de l'analyse des deux sessions d'enregistrements passifs des ultrasons sur l'aire d'étude. **1.6 contacts** par nuit ont été enregistrés en moyenne au printemps, **0.3 contact** par nuit a été enregistré en été, ce qui correspond à **une activité faible en général** de l'espèce. **30% des contacts enregistrés sur les deux saisons** correspondent à des cris sociaux, ce qui montre une activité sociale non négligeable. Le site n'offre pas de lieu de gîte apprécié par cette espèce (falaise, grotte, pont, etc.), il est donc principalement utilisé pour le **déplacement** et comme **terrain de chasse**.

- Considérant qu'elle utilise principalement l'aire d'étude globale comme **lieu de déplacement et lieu de chasse de manière régulière**, son enjeu écologique sur le site d'étude n'est pas similaire à son enjeu régional, évalué à **faible**.

6.6.8 Synthèse des enjeux concernant les chiroptères

Onze espèces de chiroptères ont été recensées sur l'aire d'étude lors des deux sessions d'enregistrements de 2022. De plus une nocturne le 29 aout par enregistrement actif.

Tableau 49 : Enjeu de conservation des chiroptères de l'aire d'étude

Nom scientifique	Nom vernaculaire	Espèce protégée	Enjeu régional	Utilisation du site	Enjeu sur site
Barbastella barbastellus	**Barbastelle d'Europe**	Oui	**TRÈS FORT**	**Passage** Ensemble du site	**NÉGLIGEABLE**
Tadarida teniotis	**Molosse de Cestoni**	Oui	**FORT**	**Déplacement et Chasse ponctuelle** Ensemble du site	**MODÉRÉ**
Eptesicus serotinus	**Sérotine commune**	Oui	**MODÉRÉ**	**Passage** Ensemble du site	**NÉGLIGEABLE**
Pipistrellus pygmaeus	**Pipistrelle pygmée**	Oui	**MODÉRÉ**	**Déplacement et Chasse régulière** Ensemble du site	**MODÉRÉ**
Nyctalus leisleri	**Noctule de Leisler**	Oui	**MODÉRÉ**	**Déplacement régulier** Ensemble du site - **Chasse ponctuelle** Milieux ouverts	**FAIBLE**
Pipistrellus Kuhlii	**Pipistrelle de Kuhl**	Oui	**FAIBLE**	**Déplacement régulier** Ensemble du site - **Chasse régulière** Ensemble du site - **Gîte potentiel** Bâtis et arbres à décollements d'écorce	**MODÉRÉ**
Myotis nattereri	**Murin de Natterer**	Oui	**FAIBLE**	**Déplacement** Ensemble du site -	**MODÉRÉ**

				Chasse potentielle Milieux boisés, Lisières et Prairies rases - **Gîte potentiel** Bâtis et arbres à décollements d'écorce	
Pipistrellus pipistrellus	**Pipistrelle commune**	Oui	**FAIBLE**	**Déplacement et Chasse régulier** Ensemble du site	**FAIBLE**
Plecotus austriacus	**Oreillard gris**	Oui	**FAIBLE**	**Déplacement et Chasse régulier** Ensemble du site	**FAIBLE**
Hypsugo savii	**Vespère de Savi**	Oui	**FAIBLE**	**Déplacement régulier** Milieux ouverts	**TRÈS FAIBLE**
Pipistrellus nathusii	**Pipistrelle de Nathusius**	Oui	**FAIBLE**	**Déplacement ponctuel** Milieux ouverts	**NÉGLIGEABLE**

➢ **Les enjeux de conservation sur site concernant les chiroptères de l'aire d'étude sont évalués à modérés.**

6.6.9 Synthèse globale des espèces observées de 2018 à 2022

Le tableau suivant présente les différentes espèces observées au cours des différentes sessions d'inventaires ayant eu lieu de 2018 à 2022 :

Tableau 50 - Synthèse des espèces de chiroptères à enjeu suivant les années de prospection

Nom scientifique	Nom vernaculaire	Espèce protégée	Enjeu sur site	Utilisation du site	Année de recensement
Pipistrellus pygmaeus	**Pipistrelle pygmée**	OUI	**MODÉRÉ**	**Déplacement et Chasse régulière** Ensemble du site	**2018,2021 et 2022**
Pipistrellus Kuhlii	**Pipistrelle de Kuhl**	OUI	**MODÉRÉ**	**Déplacement régulier** Ensemble du site - **Chasse régulière**	**2018,2021 et 2022**

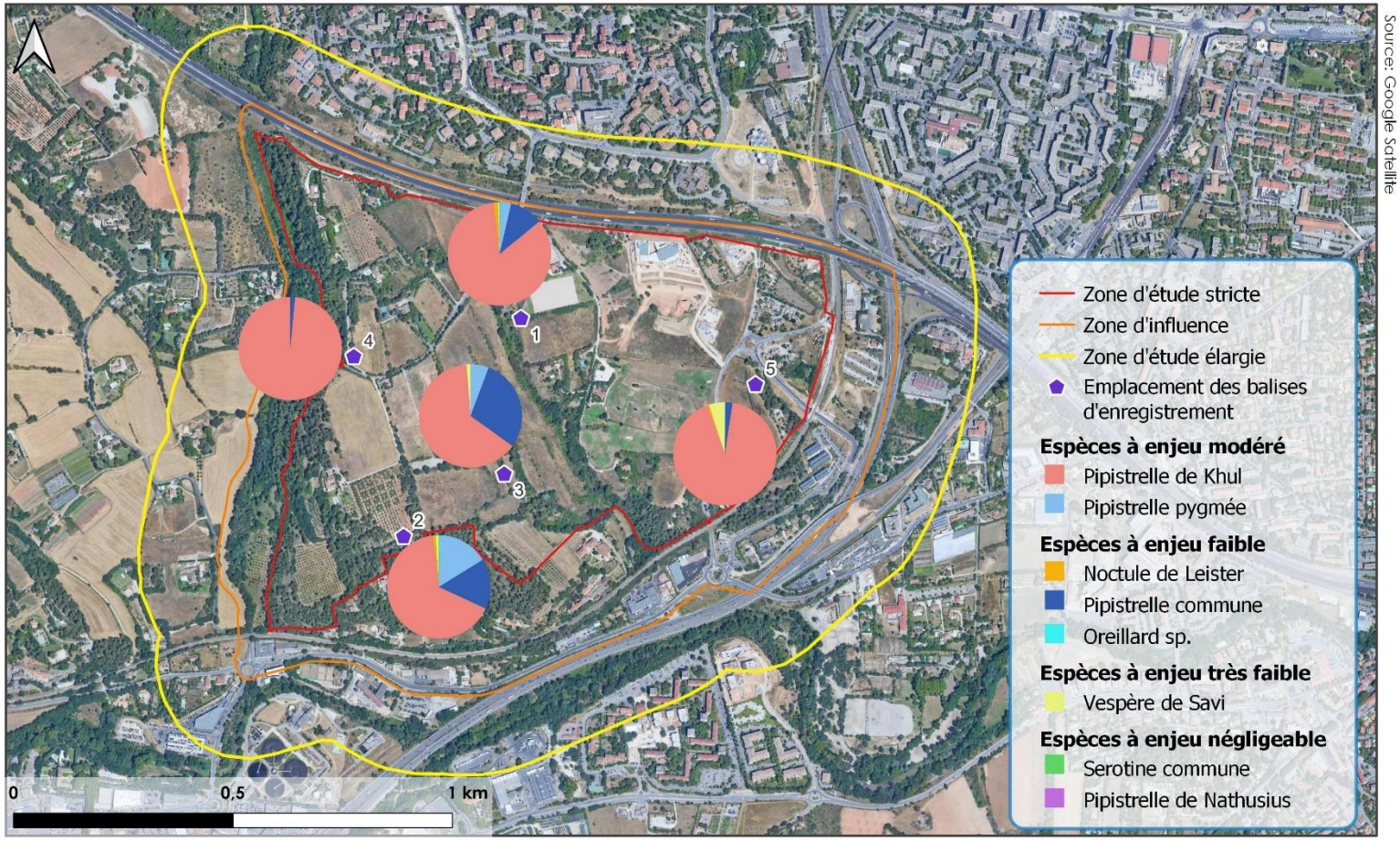
				Ensemble du site - **Gîte potentiel** Bâtis et arbres à décollements d'écorce	
Myotis sp.	**Murin**	OUI	**MODÉRÉ**	**Déplacement** Ensemble du site - **Chasse potentielle** Milieux boisés, Lisières et Prairies rases - **Gîte potentiel** Bâtis et arbres à décollements d'écorce	**2021 et 2022**
Nyctalus lasiopterus	**Grande noctule**	OUI	**MODÉRÉ**	**Déplacement et Chasse** Ensemble du site	**2018**
Miniopterus schreibersii	**Minioptère de Schreibers**	OUI	**MODÉRÉ**	**Déplacement et Chasse** Ensemble du site	**2021**
Pipistrellus pipistrellus	**Pipistrelle commune**	OUI	**FAIBLE**	**Déplacement et Chasse** Ensemble du site	**2018,2021 et 2022**
Nyctalus leisleri	**Noctule de Leisler**	OUI	**FAIBLE**	**Déplacement régulier** Ensemble du site - **Chasse ponctuelle** Milieux ouverts	**2021 et 2022**
Plecotus sp.	**Oreillard**	OUI	**FAIBLE**	**Déplacement et Chasse régulier** Ensemble du site	**2018,2021 et 2022**
Tadarida teniotis	**Molosse de Cestoni**	OUI	**FAIBLE**	**Déplacement et Chasse régulier** Ensemble du site	**2018,2021 et 2022**
Hypsugo savii	**Vespère de Savi**	OUI	**TRÈS FAIBLE**	**Déplacement régulier** Milieux ouverts	**2018,2021 et 2022**
Barbastella barbastellus	**Barbastelle d'Europe**	OUI	**NÉGLIGEABLE**	**Passage** Ensemble du site	**2022**
Eptesicus serotinus	**Sérotine commune**	OUI	**NÉGLIGEABLE**	**Passage**	**2022**

				Ensemble du site	
Pipistrellus nathusii	**Pipistrelle de Nathusius**	OUI	**NÉGLIGEABLE**	**Déplacement ponctuel** Milieux ouverts	**2018,2021 et 2022**

6.6.10 Cartographie des espèces de chiroptères à enjeux

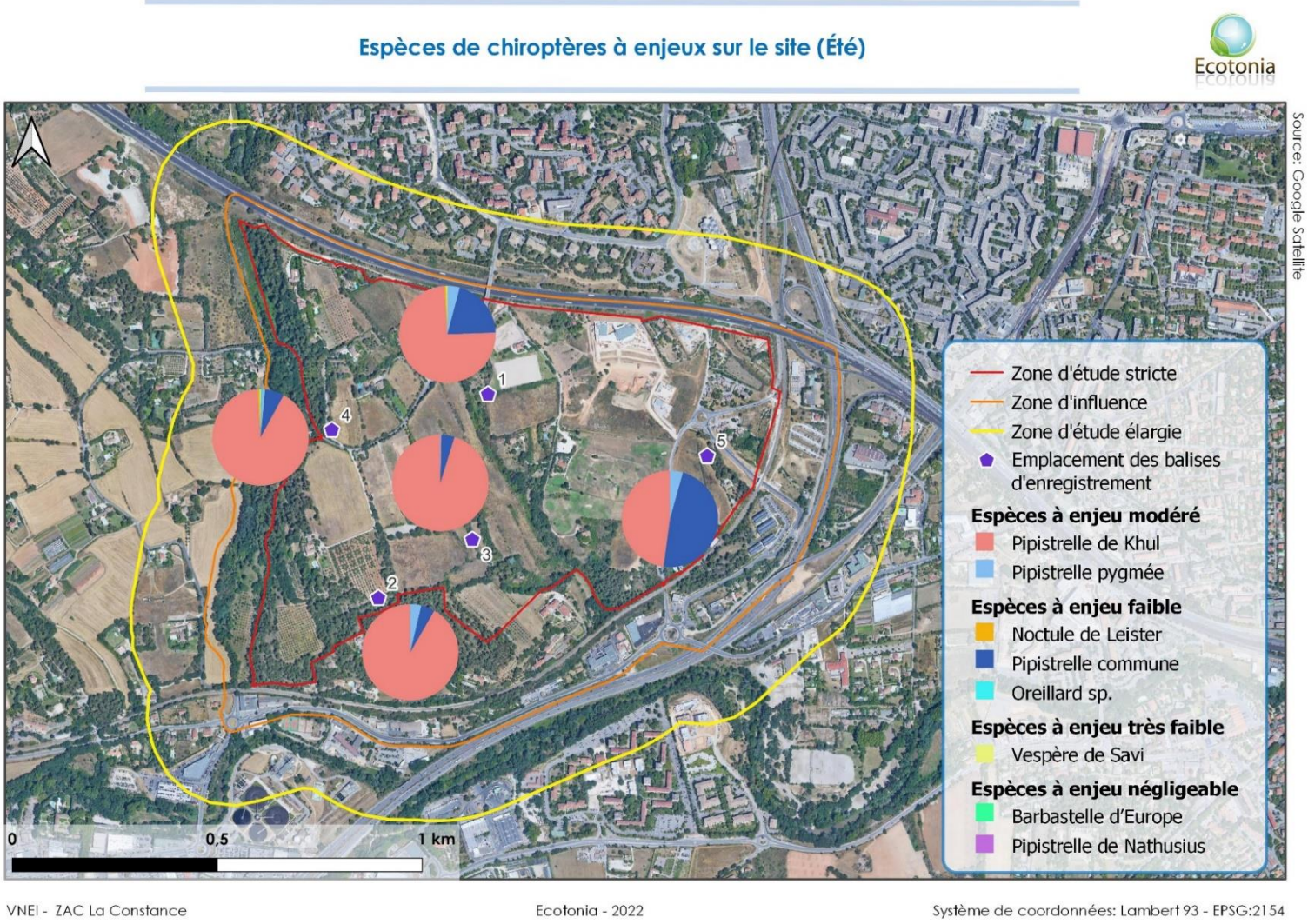
Les **espèces de chiroptères à enjeux** contactées sur l'aire d'étude sont localisées dans les cartes suivantes suivant les différentes périodes d'enregistrement.

Espèces de chiroptères à enjeux sur le site (Printemps)



VNEI - ZAC La Constance | Ecotonia - 2022 | Système de coordonnées: Lambert 93 - EPSG:2154

Carte 46 – Cartographie des espèces de chiroptères à enjeux sur le site d'étude lors des enregistrement printaniers.



Carte 47 -Cartographie des espèces de chiroptères à enjeux sur le site d'étude lors des enregistrement estivaux.

6.7 Entomofaune

6.7.1 Bibliographie

Deux ZSC et huit ZNIEFF nous renseignent de la présence de 38 espèces d'insectes patrimoniales à moins de 12 km de l'aire d'étude. Le tableau suivant présente ces espèces :

Tableau 51 : Données bibliographiques concernant l'entomofaune issues de l'INPN

Sites	Distance à l'aire d'étude	Connectivités avec l'aire d'étude	Espèces patrimoniales
ZSC FR9301605 « Montagne Sainte Victoire »	5,3 km	Aucune connectivité (forte urbanisation)	- *Coenagrion mercuriale* - *Euphydryas aurinia* - *Lucanus cervus* - *Cerambyx cerdo* - *Euplagia quadripunctaria*
ZSC FR9301603 « Chaîne de l'Etoile – Massif du Garlaban »	10,6 km	- continuum boisé - continuum hydraulique	- *Euphydryas aurinia* - *Lucanus cervus* - *Cerambyx cerdo* - *Euplagia quadripunctaria*
ZNIEFF I 930012445 « Réservoir du Réaltor »	8 km	- continuum boisé - continuum hydraulique	- *Sympetrum depressiusculum* - *Brachytron pratense* - *Coenagrion mercuriale* - *Coenagrion pulchellum* - *Gomphus simillimus* - *Oxygastra curtisii*
ZNIEFF II 930020198 « Massif du Montaiguet »	2,5 km		- *Libelloides ictericus*
ZNIEFF II 930012444 « Plateau d'Arbois »	2,7 km		- *Coenagrion caerulescens* - *Scolopendra cingulata* - *Arcyptera kheili* - *Coenagrion mercuriale* - *Libelloides ictericus* - *Oxgastra curtisii* - *Tettigettalna argentata* - *Zerynthia polyxena* - *Zerynthia rumina*
ZNIEFF II 930012450 « Montagne Sainte Victoire »	3,9 km	Aucune connectivité (forte urbanisation)	- *Carcharodus baeticus* - *Prionotropis hystrix azmi* - *Arcyptera kheili* - *Coenagrion mercuriale* - *Iolana iolas* - *Hyponephele lupina* - *Laeosopis roboris* - *Palpares libelluloides* - *Pyrus cirsii*

			- *Satyrium w. album* - *Muschampia proto* - *Zerynthia rumina* - *Zygaena hilaris*
ZNIEFF II 930020232 « La Touloubre »	5,9 km		- *Coenagrion caerulescens* - *Coenagrion mercuriale* - *Oxygastra curtisii* - *Zerynthia polyxena*
ZNIEFF II 930012449 « Plateau des quatre termes »	7,3 km	- continuum boisé - continuum hydraulique	- *Carcharodus baeticus* - *Iberochloe tagis* - *Mantispa aphavexelte* - *Arcyptera kheili* - *Geomantis larvoides* - *Sloperia proto* - *Tettigettalna argentata* - *Zerynthia rumina*
ZNIEFF II 930020220 « Massif de Concors »	7,6 km	Aucune connectivité (forte urbanisation)	- *Pyrgus sidae* - *Prionotropis hystrix* - *Hyponephele lupina* - *Maculinea arion* - *Zerynthia rumina* - *Zygaena rhadamanthus* - *Coenagrion mercuriale* - *Coenagrion pulchellum* - *Arcyptera kheili*
ZNIEFF II 930020449 « Chaîne de l'Etoile »	9,3 km	- continuum hydraulique	- *Iberochloe tagis* - *Polyommatus dolus* - *Arcyptera kheili* - *Cetonischema speciossissima* - *Hyponephele lupina* - *Zerynthia rumina*

Les bases de données SILENE et Faune PACA viennent compléter les données issues de l'INPN :

Tableau 52 : Données bibliographiques concernant l'entomofaune issues de SILENE et Faune PACA

Communes	Distance moyenne commune/aire d'étude	Espèces protégées (dernière année d'obs.)
Aix-en-Provence	Inclus	- *Coenagrion mercuriale* - *Saga pedo* - *Euphydryas aurinia* - *Zerynthia polyxena* - *Zerynthia rumina* - *Zygaena rhadamanthus* - *Lucanus cervus* - *Cerambyx cerdo* - *Coenagrion scitulum* - *Anax ephippiger* - *Trithemis annulata* - *Euchloe tagis*

		- Hipparchia hermione / genava / fagi *- Calliptamus barbarus* *- Roeseliana azami azami)* *- Roeseliana azami*

Potentialités de présence

Lors de l'étude bibliographique de ce groupe taxonomique, la totalité des ZNIEFF de type I et II et des Zones Spéciales de Conservation (ZSC) se trouvant dans un rayon de 12 km à l'aire d'étude sont prises en compte. Elles se caractérisent par des habitats ouverts de pelouses, éboulis et landes, mais également des milieux arborés. Ces secteurs confèrent à la faune et la flore un intérêt naturaliste majeur, parcourant trois étages de végétation qui se succèdent du thermoméditerranéen au supraméditerranéen.

- **Ces entités naturelles sont reliées à l'aire d'étude à la fois par des corridors de milieux ouverts et de végétation qui permettent aux invertébrés de se déplacer**. Mais également par la physionomie de l'aire d'étude, tant par sa typologie que par sa végétation, présente une véritable liaison écologique avec les richesses de ces milieux naturels spécifiques.

Il nous a semblé nécessaire malgré tout de vérifier l'écologie de chacune des espèces d'insectes patrimoniaux listées pour la comparer aux potentialités présentes ou non sur l'aire d'étude.

Tableau 53 : Récapitulatif des zonages à proximité et de leurs continuités avec l'aire d'étude

Sites	Distance à l'aire d'étude	Connectivités avec l'aire d'étude	Espèces patrimoniales
Zone Spéciale de Conservation (ZSC) FR9301605 : « Montagne Sainte-Victoire »	5 km	Corridor boisé Corridor hydraulique Corridor ouvert (champ, haies…)	*-Coenagrion mercuriale* *-Euphydryas aurinia* *-Lucanus cervus* *-Cerambyx cerdo* *-Euplagia quadripunctaria*
Zone Spéciale de Conservation (ZSC) FR9301603 : « Chaine de l'Etoile-Massif du Garlaban »	11.5 km	Corridor boisé Corridor hydraulique Corridor ouvert (champ, haies…)	*-Euphydryas aurinia* *-Lucanus cervus* *-Cerambyx cerdo* *-Euplagia quadripunctaria*
ZNIEFF de type II 930012444 : « Plateau d'Arbois-Chaîne de Vitrolles-Plaine des Milles »	2.7 km	Corridor boisé Corridor hydraulique Corridor ouvert (champ, haies…)	*-Coenagrion caerulescens* *-Scolopendra cingulata* *-Arcyptera kheili* *-Coenagrion mercuriale* *-Libelloides ictericus* *-Oxgastra curtisii* *-Tettigetta argentata* *-Zerynthia polyxena* *-Zerynthia rumina*
ZNIEFF de type II 930020198 : « Massif du Montaiguet »	2.5 km	Corridor boisé Corridor hydraulique Corridor ouvert	*-Libelloides ictericus*

ZNIEFF de type II 930012450 : « Montagne Sainte-Victoire-Plateau du Cengle et Bréguières »	4.1km	Corridor boisé Corridor hydraulique Corridor ouvert (champ, haies…)	*-Carcharodus baeticus* *-Prionotropis hystrix azmi* *-Arcyptera kheili* *-Coenagrion mercuriale* *-Iolana iolas* *-Hyponephele lupina* *-Laeosopis roboris* *-Palpares libelluloides* *-Pyrus cirsii* *-Satyrium w. album* *-Muschampia proto* *-Zerynthia rumina* *-Zygaena hilaris*

Parmi les listes d'inventaires cités précédemment, seules les espèces pouvant se retrouver sur l'aire d'étude et ayant un enjeu supérieur ou égal à modéré sont retenues pour l'analyse. Parmi celles-ci, et l'expertise entomofaunistiques du site, les potentialités d'espèces présentes sont les suivantes :

- **Le Damier de la Succise** *(Euphydryas aurinia) :* Le damier de la Succise est spécialisé dans les formations herbacées hygrophiles à mésophiles où se développent ses plantes hôtes, en milieu ouvert, mais également en contexte d'écotone (lisières, bordures de haie bocagère…). Les milieux peuvent être divers (prairies humides, tourbières, pelouses calcicoles sèches, clairières forestières…), mais la proximité d'une bordure plus ou moins boisée semble un facteur important. (Lafranchis, 2000) La Succise des prés (*Succisa pratensis*) est la plante hôte principale des chenilles. Sa présence est donc indispensable au développement de l'espèce dans la plupart des milieux. D'autres plantes hôtes peuvent également être utilisées, en particulier sur les pelouses calcicoles, notamment la Scabieuse colombaire (*Scabiosa columbaria*) et la Knautie des champs (*Knautia arvensis*). (Dupont, 2004). L'espèce est univoltine (une génération par an), et sa période de vol dure trois ou quatre semaines, entre avril et juillet (selon l'altitude, la latitude, les conditions climatiques et le type de milieu). C'est donc pendant cette période que se font les déplacements. Pour ses déplacements, le papillon emprunte les écotones. **La Scabieuse colombaire a été retrouvée sur le site d'étude, le papillon est donc potentiel sur le projet**.

- **Le Lucane Cerf-volant** *(Lucanus cervus) :* ils peuvent être rencontrés dans plusieurs types de milieux. Il peut s'agir de lisières et trouées forestières, de chemins forestiers, de grands parcs, de zones urbaines (jardins individuels arborés) … Les larves du Lucane cerf-volant sont saproxylophages : elles consomment du bois mort et se développent dans les racines des vieux arbres. L'espèce est essentiellement liée au chêne, mais on trouve ses larves et ses nymphes dans les vieilles souches d'un bon nombre de feuillus. **L'espèce est potentielle au niveau des bois morts présents sur le site.**

- **Grand Capricorne** *(Cerambyx cerdo) : Principalement présents dans les vieux chênes malades, l'insecte va les occuper durant trois ans. La larve saproxylophage décompose les bois morts. Tout comme le Lucane Cerf-volant,* **l'espèce est potentielle au niveau des bois morts présents sur le site.**

- **La Diane** *(Zerynthia polyxena)* : Milieux marneux très humides au printemps et très secs en été, berges des rivières et des fossés, bordure de haies, dans les prairies de fauche et les friches. **Présence potentielle**

- **L'Écaille chinée** (*Euplagia quadripunctaria*) : **Répandue** même dans les villes. La chenille se développe sur les Orties dioïques et autres plantes basses.

6.7.2 Résultats de l'expertise de 2013 (ENDEMYS)

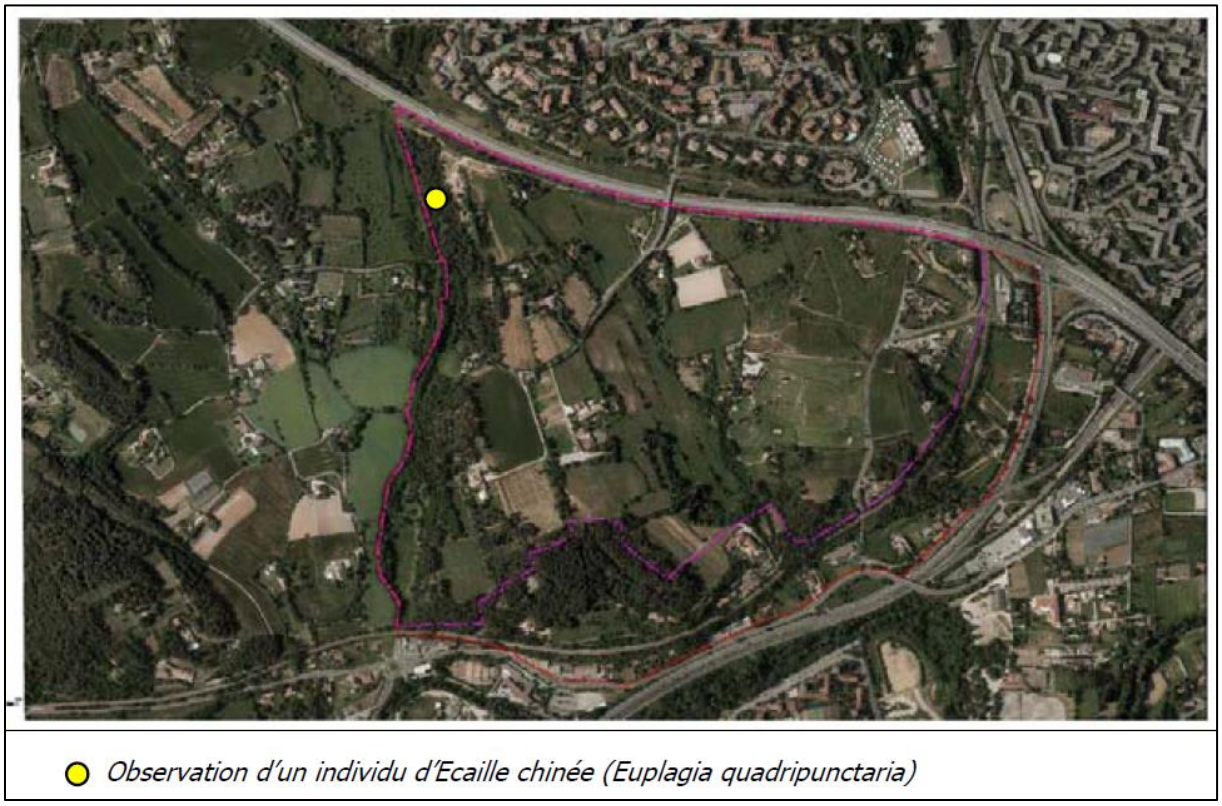
Les prospections réalisées en mai, juin et juillet 2013 ont permis d'observer **51 espèces d'insectes,** dont 41 lépidoptères, 4 odonates, 3 hémiptères, 2 orthoptères et 1 névroptère. La liste des espèces entomologiques observées sur le site en 2013 est présentée en **Annexe IV**.

ESPECE VISEE PAR LA ZSC « MONTAGNE DE LA SAINTE VICTOIRE »

Une seule espèce désignée par le réseau Natura 2000 a été observée sur le site d'étude : l'**Écaille chinée** (*Euplagia quadripunctaria)*.

Sa plante hôte est l'Ortie dioïque (*Urtica dioica*), source de nourriture pour l'espèce. Plusieurs massifs d'orties sont présents sur l'aire d'étude et favorable à l'espèce.

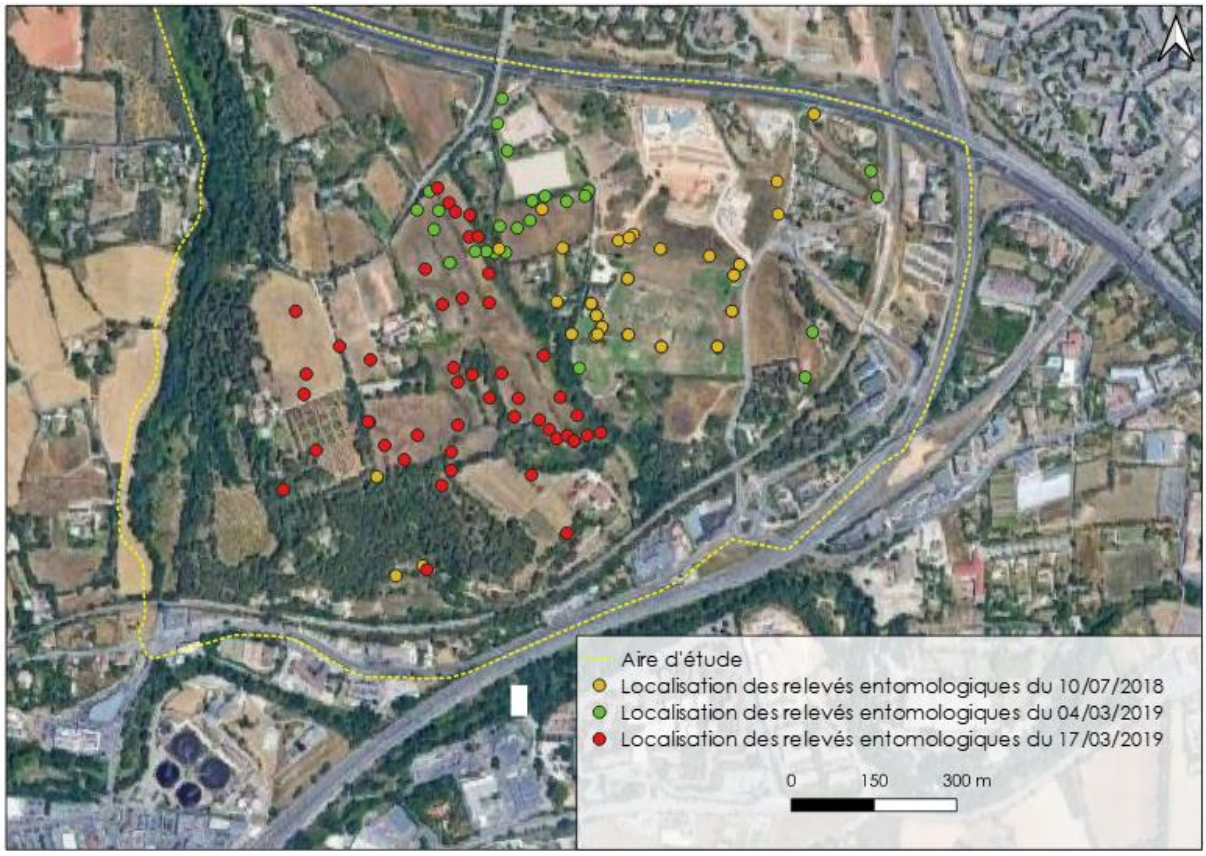
Cette espèce est assez répandue et a été observée dans le vallon de la Thumine qui sera préservé au sein du projet.



Carte 48 -Localisation de l'Écaille chinée observé sur le site d'étude en 2013 (source ENDEMYS)

6.7.3 Résultats de l'expertise de 2018- 2019 (Ecotonia)

Lors des inventaires de 2018 et 2019, **125 relevés entomofaunistiques** ont été réalisés sur l'aire d'étude. Ces inventaires ont permis la mise en évidence de **37 taxons** listés en **Annexe V**.



Carte 49 - Localisation des relevés taxonomiques entomologiques en 2018 et 2019

6.7.3.1 Habitats d'espèces

Avant de préciser les cortèges d'espèces d'insectes, il convient d'indiquer les habitats de végétation. En effet, de très nombreuses espèces d'insectes sont fort dépendantes des conditions stationnelles que leur offrent les formations végétales.

Globalement le site présente 3 grands milieux :

- Milieux artificialisés 32%
- Milieux à vocation agricole et milieux ouverts associés 40%
- Milieux boisés 28%

Le site étant composé principalement d'herbes rases, de friches à graminées ainsi que de parties boisées, les espèces peuvent évoluer dans trois grands types de milieux :

Les espèces floricoles peuvent évoluer dans les **milieux ouverts** : les pelouses sèches, les friches, ainsi que les pelouses de types nitrophiles.
Les espèces sylvicoles peuvent se retrouver dans **les boisements** : dans la pinède et dans la chênaie, mais également dans les plantations arborescentes.
La partie artificialisée, représentant un tiers de la zone, se compose d'habitations, d'un camp de gens du voyage, de bordures de routes. Des espèces peuvent être présentes dans ces milieux, cependant, du fait de leur rudéralisation, ces espaces ne sont pas pris en compte dans l'analyse des habitats d'espèces.

Les pelouses et prairies

Sur le site, elles sont composées, principalement, de pelouses vertes, pelouse de parc, de golf, n'ayant que peu d'importance sur le plan entomofaunistique.

Les pelouses subissant un relâchement de la pression anthropique sont plus riches en entomofaune. Il s'agit des zones de prairies, mais également des parties sous les plantations notamment celle de l'oliveraie.

On y rencontre quelques **Orthoptères**, **Hyménoptères** (familles *Apidae* et *Vespidae*), **Hémiptères** (famille *Cicadidae*) et de nombreux **Lépidoptères** (familles *Papilionidae*, *Pieridae*, *Lycaenidae* et *Nymphalidae*).



Photographie 34 : Prairie sous l'oliveraie

Les milieux humides

Les milieux humides décrits ne sont pas des « zones humides » au sens de l'article L. 211-1 du code de l'environnement.

Des milieux humides permanents sont présents sur l'aire d'étude ou sur l'aire élargie :

- Les mares artificielles et les bassins d'ornements ;
- La rivière de l'arc ;
- Les bassins de rétention ou plans d'eau.

Des milieux humides temporaires sont aussi présents sur l'aire d'étude ou sur l'aire élargie :

- Le torrent de la Thumine, un cours d'eau en eau lors d'épisodes méditerranéens
- Les fossés d'irrigations agricoles,
- Les microdépressions topographiques et les ornières créant temporairement des mares ou flaques.

Dans les zones à eaux stagnantes on rencontre généralement des larves d'insectes à phase aquatique, comme des **diptères** ou des **odonates** (*Crocothemis erythraea*, *Sympetrum sanguineum)*, et autres espèces communes.

Les milieux humides, sources de fraîcheur et favorisant la flore, attirent directement et indirectement l'entomofaune et notamment des **Lépidoptères**, **Hyménoptères** et quelques **Coléoptères** (*Mylabris variabilis*).

Les milieux à vocation agricole et milieux ouverts associés

Les terres cultivées régulièrement sont pratiquement azoïques (sans vie) au niveau entomofaunistique. Les friches, quant à elles, proposent une végétation spontanée, parfois même multi-strates, capables d'accueillir une assez large richesse entomofaunistique.

Les pelouses nitrophiles humides favorisent le développement de l'Ortie dioïque, plante hôte de l'Écaille chinée.



Photographie 36 : Parcelle en culture, labourée



Photographie 35 : Friche agricole

Les garrigues

Les garrigues, notamment celle en lisière des bois (pins d'Alep et chênaies), sont très intéressantes sur le plan spécifique. Certaines garrigues abritent l'Aristoloche pistoloche, plante hôte du papillon la Proserpine.

Ces habitats sont favorables aux espèces endémiques et communes dans la plupart des : **lépidoptères** et familles Ascalaphidae, Meloidae, Carabidae, Vespidae…



Photographie 37 : Garrigue à Dactyle aggloméré et lisière de bois de pins

Les milieux boisés

Du point de vue entomofaunistique, ils sont les habitats les plus riches de la zone de projet.
Le boisement de pins d'Alep à l'ouest de l'étude et la chênaie au sud, sont les principales zones boisées. Ce sont des milieux propices à la rencontre de nombreux insectes, notamment en lisière de boisement.
En effet, les ourlets et manteaux boisés apportent aux espèces, fraicheur, lumière, alimentation et zones de protection : on y rencontre entre autres des **lépidoptères** communs notamment des

Satyrinae (*Lasiommata megera*, *Pararge aegeria*, *Coenonymphia pamphilus*, *Brintesia circe) ;* mais aussi d'autres pollinisateurs **Hyménoptères** (familles *Apidae* et *Vespidae*).



Photographie 38 : Pinède à pins d'Alep sur le site

Les habitats intrinsèquement sylvicoles favorisent la présence de *Cicadidae* (*Cicadatra atra*, *Cicada orni*, *Lyristes plebejus*). Tandis que les arbres sénescents vont favoriser les espèces saproxylophages comme le Lucane Cerf-volant ou le Grand Capricorne.



Photographie 39 : Chênaie pubescente

6.7.3.2 Espèces à enjeu de conservation

Aucune espèce à enjeu de conservation n'a été contactée sur l'aire d'étude lors des inventaires de 2018/2019. Cependant **cinq espèces à enjeu de conservation sont retenues potentielles** en raison de leur écologie et des habitats présents sur le site.

- Le **Grand Capricorne** *(Cerambyx cerdo)*

C'est une espèce xylophage dont la larve consomme le bois vivant des chênes, généralement sénescents. Elle attaque les diverses espèces de chênes (chênes vert, pubescent, sessile, pédonculé...), au niveau du tronc et des grosses branches (diamètre > 20 cm). En zone méditerranéenne, des arbres de faible diamètre sont attaqués. Le cycle larvaire dure trois ans ou plus. L'adulte est crépusculaire et se trouve sur les troncs des arbres-hôtes (on peut facilement l'observer en examinant les troncs avec une lampe pendant les chaudes soirées d'été). Il consomme la sève et diverses matières sucrées et fermentées comme les fruits murs. Il est fortement

attiré par les pièges aériens à base de vin, de bière et/ou de fruits. Sa présence est potentielle sur les habitats de chênaies ou sur les chênes isolés.

- Le **Lucane cerf-volant** (*Lucanus cervus*)

Cette espèce est liée aux vieux arbres. Elle est naturellement forestière, qui s'est établie dans les bocages et dans les parcs urbains. La larve vit sous les vieilles souches en décomposition, majoritairement d'arbres à feuilles caduques (rarement les résineux en moyenne montagne). La vie larvaire dure de 2 à 5 ans. La phase nymphale est quant à elle très courte, elle n'excède pas un mois. La larve se nourrissant de sève, il vit principalement dans les chênaies blanches, forêts méditerranéennes caducifoliées dont la strate arborescente est composée principalement de Chêne pubescent (*Quercus pubescens L.*). Mais on le retrouve aussi dans les Hêtraies, Suberaies, Yeuseraies.

- La **Diane** (*Zerynthia polyxena*)

L'espèce affectionne les milieux marneux très humides au printemps et très secs en été, les berges des rivières et des fossés, les bordures de haies, dans les prairies de fauche et les friches.

- Le **Damier de la Succise** (*Euphydryas aurinia*)

L'espèce fréquente les prairies, pelouses, landes, tourbières, lisières et clairières des bois, jusqu'à 2600 m d'altitude. Ses plantes-hôtes sont : *Succisa pratensis, Scabiosa columbaria, Cephalaria leucantha, Lonicera sp., Gentiana sp.*

- L'**Écaille chinée** *(Euplagia quadripunctaria)*

L'espèce se repose fréquemment dans les endroits frais et semble butiner préférentiellement les fleurs de l'Eupatoire à feuilles de chanvre. Les œufs sont déposés par plaque sur le dessous des feuilles de la plante hôte. C'est une espèce commune notamment dans les zones rudérales. Les adultes sont observés jusqu'à 2 200 m d'altitude.

Bien que non contactée en 2018/2019, l'Écaille chinée, avéré en 2013, est considérée comme présente sur le site.

Tableau 54 : Statut des espèces d'Insectes à enjeu de conservation considérées comme présentes (en gris) sur le site d'étude en 2018-2019

Nom scientifique	Nom vernaculaire	Protections	Dir. HFF	LR France	LR PACA	Statut ZNIEFF
Cerambyx cerdo	**Grand Capricorne**	BEII - PN2	Ann. II & IV	-	-	DT
Lucanus cervus	**Lucane Cerf-volant**	BEII - PN3	Ann. II	-	-	-
Zerynthia polyxena	**Diane**	BEII - PN2	Ann. IV	LC	LC	-
Euphydryas aurinia	**Damier de la Succise**	BEII - PN3	Ann. II	LC	LC	-
Euplagia quadripunctaria	**Écaille chinée**	-	Ann. II	-	-	-

Sources :

1. Protections :

BE (Convention de Berne) : Convention relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel d'Europe (Convention de Berne) – 19.09.1979 – Conseil de l'Europe – Document officiel

PN (Protection Nationale) : Arrêté du 23 avril 2007 fixant la liste des insectes protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection – République Française – 26.09.2018 – Document officiel

PR (Protection Régionale) : Arrêté du 22 juillet 1993 relatif à la liste des insectes protégés en région Ile-de-France complétant la liste nationale – République Française – 27.09.2018 – Document officiel

2. Dir. HFF :

Directive 92/43/CEE (Directive européenne dite Directive Habitats-Faune-Flore) du 21 mai 1992 concernant la conservation des habitats naturels ainsi que de la faune et de la faune sauvage – Commission Européenne – 01.01.2007 – Document officiel

3. Listes Rouges :

LR Nationale : Liste rouge des espèces menacées en France - Chapitre Papillons de jour de France métropolitaine - UICN France, OPIE, SFO & MNHN – 2016

Liste rouge des espèces menacées en France - Chapitre Libellules de jour de France métropolitaine - UICN France, OPIE, SFO & MNHN – 2016

LR PACA : Liste rouge régionale des odonates de Provence-Alpes-Côte d'Azur – CEN PACA - 2017

Liste rouge régionale des papillons de jour de Provence-Alpes-Côte d'Azur – CEN PACA – 2016

Liste rouge régionale des orthoptères de Provence-Alpes-Côte d'Azur – CEN PACA - 2018

4. Statut ZNIEFF :

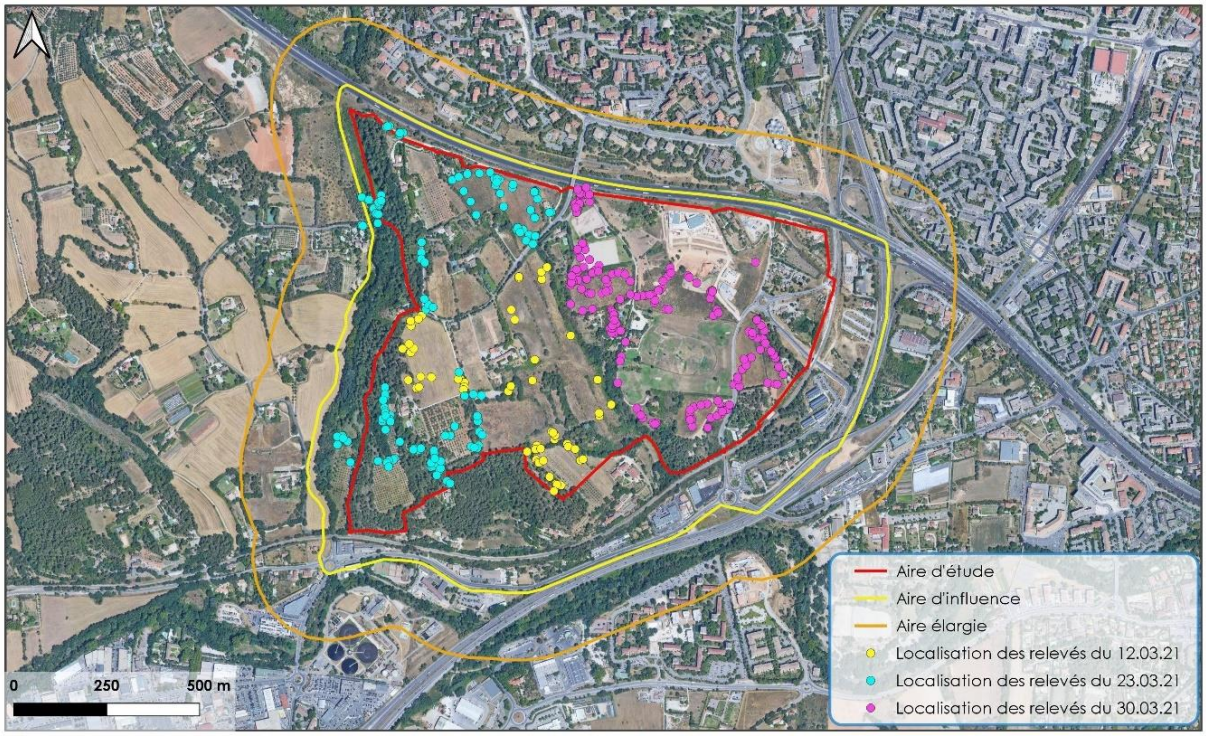
Liste des espèces de faune déterminantes en région PACA – MNHN, DREAL PACA & CEN PACA – 29/11/2017

Liste des espèces de faune remarquables en région PACA – MNHN, DREAL PACA & CEN PACA – 29/11/2017

Catégories UICN pour la Liste Rouge			
EX	Espèce éteinte au niveau mondial	NT	Quasi-menacée
EW	Espèce éteinte à l'état sauvage	LC	Préoccupation mineure
RE	Espèce disparue	DD	Données insuffisantes pour évaluation
CR	En danger critique	NA	Non applicable (espèce non soumise à évaluation)
EN	En danger	NE	Non évaluée
VU	Vulnérable		

6.7.4 Résultats de l'expertise de 2021 (Ecotonia)

Les prospections réalisées en mars 2021 ont permis d'observer 103 espèces d'invertébrés listées en **Annexe VI**.



Carte 50 - Localisation des relevés taxonomiques entomologiques en 2021

6.7.4.1 Espèces à enjeu de conservation

Aucune espèce à enjeu de conservation n'a été contactée sur l'aire d'étude lors des inventaires de 2021.

Une recherche des espèces à enjeu, potentielles sur le site, a été menée. Aucune n'a été relevée.

Concernant le **Damier de la Succise** (*Euphydryas aurinia*), sur l'aire d'étude, certaines zones favorables à l'espèce se retrouvent au nord-ouest. L'adulte est observable de la fin avril à la mi-juin, et les chenilles sont visibles de février/mars à fin avril.
En raison de l'absence d'observation de l'espèce (état larvaire et/ou adulte) entre mars et juillet, au cours des différentes sessions de prospections réalisées (depuis 2013) et de la recherche ciblée dans les secteurs où la Scabieuse colombaire, plante-hôte, est présente, l'espèce est considérée comme **non potentielle** sur le site.

Concernant la **Diane** (*Zerynthia polyxena*), sur le site, les zones humides correspondant au Vallat de la Thumine ou aux fossés humides agricoles pourraient être favorable à l'espèce et sa plante hôte. Les chenilles se nourrissent uniquement d'Aristoloche, principalement *Aristolochia rotunda*. Les adultes sont visibles de mi-mars à début mai, et les chenilles sont observables de fin-mars à mi-juin.
En raison de l'absence d'observation de l'espèce (état larvaire et/ou adulte) entre mars et juillet, au cours des différentes sessions de prospections réalisées (depuis 2013) et de l'absence d'espèces hôtes du genre *Aristolochia* sur le site, l'espèce est considérée comme **non potentielle** sur la zone d'étude.

Concernant l'**Écaille chinée** (*Euplagia quadripunctaria*), sur le site, l'espèce peut fréquenter une importante diversité de milieux chauds et ensoleillés : friches agricoles, jardins, lisières… L'espèce a été observée au nord du Vallat de la Thumine en 2013. L'adulte est observable de fin-juin à début-septembre, avec une activité diurne et nocturne. Les chenilles sont visibles de mars à juin avec une activité nocturne (elles se cachent sous les feuilles pendant la journée).
Du fait de la présence de nombreux habitats favorables à l'espèce, celle-ci, bien que non contactée lors des inventaires complémentaires de 2021, est considérée comme **présente** sur le site.

Le **Grand Capricorne** (*Cerambyx cerdo*) et le **Lucane cerf-volant** (*Lucanus cervus*), fréquentent tous types de milieux comportant des arbres feuillus, préférentiellement des chênes, âgés voir sénescents et/ou des souches. Les larves sont xylophages. Sur l'aire d'étude, plusieurs zones de boisements remarquables favorables à ces deux espèces ont été mises en évidence en 2021. Avec une activité crépusculaire et nocturne, le Grand Capricorne peut être observé de juin à septembre ; le Lucane cerf-volant de mai à juillet, également en journée dans la région méditerranéenne.
Du fait de la présence de plusieurs boisements favorables aux espèces, celles-ci, bien que non contactées lors des inventaires complémentaires de 2021, restent potentielles sur le site.



Photographie 40 : Boisement d'arbres sénescents favorables à l'ouest du golf

6.7.5 Synthèse des enjeux entomofaunistiques

Une espèce d'insectes a enjeu de conservation a été **identifiée** sur le site en 2013 : l'Écaille chinée. Bien qu'elle n'ait pas été recontactée en 2018/2019 puis en 2021, les habitats relevés lui restent favorables. Elle est considérée comme présente.

Deux autres espèces présentes dans les zonages alentours (ZSC et ZNIEFF) et confirmées sur la commune possèdent un enjeu de conservation évalué de fort à modéré. Ces espèces potentielles sont considérées comme présentes en raison de leur écologie et boisements favorables relevés.

Le tableau suivant reprend ainsi les enjeux des espèces identifiées et considérées comme présentes.

Tableau 55 : Tableau synthétique des enjeux entomologiques sur l'aire d'étude.

Nom scientifique	Nom vernaculaire	Espèce protégée	Enjeu régional	Utilisation du site	Enjeu sur site
**Cerambyx cerdo*	***Grand Capricorne**	Oui	**FORT**	Tout ou partie du cycle de vie	**FORT**
**Lucanus cervus*	***Lucane Cerf-volant**	Oui	**MODERE**	Tout ou partie du cycle de vie	**MODERE**
Euplagia quadripunctaria	**Écaille chinée**	Non	**FAIBLE**	Tout ou partie du cycle de vie	**FAIBLE**

* Espèce non contactée, mais considérée comme présente sur le site du fait de son écologie

Les autres espèces inventoriées en 2013, 2018/2019 et 2021 possèdent des enjeux de conservation très faibles à négligeables.

Le Damier de la Succise et la Diane, non contactés lors des différentes sessions de prospections réalisées depuis 2013 malgré des recherches ciblées, ne sont pas potentiels sur le site.

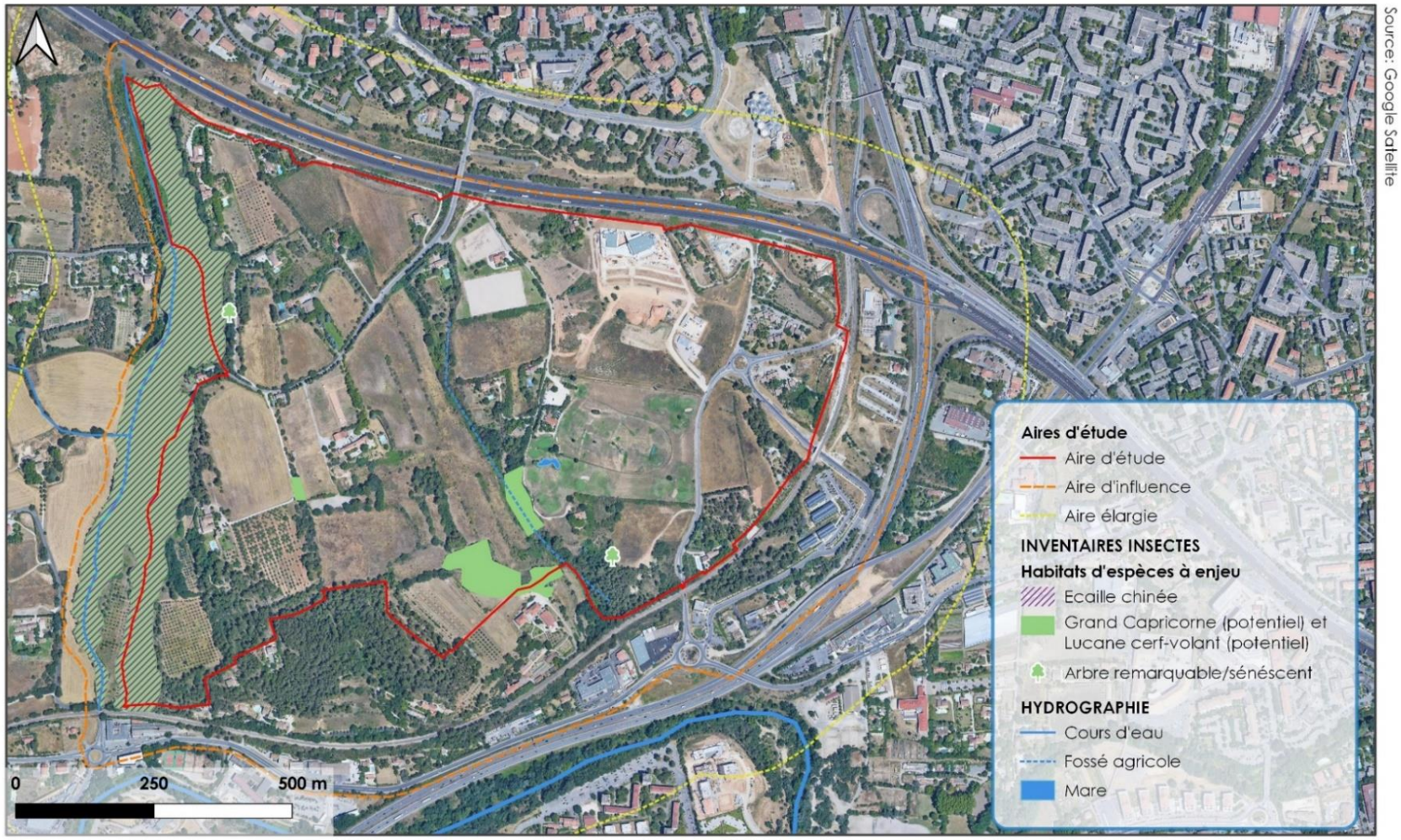
Les enjeux de conservation concernant l'entomofaune sont globalement évalués à faibles sur le total de la zone d'étude.

Plus localement, ils peuvent potentiellement être plus forts. Plus précisément, les zones d'enjeux pour l'entomofaune se situent sur :

- Les zones de lisières et ourlets forestiers thermophiles,
- Les zones à milieux humides permanents ou temporaires,
- Les arbres présentant des signes de sénescence.

6.7.6 Cartographie des enjeux entomologiques en 2021

Les habitats d'espèces à enjeu sur l'aire d'étude ainsi que les arbres sont localisés dans la carte suivante :



Carte 51 - Cartographie des habitats d'espèces d'insectes à enjeu, inventoriées ou potentielles, sur le site d'étude en 2021

6.7.7 Résultats de l'expertise de 2022 (Ecotonia)

6.7.7.1 Observation de terrain

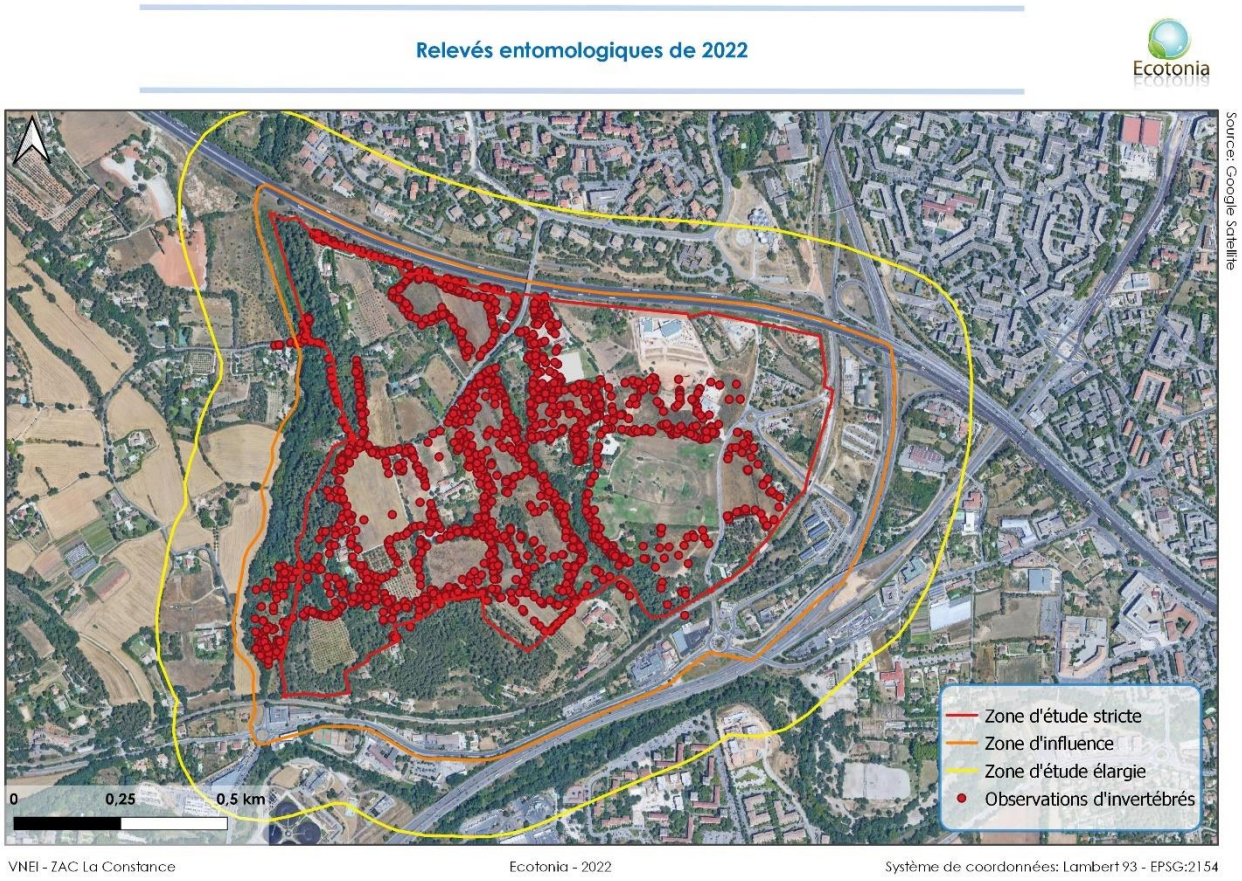
Onze journées ont été allouées aux inventaires entomologiques : le 14 avril 2022, le 19 avril 2022 et les 17 et 18 mai 2022 (deux experts présents au cours de cette journée), les 28 et 29 juin 2022 et les 03, 04 et 29 août 2022. De plus, le 24 juin 2022, un inventaire a été effectué portant sur les arbres sénescents remarquables du site en présence d'un expert et d'un écologue.

Ainsi, l'ensemble des prospections de terrain de 2022 ont permis de recenser **228 taxons d'invertébrés** sur le site d'étude.

Une espèce d'insectes à enjeu de conservation a été **identifiée** sur le site en 2013 : **l'Écaille chinée**. Bien qu'elle n'ait pas été recontactée en 2018/2019 puis en 2021, elle a été nouvellement contactée en 2022. En effet, les habitats présents sur le site lui sont favorables.

Deux autres espèces présentes dans les zonages alentour (ZSC et ZNIEFF) et confirmées sur la commune possèdent un enjeu de conservation évalué de fort à modéré. Ces espèces étaient considérées comme potentielles en 2021 n'ont pas été contactées en 2022, néanmoins la présence de traces telles que des ampoules fœtales confirme la présence de ces espèces. Il s'agit du **Grand capricorne** et de la **Lucane cerf-volant.**

La liste des espèces d'invertébrés détaillée est présentée en **Annexe VII**.



Carte 52 – Relevés entomologiques effectués en 2022.

6.7.7.2 Évolution des habitats d'espèces

Avant de préciser les cortèges d'espèces d'insectes, il convient d'indiquer les habitats de végétation. En effet, de très nombreuses espèces d'insectes sont fort dépendantes des conditions stationnelles que leur offrent les formations végétales.



Mosaïque d'habitats présents sur le site de la Constance

Globalement le site présente **3 grands ensembles naturels**, chacun décomposés en plusieurs milieux :

- **Milieux artificialisés 32%.** Ces milieux sont composés de secteurs bâtis, et également de milieux naturels généralement très dégradés. L'anthropisation très présente en est la cause. Le piétinement et le passage de nombreux véhicules de chantier, laisse entrevoir des espaces damés et très peu végétalisés. D'autres secteurs présentent des remblais issus des travaux de cette zone. Ces secteurs sont situés plus au nord de l'aire d'étude.

- **Milieux à vocation agricole et milieux ouverts associés 40%.** On y trouve des **prairies** à plusieurs faciès selon les espèces végétales en présence, tantôt hautes avec des strates végétatives composées de graminées, ou un peu plus basses et plus grasses avec de l'herbe principalement. À d'autres endroits, d'anciennes **friches** en déprise agricole laissent apparaître des milieux à plantes rudérales, plus éclaircis, vestiges de cultures en terrasse. Des **pelouses** en bordure de boisement, plus rases, vestiges aussi d'anciennes garrigues, sont également présentes, mais plus sporadiques. Ces secteurs sont répartis majoritairement au centre de l'aire d'étude. Enfin des **plantations d'oliviers** avec de belles bâtisses à l'ouest de l'aire d'étude et le long du ruisseau de la Thumine, complètent ces milieux à vocation agricole.

- **Milieux boisés 28% :** ils offrent plusieurs expressions avec : un **boisement** situé au sud de l'aire d'étude et majoritairement composée de Pin d'Alep ; des alignements d'arbres, de Chênes pédonculés et de Chênes vert bordants les milieux ouverts, créant une ceinture verte sur le pourtour de l'aire d'étude et en son centre, ou faisant office parfois de haies bocagères ; **les ripisylves** présentes au centre de la Constance avec le ruisseau de Valcros où se mêlent de grands arbres d'origine naturelle ou ornementale, de chênaies sénescentes ; le ruisseau de la Thumine aux essences typiques des franges tampons des cours d'eau méditerranéens.

Le site étant composé d'une mosaïque de milieux naturels ouverts ou boisés, parfois humides, où les anciennes friches en déprise agricole sont majoritaires, la présence d'écotones interstitiels ou de franges tampons sont fréquents. Les espèces entomologiques sont représentées par plusieurs cortèges à affinités variées :

Les espèces floricoles peuvent évoluer dans tous les **milieux ouverts** : les pelouses plus sèches comme les restes de garrigues, les friches à végétation rudérale souvent mellifères ou nectarifères, ainsi que les prairies herbacées à graminées ou nitrophile qui peuvent assurer le cycle de reproduction de certains papillons.
Les espèces sylvicoles peuvent se retrouver dans **les boisements** : dans la pinède et dans la chênaie, mais également dans les plantations arborescentes. Il s'agit souvent de lépidoptères, nymphalidé satyrinés ;
Les espèces saproxyliques ou saproxylophages, avec les coléoptères à affinité floricole ou sylvicole inféodés aux bois morts ou en décomposition.

Les milieux artificialisés

Dans ces espaces situés au nord, les constructions récentes laissent des surfaces damées par l'anthropisation, où la végétation de sol perturbé reste très clairsemée. On retrouve quelques cortèges de plantes nectarifères disséminées comme les Scrofulariacées avec les Molènes, ou autres Astéracées avec les Crépis, Soucis, laitues. Ces milieux très dégradés sont occupés par les hyménoptères et autres espèces de milieux dégradés. Les piérides sont de passage avec le Marbré de vert *(Pontia daplidicce)*, l'Euchloe de Cramer (*Euchloe crameri)* et le Souci *(Colias crocea)* et

stationnent assez rarement. D'autres rhopalocères aimant les espaces dégagés et ensoleillés comme le Cuivré commun (*Lycaena phlaeas),* le Coliier de corail *(Aricia agestis)* et Azuré commun *(Polyommatus icarus)*. **Ce milieu naturel ne présente aucun enjeu en termes d'habitat, de végétation ou d'espèces d'invertébrés**.







Les trois photographies précédentes représentent des milieux artificialisés sur le site d'étude

Les secteurs à remblais

De nombreux remblais issus des constructions de projets, composés de matériaux de construction de gravats et de terras de surface, ont été accumulés et entassés sur un secteur tampon entre la partie nord et ses constructions, et le Golf de la Constance. Il s'agit d'un grand milieu ouvert aujourd'hui recouvert de monticules de, terre, de graminées, et de plantes rudérales.



Remblais présents sur le site d'étude

Ce milieu naturel présente des enjeux très faibles en termes d'habitat, de végétation ou d'espèces d'invertébrés.

Les prairies herbacées et grasses

Les rhopalocères quant à eux sont relativement diversifiés et plus abondants avec une quarantaine d'espèces communes, mais représentées par de nombreux genres. La richesse spécifique reste faible comme il est souvent observé sur les friches herbacées en déprise agricole.

Les strates herbacées, prairies à graminées sont des milieux de prédilection pour les **orthoptères**. Certaines de ces espèces cherchent, contrairement aux pelouses, des milieux herbacés plus hauts et denses, hygrophiles ou à hygrothermie plus élevée. Le cœur de la Constance est composé de prairies aux strates herbacées plus ou moins élevées en raison de la déclivité du terrain. En effet, ces prairies deviennent plus grasses au fur et à mesure que l'on se rapproche du vallon de Valcros dans la partie sud, où les ruissèlements sont importants. On retrouve de nombreuses plantes mellifères comme les Crepis, mais la densité végétale est surtout liée à la présence de nombreuses graminées. Le Silène *(Brintesia circe)* est omni présent et les papilonidés comme le Machaon *(Papilio machaon)* et les Mélitées orangées (Melitaea didyma) . Le cortège de rhopalocères reste assez commun, et aucune espèce protégée ou à enjeu de conservation notable n'a été relevé, pour les orthoptères, la Grande sauterelle verte *(Tettigonia viridissima)* et le Dectique à Front blanc *(Decticus albifrons)* sont les espèces les plus représentatives. Dans la partie mésohygrophile au sud, la recherche des aristoloches à feuilles rondes à été menée. Elles sont bien absentes de l'aire d'étude.

Pour les coléoptères saproxyliques sylvicoles affectionnant les milieux xériques, **la strate herbacée** avec ses plantes à fleurs garantit les ressources en nourriture des adultes. Le cortège des coléoptères thermophiles floricoles est assez bien représenté avec une douzaine d'espèces plus ou moins communes.

Ces milieux naturels présentent également des enjeux faibles pour l'entomofaune.







Les trois photographies précédentes prises sur le site d'étude représentent des milieux de types prairies.

Les friches rudérales

Les friches rudérales se retrouvent sur certaines parcelles plus xériques en termes de végétation, notamment autour de la bastide cézanienne au centre de la Constance. Elles offrent une diversité végétale plus importante et plus attractive pour les rhopalocères et les invertébrés. Les cortèges entomologiques sont assez diversifiés, mais restent assez communs. Les polyommatidés, les nymphalidés sont plus fréquents ainsi que les piéridés comme les Euchloe et le Marbré de vert. Ces friches liées à d'anciennes cultures n'offrent pas de végétaux pour des espèces patrimoniales. Les Scabieuses sont pourtant présentes, attirant de nombreuses espèces de pollinisateurs, mais il s'agit essentiellement de *Scabiosa artropurpurea,* la Scabieuse pourpre alors que la Scabieuse colombaire, plante hôte du Damier de la Succise est bien absente.

Pour les autres familles d'invertébrés on relèvera les **Hyménoptères** (familles *Apidae* et *Vespidae*), et pour les **Hémiptères** (famille *Cicadidae*) les anciennes haies arborées sont ses supports de

prédilection pour la *Cigale* grise panachée (*Cicada orni) et* la Cigale Lyre (Lyristes *plebejus*), mais aussi la Cigale noire (*Cicadatra atra)*.

Aucune espèce protégée n'a été relevée. Ces milieux naturels sont assez riches en invertébrés et pollinisateurs en tout genre, mais les enjeux restent faibles.





Photographies prises sur le site de friches rudérales

Les pelouses

Sur le site, elles sont composées, principalement, de pelouses vertes, pelouse de parc et jardins, de golf à vocation sportive ou ornementale, et le stade de foot, n'ayant que peu d'importance sur le plan entomofaunistique.

Les pelouses subissant un relâchement de la pression anthropique sont plus riches en entomofaune, mais les enjeux restent très faibles.

On y rencontre quelques **Orthoptères** comme les *Chorthippus***.** La richesse taxonomique en orthoptères est plus importante dans les milieux secs et chauds.

Aucune espèce protégée n'a été relevée

Les écotones de garrigue

Les garrigues ou ce qu'il en reste, en lisière des bois (pins d'Alep et chênaies), sont intéressantes sur le plan spécifique. Elles représentent de simples franges tampons ou le Thym et le Romarin sont présents, mais elles restent très fragmentées. L'expression de ces habitats a donc complètement disparu depuis le début de l'activité agricole. On trouve encore quelques écotones en bordure de boisement, ou entre les parcelles de cultures en terrasses anciennement cultivées.
L'intérêt de ces écotones reste évident puisqu'ils sont associés aux linéaires boisés avec les feuillus, et aux milieux ouverts comme les friches à graminées ou les friches rudérales. Le principe écologique multistrates est donc renforcé, et fait que ces milieux parfois restreints, offrent des espaces avec une diversité biologique. Les espèces végétales nectarifères restent importantes en diversité.

Ces habitats sont favorables aux espèces d'invertébrés aux affinités xériques mais restent communes pour la plupart : les **lépidoptères** rassemblent la majorité des taxons relevés lors de nos inventaires, mais d'autres familles comme les hyménoptères et autres pollinisateurs floricoles comme les coléoptères sylvicoles. Ces habitats constituent des zones de nourrissage pour les insectes,



Garrigue et lisière de bois de pins

Les plantations d'oliviers

Les plantations ou les terres cultivées régulièrement sont pratiquement azoïques (sans vie) au niveau entomofaunistique. Il s'agit d'oliveraies traitées pour la plupart du temps par un propriétaire privé. En dehors des écotones ou franges boisées qui côtoient ces espèces, aucune espèce à enjeu particulier n'est à relever. Ces habitats présentent des enjeux nuls.



Oliveraie présente sur le site d'étude



Espaces labourés sur le site d'étude

Les milieux boisés

Du point de vue entomofaunistique, ils sont les habitats les plus riches de la zone de projet.
Le boisement de pins d'Alep à l'ouest et au sud de l'étude ainsi que la chênaie pubescente, sont les principales zones boisées. Ce sont des milieux propices à la rencontre de nombreux insectes, notamment en lisière de boisement.

Le site de la Constance est composé d'alignements de feuillus comme les Chênes pédonculés (*Quercus robur*), Chênes verts (*Quercus ilex*) ou autres feuillus plus épars, ainsi que des Pins d'Alep (*Pinus halepensis*). L'ensemble est entrecoupé de friches en déprise agricole, d'espaces rudéraux xériques, parfois en terrasse faisant office de milieux ouverts, ainsi que d'écotones tampons broussailleux, parfois mésohygrophiles, rendant les **milieux naturels favorables aux coléoptères xylophages thermophiles floricoles** (tels ceux de la sous-famille des Laminae (Cérambycidés) avec le Saperde de l'Orme assez rare, mais non protégé, ou Buprestinae, (Buprestidés) comme *Anthaxia*

ignipennis, Anthaxia millefolii, Anthaxia hungarica, Anthaxia millefolii). **La présence de bois mort** favorise les conditions nécessaires au développement des larves d'espèces thermophiles.

Au sujet des coléoptères saproxyliques patrimoniaux :

Des inventaires complémentaires réalisés sur toute l'aide d'étude sur la période de mars à août ont permis d'affirmer la présence du Lucane cerf-volant (*Lucanus cervus*) sur certains arbres morts au sol, et du Grand capricorne (*Cerambyx cerdo*) au niveau de la chênaie au Nord-ouest de la Constance, près de la Thumine.

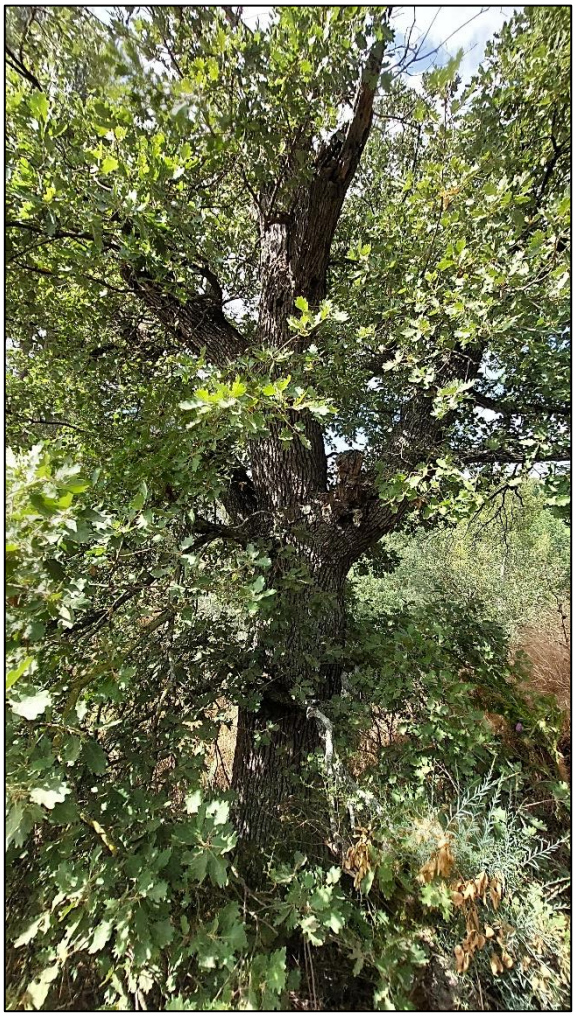
Les ourlets et manteaux boisés apportent aux espèces, fraicheur, lumière, alimentation et zones de protection : on y rencontre entre autres des **lépidoptères** communs notamment des *Satyrinae* (*Lasiommata megera*, *Pararge aegeria*, *Coenonymphia pamphilus*, *Brintesia circe) ;* mais aussi d'autres pollinisateurs **Hyménoptères** (familles *Apidae* et *Vespidae*).





Pinède à pins d'Alep sur le site

Les habitats intrinsèquement sylvicoles favorisent la présence de *Cicadidae* (*Cicadatra atra*, *Cicada orni*, *Lyristes plebejus*). Tandis que les arbres sénescents vont favoriser les espèces saproxylophages comme le Lucane Cerf-volant ou le Grand Capricorne, dont les traces d'ampoules fœtales ont été relevées sur certains arbres au Nord, et donc préservées dans le cadre du projet.





Chênaie pubescente à l'est du site d'étude

Les ripisylves et milieux humides

Les milieux humides décrits ne sont pas des « zones humides » au sens de l'article L. 211-1 du code de l'environnement.

Des milieux humides permanents sont présents sur l'aire d'étude ou sur l'aire élargie :

- Les mares artificielles et les bassins d'ornements ;
- La rivière de l'arc ;
- Les bassins de rétention ou plans d'eau.

Des milieux humides temporaires sont aussi présents sur l'aire d'étude ou sur l'aire élargie :

- Le torrent de la Thumine, un cours d'eau en eau lors d'épisodes méditerranéens,
- Les fossés d'irrigations agricoles,

- Les microdépressions topographiques et les ornières créant temporairement des mares ou flaques.

Dans les zones à eaux stagnantes, on rencontre généralement des larves d'insectes à phase aquatique, comme des **diptères** ou des **odonates** (*Crocothemis erythraea*, *Sympetrum sanguineum)*, et autres espèces communes.

Les milieux humides, sources de fraîcheur et favorisant la flore, attirent directement et indirectement l'entomofaune et notamment des **Lépidoptères**, **Hyménoptères** et quelques **Coléoptères** (*Mylabris variabilis*).

C'est dans un secteur au nord du ruisseau la Thumine, ainsi qu'au sud sur des milieux plutôt humide (méso-hygrophiles) que l'Écaille chinée *(Euplagia quadripunctaria)* a été contactée.

6.7.7.3 Espèces à fort enjeu régional de conservation

Une espèce d'invertébrés présentant un enjeu de conservation régional fort a été contactée sur l'aire d'étude. Il s'agit du Grand capricorne.

Tableau 56 - Tableau synthétique des espèces d'insectes à fort enjeu régional de conservation sur le site.

Nom scientifique	Nom vernaculaire	Protections (BE, PN)	Dir. HFF	LR Nationale	LR , Régionale	Statut ZNIEFF
Cerambyx cerdo	**Grand capricorne**	**BE II - PN2**	**Ann. II & IV**	**-**	**-**	**DT**

Sources :

1. Protections :
BE (Convention de Berne) : Convention relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel d'Europe (Convention de Berne) – 19.09.1979 – Conseil de l'Europe – Document officiel
PN (Protection Nationale) : Arrêté du 23 avril 2007 fixant la liste des mammifères terrestres protégées sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection – République Française – 26.09.2018 – Document officiel
Arrêté du 26 juin 1987 fixant la liste des espèces de gibier dons la chasse est autorisée – République Française – 26.09.2018 - Document officiel
2. Dir. HFF (Directive Habitats Faune Flore) **:**
Directive 92/43/CEE (Directive européenne dite Directive Habitats-Faune-Flore) du 21 mai 1992 concernant la conservation des habitats naturels ainsi que de la faune et de la faune sauvage – Commission Européenne – 01.01.2007 – Document officiel
3. Listes Rouges :
LR Nationale : Liste rouge des espèces menacées en France - Chapitre Mammifères de France métropolitaine - UICN France, SFEPM, ONCFS & MNHN – 2017
4. Statut ZNIEFF :
Liste des espèces de faune déterminantes en région PACA – MNHN, DREAL PACA & CEN PACA – 29/11/2017
Liste des espèces de faune remarquables en région PACA – MNHN, DREAL PACA & CEN PACA – 29/11/2017

Catégories UICN pour la Liste Rouge

EX	Espèce éteinte au niveau mondial	NT	Quasi-menacée
EW	Espèce éteinte à l'état sauvage	LC	Préoccupation mineure
RE	Espèce disparue au niveau régional	DD	Données insuffisantes pour évaluation
CR	En danger critique	NA	Non applicable (espèce non soumise à évaluation)
EN	En danger	NE	Non évaluée
VU	Vulnérable		

- **Le Grand Capricorne *(Cerambyx cerdo)***

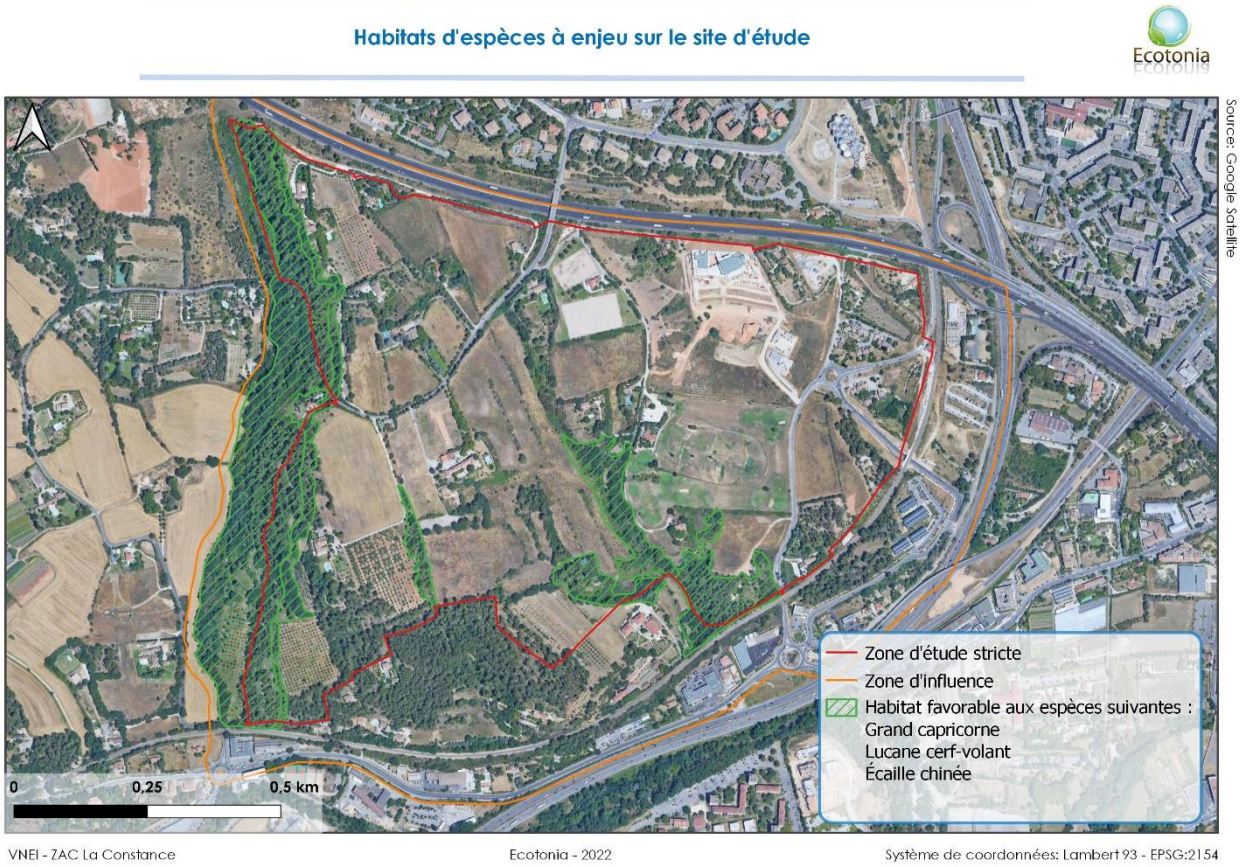


C'est une espèce xylophage dont la larve consomme le bois vivant des chênes, généralement sénescents. Elle attaque les diverses espèces de chênes (chênes vert, pubescent, sessile, pédonculé...), au niveau du tronc et des grosses branches (diamètre > 20 cm). En zone méditerranéenne, des arbres de faible diamètre sont attaqués. Le cycle larvaire dure trois ans ou plus. L'adulte est crépusculaire et se trouve sur les troncs des arbres-hôtes (on peut facilement l'observer en examinant les troncs avec une lampe pendant les chaudes soirées d'été). Il consomme la sève et diverses matières sucrées et fermentées comme les fruits mûrs. Il est fortement attiré par les pièges aériens à base de vin, de bière et/ou de fruits. Sa présence est potentielle sur les habitats de chênaies ou sur les chênes isolés.

- **Sur le site, des ampoules fœtales** caractéristiques des grands cérambycidés comme le Grand Capricorne ont été observées sur plusieurs arbres remarquables à caractère moribond.

Grand capricorne
(Source: INPN – J. Tourouult)

- L'enjeu sur site est évalué **à fort** au vu de la présence d'ampoule fœtales appartenant à cette espèce sur le site et de son statut au niveau PACA.



Carte 53 - Cartographie des habitats favorables au Grand capricorne, à la Lucane cerf-volant et à l'Écaille chinée (Ecotonia)

6.7.7.4 Espèces à enjeu régional de conservation modéré

Deux espèces d'invertébrés présentant un enjeu de conservation régional modéré ont été contactées sur l'aire d'étude. Il s'agit de l'Écaille chinée et du Lucane cerf-volant.

Tableau 57 - Tableau synthétique des espèces d'insectes à enjeu régional de conservation modéré sur le site.

Nom scientifique	Nom vernaculaire	Protections (BE, PN)	Dir. HFF	LR Nationale	LR , Régionale	Statut ZNIEFF
Euplagia quadripunctaria	**Écaille chinée**	**-**	**Ann. II**	**-**	**-**	**-**
Lucanus cervus	**Lucane cerf-volant**	**BEIII**	**Ann. II**	-	-	-

Sources :

1. Protections :
BE (Convention de Berne) : Convention relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel d'Europe (Convention de Berne) – 19.09.1979 – Conseil de l'Europe – Document officiel
PN (Protection Nationale) : Arrêté du 23 avril 2007 fixant la liste des mammifères terrestres protégées sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection – République Française – 26.09.2018 – Document officiel

Catégories UICN pour la Liste Rouge			
EX	Espèce éteinte au niveau mondial	NT	Quasi-menacée
EW	Espèce éteinte à l'état sauvage	LC	Préoccupation mineure
RE	Espèce disparue au niveau régional	DD	Données insuffisantes pour évaluation

Arrêté du 26 juin 1987 fixant la liste des espèces de gibier dons la chasse est autorisée – République Française – 26.09.2018 - Document officiel **2. Dir. HFF** (Directive Habitats Faune Flore) **:** Directive 92/43/CEE (Directive européenne dite Directive Habitats-Faune-Flore) du 21 mai 1992 concernant la conservation des habitats naturels ainsi que de la faune et de la faune sauvage – Commission Européenne – 01.01.2007 – Document officiel **3. Listes Rouges :** **LR Nationale :** Liste rouge des espèces menacées en France - Chapitre Mammifères de France métropolitaine - UICN France, SFEPM, ONCFS & MNHN – 2017 **4. Statut ZNIEFF** : Liste des espèces de faune déterminantes en région PACA – MNHN, DREAL PACA & CEN PACA – 29/11/2017 Liste des espèces de faune remarquables en région PACA – MNHN, DREAL PACA & CEN PACA – 29/11/2017	CR EN VU	En danger critique En danger Vulnérable	NA NE	Non applicable (espèce non soumise à évaluation) Non évaluée

- **L'Écaille chinée *(Euplagia quadripunctaria)***

L'espèce se repose fréquemment dans les endroits frais et semble butiner préférentiellement les fleurs de l'Eupatoire à feuilles de chanvre. Les œufs sont déposés par plaque sur le dessous des feuilles de la plante hôte. C'est une espèce commune notamment dans les zones rudérales. Les adultes sont observés jusqu'à 2 200 m d'altitude.



Écaille chinée
(Source : INPN – J.-C. de Massary)

- **Sur le site, deux individus de l'espèce ont été observés** lors des prospections printanières et estivales au sud de la zone d'étude.

- L'enjeu sur site est évalué **à modéré** au vu de la présence d'ampoules fœtales appartenant à cette espèce sur le site et de son statut au niveau PACA.

- **Le Lucane cerf-volant (*Lucanus cervus*)**

Cette espèce est liée aux vieux arbres, naturellement forestière, qui s'est établie dans les bocages et dans les parcs urbains. La larve vit sous les vieilles souches en décomposition, majoritairement d'arbres à feuilles caduques (rarement les résineux en moyenne montagne). La vie larvaire dure de 2 à 5 ans. La phase nymphale est quant à elle très courte, elle n'excède pas un mois. La larve se nourrissant de sève, cette dernière vit principalement dans les chênaies blanches, forêts méditerranéennes caducifoliées dont la strate arborescente est composée principalement de Chêne pubescent (*Quercus pubescens L.*). Mais on la retrouve aussi dans les Hêtraies, Suberaies, Yeuseraies.



Lucane cerf-volant
(Source : INPN – J. Touroult)

- Sur le site, l'espèce n'a pas été observée au stade adulte, néanmoins des traces ont été recensées au sein d'arbres morts. Cet habitat étant particulièrement apprécié par l'espèce, elle est considérée comme **présente sur le site d'étude**.

- **L'enjeu sur site est évalué à modéré** au vu de sa présence sur le site et de son statut au niveau PACA.



Carte 54 - Cartographie des habitats favorables à la présence de la Lucane cerf-volant

6.7.7.5 Espèces à faible enjeu régional de conservation

Aucune espèce d'invertébrés présentant un enjeu de conservation **faible** n'a été contactée sur l'aire d'étude.

6.7.7.6 Espèces à très faible enjeu régional de conservation

Au total, **73 espèces** ont été identifiées comme présentant un enjeu **très faible** de conservation

Enfin, **152 espèces** ont été identifiées comme présentant un enjeu **négligeable** de conservation. Leur dénomination et leur statut sont présentés **Annexe VII**.

6.7.8 Synthèse des enjeux concernant les insectes en 2022

Au total, **109 espèces** ont été identifiées sur le site d'études dont une d'entre elles a un **enjeu modéré** de conservation et deux autres présentent un **enjeu faible**. Le reste des espèces ne constitue que des enjeux de conservation **très faibles** et **négligeables**.

Tableau 58 - Enjeu de conservation des insectes de l'aire d'étude (source Ecotonia).

Nom scientifique	Nom vernaculaire	Espèce protégée	Enjeu régional	Enjeu sur site	Utilisation du site
Cerambyx cerdo	**Grand capricorne**	OUI	**FORT**	**FORT**	**Cycle de vie**
Euplagia quadripunctaria	**Écaille chinée**	OUI	**MODÉRÉ**	**MODÉRÉ**	**Cycle de vie**
Lucanus cervus	**Lucane cerf-volant**	OUI	**MODÉRÉ**	**MODÉRÉ**	**Cycle de vie**
73 espèces		NON	**TRÈS FAIBLE**	**TRÈS FAIBLE**	**Cycle de vie**
152 espèces		NON	**NÉGLIGEABLE**	**NÉGLIGEABLE**	**Cycle de vie**

6.7.9 Synthèse globale des espèces observées de 2018 à 2022

Le tableau suivant présente les différentes espèces observées au cours des différentes sessions d'inventaires ayant eu lieu de 2018 à 2022 :

Tableau 59 - Synthèse des relevés d'insectes à enjeu suivant les années de prospection

Nom scientifique	Nom vernaculaire	Espèce protégée	Enjeu régional	Enjeu sur site	Utilisation du site	Année de recensement
Cerambyx cerdo	**Grand capricorne**	OUI	**FORT**	**FORT**	**Cycle de vie**	**2018/2019 et 2022**
Zerynthia polyxena	**Diane***	OUI	**FORT**	**FORT**	**Cycle de vie**	**2018/2019**
Euphydryas aurinia	**Damier de la Succise***	OUI	**FORT**	**FORT**	**Cycle de vie**	**2018/2019**
Euplagia quadripunctaria	**Écaille chinée**	OUI	**MODÉRÉ**	**MODÉRÉ**	**Cycle de vie**	**2018/2019 et 2022**
Lucanus cervus	**Lucane cerf-volant**	OUI	**MODÉRÉ**	**MODÉRÉ**	**Cycle de vie**	**2018/2019 et 2022**
73 espèces		NON	**TRÈS FAIBLE**	**TRÈS FAIBLE**	**Cycle de vie**	-
152 espèces		NON	**NÉGLIGEABLE**	**NÉGLIGEABLE**	**Cycle de vie**	-

* Espèce non contactée, mais considérée comme présente sur le site du fait de son écologie

6.7.10 Cartographie des espèces d'insectes patrimoniales

Les espèces d'insectes à enjeux contactées sur l'aire d'étude ainsi que les arbres présentant des ampoules fœtales d'espèces potentielles sont localisées dans la carte suivante.



Carte 55 - Cartographie des espèces à enjeu présente sur le site d'étude

6.8 Avifaune

6.8.1 Bibliographie commune

Lors de l'étude bibliographique de ce groupe taxonomique, la totalité des ZNIEFF de type I et II et des Zones de Protection Spéciale (ZPS) se trouvant dans un rayon de 20 à 25 km à l'aire d'étude sont prises en compte. Ces entités se caractérisent par des habitats ouverts de pelouses, éboulis et landes, mais également des milieux arborés. Ces secteurs confèrent à la faune et la flore un intérêt naturaliste majeur, parcourant trois étages de végétation qui se succèdent du thermoméditerranéen au supraméditerranéen.

La base de données Silene recense également **142 espèces d'oiseaux** sur la commune de Aix-en-Provence, et les bases de données communales de l'INPN ainsi que Faune PACA recensent **192 espèces.** Parmi celles-ci peuvent être citées :

- **Lusciniole à moustaches** *(Acrocephalus melanopogon)*
- **Pipit farlouse** *(Anthus pratensis)*
- **Aigle de Bonelli** *(Aquila asciata)*
- **Héron pourpré** *(Ardea purpurea)*
- **Fuligule morillon** *(Aythya fuligula)*
- **Butor étoilé** *(Botaurus stellaris)*
- **Œdicnème criard** *(Burhinus oedicnemus)*
- **Hirondelle rousseline** *(Cecropis daurica)*
- **Busard cendré** *(Circus pygargus)*
- **Vanneau huppé** *(Vanellus vanellus)*
- **Aigle botté** *(Aquila pennata)*
- **Cigogne noire** *(Ciconia nigra)*
- **Effraie des clochers** *(Tyto alba)*
- **Faucon crécerellette** *(Falco naumanni)*
- **Faucon kobez** *(Falco vespertinus)*
- **Fuligule milouinan** *(Aythya marila)*
- **Gobemouche à collier** *(Ficedula albicollis)*
- **Jaseur boréal** *(Bombycilla garrulus)*
- **Pie-grièche à poitrine rose** *(Lanius minor)*
- **Pouillot à grands sourcils** *(Phylloscopus inornatus)*

Toutes ces espèces d'oiseaux sont soumises à protection.

Il nous a semblé nécessaire de vérifier l'écologie de chacune des espèces d'oiseaux patrimoniales listées pour la comparer aux potentialités présentes ou non sur l'aire d'étude. Les zonages analysés sont les suivants : **ZPS FR9312009** « Plateau de l'Arbois » ; **ZPS FR9310067** « Montagne Sainte-Victoire » ; **ZPS FR9310069** « Garrigues de Lançon et chaînes alentour » ; **ZNIEFF II 930012444** « Plateau d'Arbois - Chaîne de Vitrolles – Plaine des Milles » et **ZNIEFF II 930012449** « Plateau des quatre termes – Gorges de la Touloubre – La Barben ». Ceux-ci sont couplés aux données communales SILENE, INPN et Faune PACA.

Parmi les espèces patrimoniales de la bibliographie, les potentialités de présence ainsi celles de l'utilisation du site sont les suivantes :

Nom vernaculaire	*Nom scientifique*	Utilisation potentielle du site
Alouette des champs	*Alauda arvensis*	Hivernante
Alouette lulu	*Lullula arborea*	Hivernante
Bondrée apivore	*Pernis apivorus*	Migratrice
Bruant proyer	*Miliaria calandra*	Hivernant
Busard cendré	*Circus pygargus*	Migrateur
Busard des roseaux	*Circus aeruginosus*	Migrateur
Busard Saint-Martin	*Circus cyaneus*	Migrateur + hivernant
Chevêche d'Athéna	*Athene noctua*	Avérée sédentaire
Circaète Jean-le-Blanc	*Circaetus gallicus*	Migrateur
Coucou geai	*Clamator glandarius*	Migrateur/estivant nicheur
Engoulevent d'Europe	*Caprimulgus europaeus*	Migrateur/estivant nicheur
Épervier d'Europe	*Accipiter nisus*	Sédentaire
Faucon crécerelle	*Falco tinnunculus*	Sédentaire
Faucon hobereau	*Falco subbuteo*	Migrateur
Faucon Kobez	*Falco vespertinus*	Migrateur
Faucon pèlerin	*Falco peregrinus*	Erratisme
Fauvette passerinette	*Sylvia cantillans*	Migratrice/estivante nicheuse
Fauvette pitchou	*Sylvia undata*	Migratrice / hivernante
Gobemouche gris	*Muscicapa striata*	Migrateur
Grand-duc d'Europe	*Bubo bubo*	Avéré sédentaire
Grive litorne	*Turdus pilaris*	Migratrice/ hivernante
Guêpier d'Europe	*Merops apiaster*	Migrateur
Hibou petit-duc	*Otus scops*	Migrateur/estivant nicheur
Hirondelle de rochers	*Ptyonoprogne rupestris*	Migratrice
Hirondelle rousseline	*Hirundo daurica*	Migratrice
Hirondelle rustique	*Hirundo rustica*	Migratrice/estivante nicheuse
Huppe fasciée	*Upupa epops*	Migratrice/estivante nicheuse
Milan noir	*Milvus migrans*	Migrateur/estivant nicheur
Milan royal	*Milvus milvus*	Migrateur
Perdrix rouge	*Alectoris rufa*	Sédentaire. Lâchés cynégétiques
Pic vert	*Picus viridis*	Sédentaire
Pie-grièche à tête rousse	*Lanius senator*	Migratrice
Pie-grièche écorcheur	*Lanius collurio*	Migratrice
Pipit farlouse	*Anthus pratensis*	Migrateur, hivernant
Rollier d'Europe	*Coracias garrulus*	Migrateur
Rougequeue à front blanc	*Phoenicurus phoenicurus*	Migrateur/nicheur possible
Tarier pâtre	*Saxicola torquata*	Migrateur
Tourterelle des bois	*Streptopelia turtur*	Migratrice/estivante nicheuse
Vanneau huppé	*Vanellus vanellus*	Migrateur/hivernant
Venturon montagnard	*Serinus citrinella*	Migrateur/hivernant

6.8.2 Résultats de l'expertise de 2013 (Ecotonia)

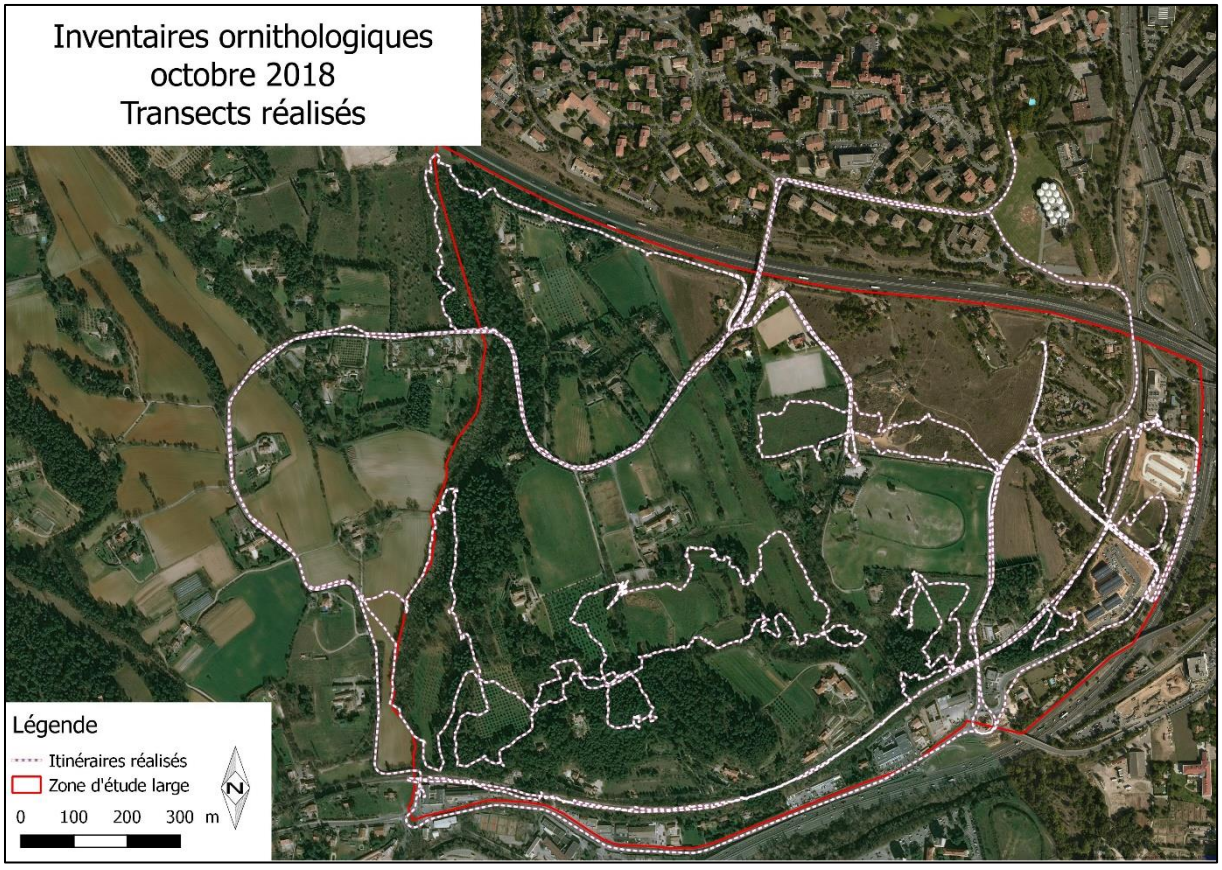
Les prospections réalisées en 2013 ont permis d'observer **44 espèces avifauniques**.

Les espèces ont été essentiellement contactées sur la partie ouest au sein de la ripisylve de la Thumine, du vallon sensible et autour de la bastide de la Constance. Seules quelques espèces sensibles ont été recensées durant les inventaires sur un cycle complet ; elles sont présentes aux abords de la Thumine et du vallon. La liste des espèces aviennes observées sur le site en 2013 est présentée en **Annexe VIII.**

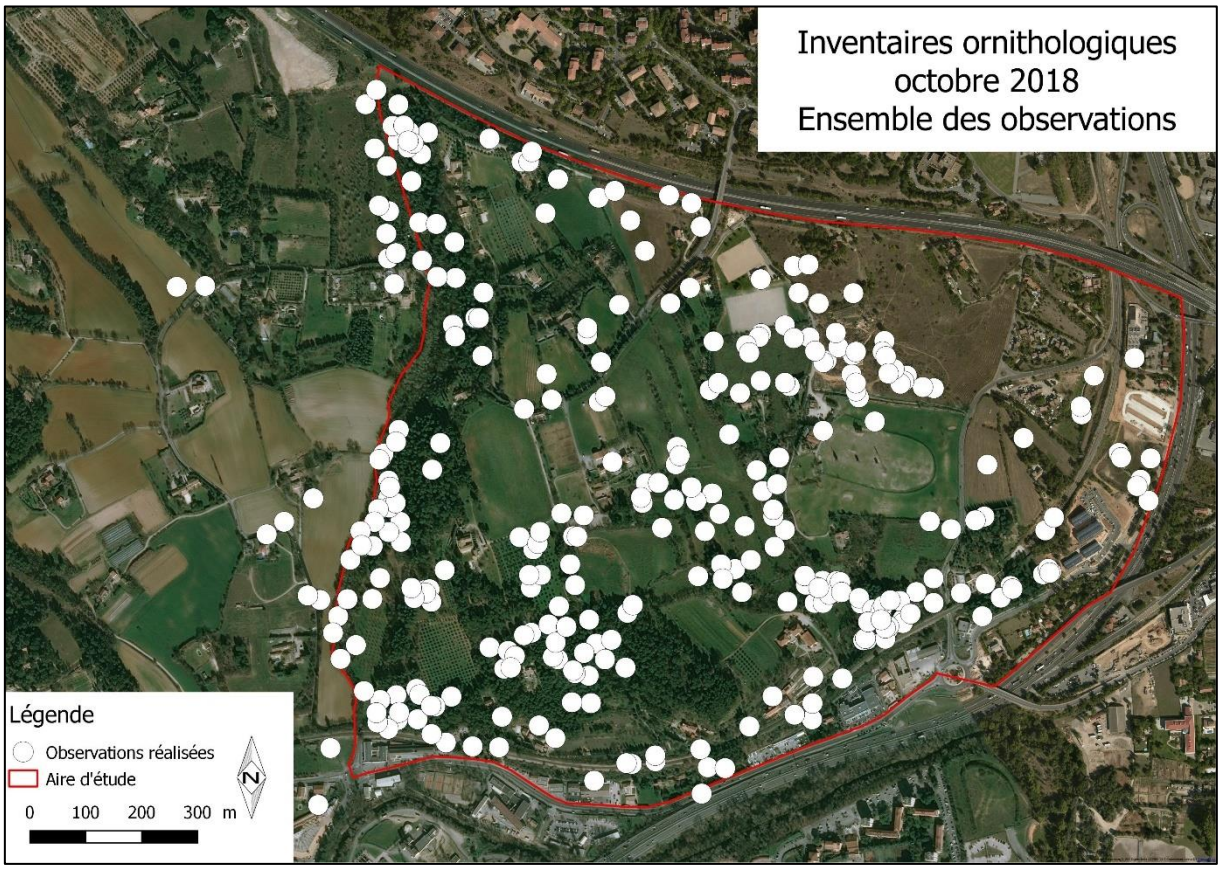
6.8.3 Résultats de l'expertise de 2018

Le secteur, plutôt vaste, offre un relief vallonné et une diversité de paysages assez intéressante qui attire. Au total, **42 espèces** ont pu être contactées lors des prospections de 2018. La liste des espèces aviennes observées sur le site en 2018 est présentée en **Annexe IX**.

La carte ci-dessous présente les transects d'inventaires réalisés en octobre 2018.



Carte 56- Transects réalisés pour les inventaires ornithologiques en 2018



Carte 57 -Localisation des relevés taxonomiques ornithologiques en 2018

6.8.3.1 Habitats d'espèces

Sur 96 hectares que couvre la zone d'étude, une diversité importante d'habitats s'observe.

Les pelouses et prairies

L'essentiel s'observe à l'ouest et au sud le long de la voie ferrée. Une part importante semble être privée.

Suivant les endroits, résineux, feuillus ou encore en mélange, les zones boisées sont bien représentées. Souvent sur les pentes des collines, les boisements peuvent parfois être denses et anciens comme en témoigne la hauteur de certains arbres.

Sur ces espaces se trouvent : Roitelet à triple bandeau, Pics vert et épeiche, Sitelle torchepot, Grimpereau des jardins, Merle noir, Mésanges huppée, bleue et charbonnière ou encore Pigeon ramier sont assez communs.

Un Grand-duc d'Europe a été observé à guet dans un grand pin. Cette espèce, localisée dans les zones de parois normalement, est en augmentation en Provence.

Photographie 41 : Types de milieux boisés sur le site d'étude



Les milieux ouverts

Il s'agit pour l'essentiel de friches, et de pelouses nitrophiles post-culturales. Dans ces espaces en transformation, on retrouve des espèces telles que : la Fauvette mélanocéphale, le Pipit farlouse, la Pie bavarde, le Bruant zizi, l'Accenteur mouchet, le Chardonneret élégant, la Linotte mélodieuse, le Troglodyte mignon.

Photographie 42 : Types de milieux ouverts sur le site d'étude






Les milieux anthropisés

Liés à la proximité de l'agglomération, des deux axes routiers et d'une voie ferrée, la présence de l'Homme se fait sentir. L'intérieur de la zone d'étude est plutôt occupé par des propriétés privées fermées parfois inaccessibles avec un mas et des espaces verts autours.





Photographie 43 : Types de milieux anthropisés sur le site d'étude

6.8.3.2 Espèces à enjeu de conservation

Espèces avérées

Neuf espèces à enjeu de conservation très fort à modéré ont été contactées sur l'aire d'étude lors des inventaires de 2018.

- Le **Bruant des roseaux** (*Emberiza schoeniclus*)

Il a une vaste aire de répartition depuis l'Europe, au travers de l'Asie jusqu'au Japon. Ses habitats sont essentiellement constitués par les phragmitaies des étangs, lacs et bords de cours d'eau. En période hivernale, des populations nordiques viennent séjourner en France dans des zones agricoles (prairies et cultures). Le nid est construit à même le sol ou proche du sol à partir de végétaux aquatiques (feuilles de phragmite et de laîche...).

Le Bruant des roseaux, passereau granivore en passage migratoire ou hivernant, vient s'alimenter dans les friches ou les cultures ce qui explique sa présence sur l'aire d'étude.

- Le **Pipit farlouse** (*Anthus pratensis*)

Hivernant stricte dans nos régions, le Pipit farlouse est une espèce grégaire. Il aime à parcourir les habitats ouverts, comme les prairies humides, les talus ras, les dunes herbeuses, les chemins enherbés.
Le Pipit farlouse niche surtout dans la moitié nord de la France avec tout de même un noyau de population important sur le Massif Central. Ses populations sont en déclin en France.

- La **Linotte mélodieuse** (*Carduelis cannabina*)

Les couples s'installent volontiers en petites colonies lâches dans des milieux semi-ouverts. Le biotope préférentiel de l'espèce est la steppe ou la lande buissonnante. Le nid y est construit dans un arbuste à moins d'un mètre cinquante de hauteur.
La linotte est une migratrice partielle. En hiver, on observe un déplacement massif vers les côtes atlantiques ainsi qu'un afflux des populations scandinaves et britanniques. **Elle peut utiliser le site pour se reproduire, nicher, hiverner, ou encore comme escale migratoire. Elle est sédentaire sur le site d'étude.**

- Le **Tarier pâtre** (*Saxicola rubicola*)

Le Tarier pâtre se reproduit dans l'ouest du paléarctique, dans les régions tempérées, les steppes, et les zones méditerranéennes. Il est absent des hautes altitudes, des régions montagneuses dans le nord de l'aire de répartition, et des hautes forêts, des zones humides, des milieux ouverts qui sont nus ou ont seulement une faible densité de végétation. Le Tarier pâtre varie de migrateur à résident au sein de son aire de répartition. Il est particulièrement sensible au froid hivernal. Les populations méditerranéennes sont visiblement résidentes. **Sur l'aire de projet l'espèce est donc sédentaire.**

- La **Bouscarle de Cetti** (*Cettia cetti*)

La Bouscarle de Cetti se trouve dans l'ouest de l'Europe et la côte nord de la Méditerranée. On la trouve également en Afrique du Nord, au Maroc et en Tunisie. Elle fréquente des habitats riches en haies, bosquets, bois denses, presque systématiquement à proximité de l'eau. Le nid est construit à partir d'éléments végétaux (tiges, racines, feuilles) dans un buisson très près du sol. La Bouscarle de Cetti est une espèce au chant puissant qui cherche les bords de cours d'eau avec une végétation relativement dense. **Ce petit passereau sédentaire est nicheur sur l'aire d'étude.**

- Le **Chardonneret élégant** (*Carduelis carduelis*)

Cette espèce est assez commune des milieux boisés ouverts. Son territoire de nidification doit comporter des arbustes élevés ou des arbres pour le nid et une strate herbacée riche en graines et dense pour l'alimentation (friche).**Ce passereau sédentaire est nicheur sur l'aire d'étude.**

- La **Fauvette mélanocéphale** (*Sylvia melanocephala*)

Les fauvettes mélanocéphales sont de petits passereaux insectivores sédentaires qui fréquentent la végétation buissonnante des haies et bord de canaux. L'espèce fréquente principalement les maquis d'une hauteur d'un ou deux mètres avec ou sans arbres clairsemés. Elle s'installe également dans des habitats assez analogues tels que les sous-bois touffus des boisements clairs, les haies, les gros buissons, les jardins pourvus en arbres et en fourrés sempervirents, même à proximité des agglomérations. **L'espèce est sédentaire sur l'aire de projet.**

- Le **Serin cini** (*Serinus serinus*)

Le Serin cini est nettement anthropophile et s'installe plus souvent dans les jardins, parcs et vergers qu'en pleine campagne. Il affectionne particulièrement les forêts de pins. **Il est sédentaire sur l'aire de projet.**

- Le **Verdier d'Europe** (*Carduelis chloris*)

Le Verdier vit aux lisières des forêts, dans les broussailles, les taillis, les grandes haies, les parcs et les jardins. Le nid du Verdier peut être situé en divers endroits, tels que les petits arbres, le lierre grimpant le long d'un mur ou les arbustes toujours verts dans les parcs et les jardins. **Il est sédentaire sur l'aire d'étude.**

De plus **quatre espèces, possèdent un enjeu de conservation évalué à faible.** La **Buse variable** *(Buteo buteo)* et la **Chevêche d'Athéna** *(Athene noctua)* sont potentiellement nicheuses dans les boisements de l'aire d'étude.

Tableau 60 : Statut des espèces d'oiseaux à enjeu de conservation présentes sur le site d'étude en 2018

Nom scientifique	Nom vernaculaire	Protections	D.O.	LR France Nich.	LR France Hiv.	LR France Pass.	LR PACA Nich.	Statut ZNIEFF
Emberiza schoeniclus	**Bruant des roseaux**	BEII - PN3	-	EN	-	NA	EN	RQ
Anthus pratensis	**Pipit farlouse**	BEII - PN3	-	VU	DD	NA	-	-
Carduelis cannabina	**Linotte mélodieuse**	BEII - BEIII - PN3	-	VU	NA	NA	VU	-
Saxicola rubicola	**Tarier pâtre**	BEII - BEIII - PN3	-	NT	NA	NA	VU	-
Carduelis carduelis	**Chardonneret élégant**	BEII - PN3	-	VU	NA	NA	LC	-
Carduelis chloris	**Verdier d'Europe**	BEII - BEIII - PN3	-	VU	NA	NA	LC	-
Cettia cetti	**Bouscarle de Cetti**	BEIII - PN3	-	NT	-	-	LC	-
Serinus serinus	**Serin cini**	BEII - PN3	-	VU	-	NA	LC	-
Sylvia melanocephala	**Fauvette mélanocéphale**	BEII - PN3	-	NT	-	-	LC	-
Athene noctua	**Chevêche d'Athéna**	BEII - PN3	-	LC	-	-	LC	RQ
Bubo bubo	**Grand-duc d'Europe**	BEII - PN3	Ann. I	LC	-	-	LC	RQ
Buteo buteo	**Buse variable**	BEIII - BOII - PN3	-	LC	NA	NA	LC	-
Columba livia	**Pigeon biset**	BEIII - PN3 - chassable	Ann. II/1	DD	-	-	RE	-

Sources :
1. Protections :

BE (Convention de Berne) : Convention relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel d'Europe (Convention de Berne) – 19.09.1979 – Conseil de l'Europe – Document officiel
BO (Convention de Bonn) : Convention sur la conservation des espèces migratrices appartenant à la faune sauvage (CMS – Convention de Bonn) – 23 juin 1979 – Document officiel
PN (Protection Nationale) : Arrêté du 29 octobre 2009 fixant la liste des oiseaux protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection – République Française – 05.12.2009 – Document officiel
Arrêté du 26 juin 1987 fixant la liste des espèces de gibier dons la chasse est autorisée – République Française – 26.09.2018 - Document officiel
2. Dir. Oiseaux :
Directive 2009/147/CE (Directive européenne dite Directive Oiseaux) du 21 mai 1992 concernant la conservation des oiseaux sauvages (version codifiée) – Parlement Européen et Conseil – 30.11.2009 – Document officiel
3. Listes Rouges :
LR Nationale : Liste rouge des espèces menacées en France - Chapitre Oiseaux de France métropolitaine - UICN France, LPO, SEOF, ONCFS & MNHN – 2016
LR PACA : Liste rouge régionale des oiseaux nicheurs de Provence-Alpes-Côte d'Azur – CEN PACA & LPO - 2016
4. Statut ZNIEFF :
Liste des espèces de faune déterminantes en région PACA – MNHN, DREAL PACA & CEN PACA – 29/11/2017
Liste des espèces de faune remarquables en région PACA – MNHN, DREAL PACA & CEN PACA – 29/11/2017

Catégories UICN pour la Liste Rouge

EX	Espèce éteinte au niveau mondial	NT	Quasi-menacée
EW	Espèce éteinte à l'état sauvage	LC	Préoccupation mineure
RE	Espèce disparue	DD	Données insuffisantes pour évaluation
CR	En danger critique	NA	Non applicable (espèce non soumise à évaluation)
EN	En danger	NE	Non évaluée
VU	Vulnérable		

Concernant le **Pigeon biset**, seuls les individus sauvages qui subsistent dans leur milieu naturel originel (falaises, escarpements rocheux…) sont considérés comme disparus en région PACA et possèdent ainsi un enjeu régional de conservation très fort.

Les **individus contactés** sur le site lors des inventaires sont **domestiques**. **L'enjeu de conservation est évalué à négligeable.**

Espèces potentielles

Seize espèces à enjeu de conservation très fort à modéré sont potentiellement présentes sur l'aire d'étude tout ou partie de l'année (hivernation/reproduction/chasse/halte migratoire) en raison de leur présence dans la commune ou les zonages alentours, leur écologie et les habitats du site.

- Le **Busard cendré** (*Circus pygargus*)

Il habite les plaines et les larges vallées, s'installant dans les marais, cultures, friches, landes et jeunes plantations. Il chasse sur des terrains à végétation basse ou clairsemée, mais recherche pour la reproduction des secteurs calmes à végétation haute.
C'est une espèce en nette régression ces dernières années. Les causes principales de cette régression sont la destruction des nids par les travaux de récolte des céréales, la chasse et la disparition des habitats. Cette espèce est habituée à construire les nids parmi les cultures, mais les récoltes précoces, dues à la modernisation de l'agriculture, font que ces travaux ont lieu quand les jeunes n'ont pas encore quitté le nid. Le réchauffement climatique impacte également le comportement de l'espèce. **Il utilise potentiellement le site en tant qu'escale migratoire.**

- Le **Faucon pèlerin** (*Falco peregrinus*)

Le Faucon pèlerin vit au niveau des falaises, aussi bien pour chasser que pour nicher.

Son alimentation est variable suivant la région ainsi que la période de l'année. Aucun nid n'est construit par les individus puisque la femelle pond à même le sol, dans un trou ou dans un ancien nid d'une autre espèce de rapace.

Il se retrouve généralement au niveau des falaises côtières de la Manche, le long des fleuves de la plaine et jusqu'à 2000 m d'altitude dans les Alpes.

Il peut utiliser l'aire de projet comme zone d'erratisme.

- La **Pie-grièche à tête rousse** (*Lanius senator*)

La Pie-grièche à tête rousse est un oiseau qui aime la chaleur. Elle choisit, pour installer son nid, un endroit exposé au soleil le plus longtemps possible. Elle aime les versants ensoleillés, exposés plein sud, avec une végétation clairsemée de buissons ou d'arbres. On la trouve également dans les allées d'arbres, au bord des chemins ainsi que dans les vergers. Elle évite systématiquement les endroits ombragés humides. **Elle utilise potentiellement le site en tant que halte migratoire.**

- Le **Busard des roseaux** (*Circus aeruginosus*)

Assez commun, bien que localisé, le busard des roseaux niche dans les roselières des marais. Parfois en prairie, friches, marais ou bordures de lacs et grands cours d'eau. **L'oiseau est un migrateur, il peut utiliser l'aire d'étude comme zone de chasse ou encore reposoir d'étape, mais les habitats de l'aire de projet ne correspondent pas à son habitat de niche.**

- Le **Coucou geai** (*Clamator glandarius*)

Il fréquente de préférence les landes arborées avec bosquets de chêne-liège ou de pins parasols. Mais on peut également le retrouver dans des paysages aussi divers que les clairières ou les lisières de bois, les vergers, les bosquets, les plantations d'oliviers ou d'amandiers, les plaines avec buissons et arbres isolés. **Sur l'aire de projet l'oiseau est sédentaire. Des individus peuvent être migrateurs, estivants et nicheurs.**

- L'**Hirondelle rousseline** (*Cecropis daurica*)

Elle vit généralement dans des zones plutôt steppiques et accidentées, à climat chaud. Niche sur les falaises, les ruines, sous les ponts ou à l'entrée des grottes, depuis le niveau de la mer jusqu'aux basses régions montagneuses. **L'espèce est migratrice, aucun habitat ne correspond à son écologie de niche sur l'aire d'étude.**

- Le **Milan royal** (*Milvus milvus*)

Le Milan royal affectionne les forêts ouvertes, les zones boisées éparses ou les bouquets d'arbres avec des zones herbeuses proches, des terres cultivées, des champs de bruyères ou des zones humides. Les massifs d'étendue restreinte et les lisières forestières en paysage de campagne lui conviennent, en régions montagneuses surtout, mais également en plaines, pour peu que ces boisements comprennent des grands arbres favorables à la nidification.

Le Milan royal ne se reproduit qu'en Europe. En France, l'espèce est nicheuse, cependant pas dans la région. **L'espèce utilise l'aire de projet comme halte migratoire.**

- Le **Gobemouche gris** (*Muscicapa striata*)

Le Gobemouche gris est un oiseau forestier. Il préfère les forêts feuillues, mais se trouve aussi dans les boisements résineux ou mixtes. La condition est que le boisement ne soit pas trop fermé. Il apprécie les clairières, chablis et allées forestières où pénètre le soleil. Il s'est bien adapté secondairement aux milieux arborés d'origine anthropique comme les parcs, les arboretums, les courts urbains avec leurs alignements d'arbres, les bosquets d'agrément, etc. Occasionnellement, on peut le trouver jusque dans les villages à la faveur des vergers, rangées d'arbres, vieux arbres épars. Il peut aller jusqu'à établir son nid dans des endroits inhabituels comme sur une poutre sous un toit ou dans une plante grimpante (rosier, lierre, vigne vierge, etc.) contre une façade. **C'est un migrateur, il ne niche pas sur l'aire d'étude étant donné les milieux environnants.**

- Le **Venturon montagnard** (*Carduelis citrinella*)

Le Venturon montagnard fréquente les forêts de montagne à partir de 700 mètres d'altitude environ et jusqu'à la limite des arbres, souvent dans les sapinières à clairières proches des alpages. Il est assez commun à la lisière des forêts de conifères d'altitude, sur les pentes rocailleuses parsemées d'épicéas et de broussailles. L'espèce descend plus bas en hiver. **L'espèce peut utiliser l'aire d'étude pour son hivernage.**

- La **Fauvette pitchou** (*Sylvia undata*)

Classée dans le type faunique méditerranéen, la Fauvette pitchou occupe le pourtour méditerranéen et la façade atlantique jusqu'au sud de la Grande-Bretagne. Dans le Midi, elle habite les fruticées denses et basses (inférieures à 2 m) de natures variées (maquis de chêne kermès, garrigues à cistes, etc.). En-dehors de la zone méditerranéenne, elle trouve une structure de végétation qui lui convient dans les landes d'ajoncs et de bruyères. **Elle peut occuper la zone d'étude pour son hivernage.**

- Le **Rollier d'Europe** (*Coracias garrulus*)

Le Rollier d'Europe est un estivant nicheur cavernicole, les secteurs lui étant favorables possèdent des arbres à cavités offrant de quoi nicher et des milieux ouverts servant de terrain de chasse. **Il est potentiellement nicheur sur le projet.**

- Le **Faucon crécerelle** (*Falco tinnunculus*)

Le Faucon crécerelle utilise des habitats tels que des espaces cultivés ou peu boisés et landes. La présence de perchoirs, d'arbres et de milieux agricoles servant de terrain de chasse lui permet de satisfaire ses besoins à l'année. **Il est potentiellement sédentaire sur le projet.**

- L'**Hirondelle rustique** (*Hirundo rustica*)

L'Hirondelle rustique, a besoin pour se nourrir d'espaces dégagés comme les terres agricoles et les zones humides. Les plans d'eau jouent un rôle essentiel, d'une part pour la chasse en conditions climatiques difficiles et d'autre part pour y boire lors des périodes de canicule. Pour la reproduction, elle est très dépendante de l'homme et de ses constructions. Elle affectionne les fermes et les villages ruraux où elle trouve les espaces confinés (écuries, étables, granges, garages et autres lavoirs) où elle peut construire son nid. La condition est que ces espaces soient accessibles en tout temps. C'est pourquoi elle niche plus rarement à l'intérieur des maisons ou appartements. La présence de fils électriques et téléphoniques servant de perchoirs est un facteur très favorable.

Elle utilise potentiellement le site en période de migration ou pour la chasse tout au long de l'année pour les espèces sédentaires localement ; le site étant peu favorable à la nidification de l'espèce.

- La **Pie-grièche écorcheur** (*Lanius collurio*)

La Pie-grièche écorcheur est une migratrice hivernant en Afrique du Sud-est, elle arrive en Europe pour nicher à partir du mois de mai. L'habitat de reproduction de la Pie-grièche écorcheur doit présenter deux caractéristiques indispensables. Il doit être pourvu d'arbustes ou de buissons touffus favorables à la nidification (épineux comme les pruneliers, aubépines et églantiers, ou alors jeunes conifères). D'autre part, l'environnement doit être assez ouvert, avec un accès au sol facile, pour la chasse.

L'espèce ne peut être que de passage sur le site, celui-ci étant situé en limite d'aire de nidification et à une altitude trop basse pour l'espèce.

- Le **Bruant proyer** (*Miliaria calandra*)

Cet oiseau choisit de préférence les plateaux et les plaines, à une altitude de 400 mètres le plus souvent. Il fréquente les zones agricoles, en particulier les pâtures et les champs de céréales, les steppes et les côteaux herbeux, le plus fréquemment dans des zones totalement dépourvues d'arbres et de buissons. La femelle cherche un renfoncement dans le sol d'une prairie, d'un champ de trèfle, ou en bordure de champ et elle y installe un nid de brins et de feuilles d'herbes, de racines et de poils.

Sur l'aire d'étude, il est potentiellement hivernant.

- La **Tourterelle des bois** (*Streptopelia turtur*)

La Tourterelle des bois affectionne les garrigues, les maquis, les marais partiellement boisés, les paysages ouverts, riches en bois, en bosquets, en buissons, en ripisylves, en friches buissonnantes et en haies, en bordure de zones cultivées, lesquelles lui sont propices à la fois pour nicher et s'alimenter. La migration postnuptiale débute dès la fin juillet, pour atteindre son maximum d'intensité fin août début septembre (du 15 août au 15 septembre), les derniers oiseaux, souvent des jeunes nés tardivement, étant observés début octobre. La saison de reproduction a lieu de fin avril à la migration de septembre.

Les populations nicheuses de Tourterelles des bois sont en déclin selon l'estimation de la Directive Oiseaux de 2013. Cependant, malgré la vulnérabilité de l'espèce, celle-ci reste chassable, ne permettant donc pas d'estimer l'enjeu sur site . **L'oiseau peut donc être nicheur, ou en halte migratoire.**

De plus, **douze espèces potentielles possèdent un enjeu de conservation évalué à faible.**

Tableau 61 : Statut des espèces d'Oiseaux à enjeu de conservation, potentiellement présentes sur le site d'étude.

Nom scientifique	Nom vernaculaire	Protections	D.O.	LR France Nich.	LR France Hiv.	LR France Pass.	LR PACA Nich.	Statut ZNIEFF
Circus pygargus	**Busard cendré**	BEIII - BOII - PN3	Ann. I	NT	-	NA	CR	DT
Falco peregrinus	**Faucon pèlerin**	BEII - BOII - PN3	Ann. I	LC	NA	NA	EN	DT
Lanius senator	**Pie-grièche à tête rousse**	BEII - PN3	-	VU	-	NA	CR	DT
Circus aeruginosus	**Busard des roseaux**	BEIII - BOII - PN3	Ann. I	NT	NA	NA	VU	RQ
Clamator glandarius	**Coucou geai**	BEII - PN3	-	LC	-	-	VU	DT
Cecropis daurica	**Hirondelle rousseline**	BEII - PN3	-	VU	-	NA	VU	DT
Milvus milvus	**Milan royal**	BEIII - BOII - PN3	Ann. I	VU	VU	NA	NA	DT
Muscicapa striata	**Gobemouche gris**	BOII - BEII - PN3	-	NT	-	DD	VU	RQ
Carduelis citrinella	**Venturon montagnard**	BEII - PN3	-	NT	-	-	LC	-
Sylvia undata	**Fauvette pitchou**	BEII - PN3	Ann. I	EN	-	-	LC	-
Coracias garrulus	**Rollier d'Europe**	BEII - BOII - PN3	Ann. I	NT	-	NA	NT	DT
Falco tinnunculus	**Faucon crécerelle**	BEII - BOII - PN3	-	NT	NA	NA	LC	-
Hirundo rustica	**Hirondelle rustique**	BEII - PN3	-	NT	-	DD	LC	-
Lanius collurio	**Pie-grièche écorcheur**	BEII - PN3	Ann. I	NT	NA	NA	LC	RQ
Miliaria calandra	**Bruant proyer**	BEIII-PN3	-	LC	-		NT	-
Streptopelia turtur	**Tourterelle des bois**	BEIII - BOII - chassable	Ann. II/2	VU	-	NA	LC	-
Accipiter nisus	**Épervier d'Europe**	BEIII - BOII - PN3 - PN6	-	LC	NA	NA	LC	-
Alauda arvensis	**Alouette des champs**	BEIII - chassable	Ann. II/2	NT	LC	NA	LC	-
Circaetus gallicus	**Circaète Jean-le-Blanc**	BEIII - BOII - PN3	Ann. I	LC	-	NA	LC	RQ
Circus cyaneus	**Busard Saint-Martin**	BEIII - BOII - PN3	Ann. I	LC	NA	NA	NA	RQ
Falco subbuteo	**Faucon hobereau**	BEII - BOII - PN3	-	LC	-	NA	LC	RQ
Falco vespertinus	**Faucon Kobez**	BEII - BOI - BOII - PN3	Ann. I	NA	-	NA	NA	DT
Lullula arborea	**Alouette lulu**	BEIII - PN3	Ann. I	LC	NA	-	LC	RQ
Merops apiaster	**Guêpier d'Europe**	BEII - BOII - PN3	-	LC	-	NA	LC	RQ
Milvus migrans	**Milan noir**	BEIII - BOII - PN3	Ann. I	LC	-	NA	LC	-
Otus scops	**Petit-Duc Scops**	BEII - PN3	-	LC	-	-	LC	RQ
Pernis apivorus	**Bondrée apivore**	BEIII - BOII - PN3	Ann. I	LC	-	LC	LC	RQ
Upupa epops	**Huppe fasciée**	BEIII - PN3	-	LC	NA	-	LC	RQ

Sources :
1. Protections :
BE (Convention de Berne) : Convention relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel d'Europe (Convention de Berne) – 19.09.1979 – Conseil de l'Europe – Document officiel
BO (Convention de Bonn) : Convention sur la conservation des espèces migratrices appartenant à la faune sauvage (CMS – Convention de Bonn) – 23 juin 1979 – Document officiel

PN (Protection Nationale) : Arrêté du 29 octobre 2009 fixant la liste des oiseaux protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection – République Française – 05.12.2009 – Document officiel
Arrêté du 26 juin 1987 fixant la liste des espèces de gibier dons la chasse est autorisée – République Française – 26.09.2018 - Document officiel
2. Dir. Oiseaux :
Directive 2009/147/CE (Directive européenne dite Directive Oiseaux) du 21 mai 1992 concernant la conservation des oiseaux sauvages (version codifiée) – Parlement Européen et Conseil – 30.11.2009 – Document officiel
3. Listes Rouges :
LR Nationale : Liste rouge des espèces menacées en France - Chapitre Oiseaux de France métropolitaine - UICN France, LPO, SEOF, ONCFS & MNHN – 2016
LR PACA : Liste rouge régionale des oiseaux nicheurs de Provence-Alpes-Côte d'Azur – CEN PACA & LPO - 2016
4. Statut ZNIEFF :
Liste des espèces de faune déterminantes en région PACA – MNHN, DREAL PACA & CEN PACA – 29/11/2017
Liste des espèces de faune remarquables en région PACA – MNHN, DREAL PACA & CEN PACA – 29/11/2017

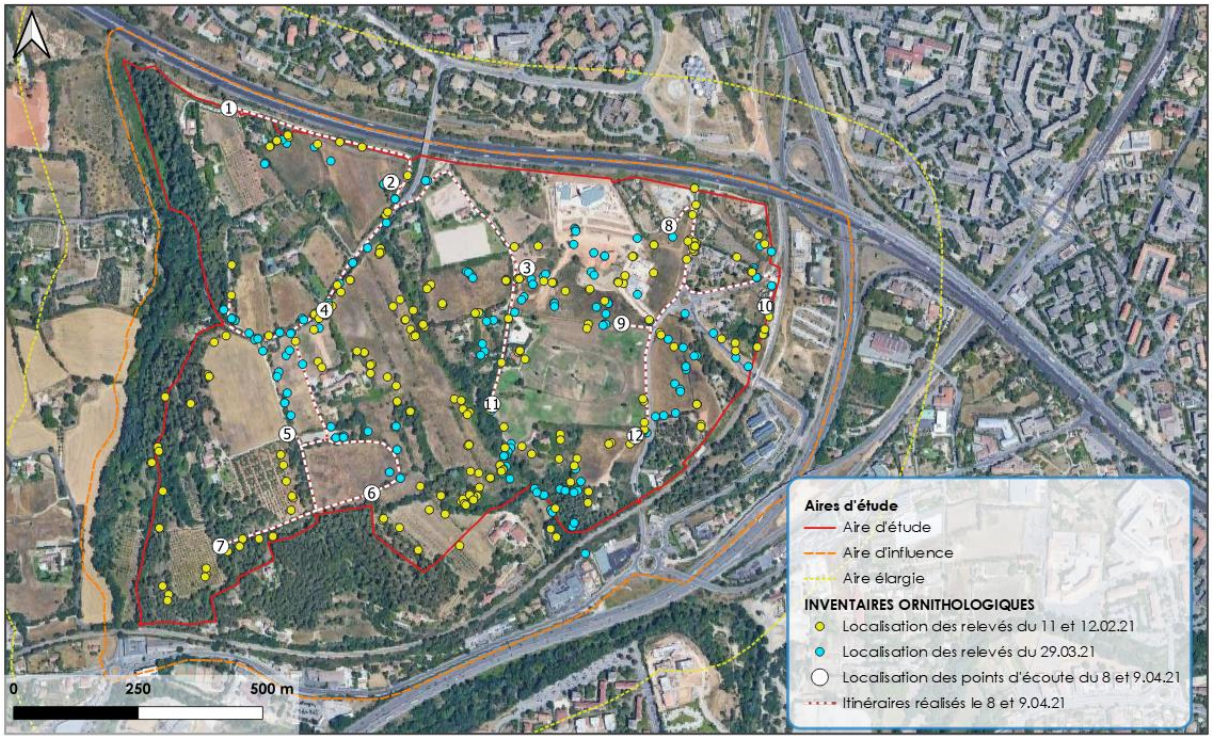
Catégories UICN pour la Liste Rouge			
EX	Espèce éteinte au niveau mondial	NT	Quasi-menacée
EW	Espèce éteinte à l'état sauvage	LC	Préoccupation mineure
RE	Espèce disparue	DD	Données insuffisantes pour évaluation
CR	En danger critique	NA	Non applicable (espèce non soumise à évaluation)
EN	En danger	NE	Non évaluée
VU	Vulnérable		

6.8.4 Résultats de l'expertise de 2021

Au total, **52 espèces** ont pu être contactées lors des prospections réalisées en février, mars et avril 2021. La liste des espèces d'oiseaux observés sur le site en 2021 est présentée en **Annexe X.**

Les passages de février 2021 visaient à inventorier les oiseaux sédentaires et hivernants, ainsi que les individus en migration pré-nuptiale. Le passage de mars concernait les espèces nicheuses résidentes et la migration pré-nuptiale ; celui d'avril, le début de la reproduction et de la nidification.

La carte ci-dessous présente les transects d'inventaires réalisés en 2021.



Carte 58 - Localisation des relevés ornithologiques, transects et points d'écoute réalisés en 2021

Photographie 44 : Environnement de chaque point d'écoute réalisés en 2021


1


2


3


4


5


6


7


8


9


10


12

6.8.4.1 Espèces à enjeu de conservation

Espèces nouvellement contactées

Sur les 52 espèces d'oiseaux contactées sur l'aire d'étude, dix n'avaient pas été recensées lors des inventaires précédents et six n'avaient pas été revues depuis 2013. Neuf de ces espèces possèdent un **enjeu régional de conservation évalué de faible à modéré.**

- L'**Alouette des champs** (*Alauda arvensis*)

L'Alouette des champs est sédentaire dans le bassin méditerranéen. En PACA, elle est nicheuse dans les plaines de la Crau et de la Camargue et dans les massifs, plus en altitude. Elle évite les zones trop urbanisées. Elle est hivernante sur l'ensemble du territoire. C'est une espèce des milieux ouverts : prairies, pelouses, friches, surfaces agricoles… Les pontes, au nombre de deux par an (rarement 4), sont déposées dès mi-mars (en basse altitude) jusqu'à fin aout, dans une cuvette aménagée au sol, à l'abri d'une touffe de végétation.

L'Alouette des champs, en passage migratoire ou hivernante, vient s'alimenter dans les friches ou les cultures ce qui explique sa présence sur l'aire d'étude.

- L'**Alouette lulu** (*Lullula arborea*)

L'Alouette lulu est sédentaire ou migratrice partiel dans les zones tempérées et méditerranéennes de l'Europe. Elle est strictement sédentaire dans le sud de la France. Elle se rencontre dans l'ensemble des milieux ouverts à semi-ouverts secs et au relief peu marqué. En hiver, l'espèce fréquente également les terres agricoles bien drainées. Dans les régions sud, la reproduction démarre dès mars. Le nid est posé sur le sol, dans une touffe d'herbe ou au pied d'un arbuste. Une seconde ponte peut être effectuée 2 mois plus tard.

L'Alouette lulu a été contactée uniquement en période hivernale. Elle n'est ainsi pas considérée comme nicheuse sur le site. **Elle est présente sur le site lors de transit ou en hiver**, vient s'alimenter dans les friches ou les cultures ce qui explique sa présence sur l'aire d'étude.

- La **Chouette hulotte** (*Strix aluco*)

L'espèce est bien répandue en région PACA. Elle fréquente une grande diversité de milieux naturels ou plus anthropiques pourvus qu'ils se composent d'arbres. La Chouette Hulotte est sédentaire et territoriale. Elle est fidèle à son site de nidification et à son partenaire. Elle niche dans toutes les cavités (arbres, falaise, grottes, bâtis…) pourvu qu'elles soient suffisamment grandes. La période de nidification s'étale de mi-mars à début juillet.

Un couple a été entendu le soir en avril. **L'espèce est nicheuse probable** [code atlas : 4] dans la ripisylve de la Thumine et utilise les milieux ouverts du site comme zones de **chasse.**

- La **Cisticole des joncs** (*Cisticola juncidis)*

Elle vit dans les prairies ouvertes, les friches abandonnées et dans les lisières des terres agricoles. Ils s'installent souvent à proximité des zones humides ou des fossés en bord de route. L'espèce se reproduit généralement au niveau des roselières lâches, les ripisylves lâches avec roseaux, les rives des cours d'eau, les milieux herbacés naturels ou non, humides ou secs. Elle évite les arbres. Le nid est installé dans les herbes hautes, presque au sol.

Plusieurs individus ont été observés sur le site en période de reproduction (fin mars et début avril). **L'espèce utilise le site pour s'alimenter** (un individu a été observé en vol avec une proie) **et pour nicher** [code atlas : 5]. Les grandes friches lui sont particulièrement favorables.

- Le **Pic épeichette** (*Dendrocopos minor*)

Cette espèce vit au niveau des formations boisées de feuillus (parcs, jardins, vergers), mais évite les massifs de conifères. On peut également la retrouver au niveau des cours d'eau. Elle affectionne les ripisylves où elle trouve du bois tendre facile à forer. Le nid est construit dans un arbre mort et friable, dans lequel le mâle fore une cavité. Le Pic épeichette consomme des insectes et préférentiellement les xylophages et les larves.

Deux observations ont été effectuées sur le site en avril. **L'espèce est nicheuse potentielle** dans les boisements ou bosquets présentant des vieux arbres [code atlas : 3].

Quatre espèces, considérées comme potentielles à la suite des inventaires réalisés en 2018, ont été confirmées en 2021.

Une observation d'un individu de **Circaète Jean-le-Blanc** en chasse dans la zone d'étude a été réalisée en avril 2021. L'espèce utilise donc la zone d'étude comme site de **chasse** et y niche potentiellement ou en périphérie proche [code atlas : 2].

Une **hirondelle rustique** a été observée en chasse au-dessus d'une friche fin mars. Elle n'a pas été recontactée en avril. Elle utilise ainsi le site **uniquement pour la chasse**. Elle n'est pas considérée comme nicheuse.

Deux observations de **Milan noir** ont été réalisées en avril sur le site. L'espèce était potentielle selon les prospections des années précédentes. Elle n'est pas nicheuse sur l'aire d'étude stricte, mais potentiellement dans les boisements périphériques. Toutefois les milieux ouverts du site offrent des zones de **chasse** pour l'espèce.

Le **Faucon crécerelle** a été observé dans la zone d'étude en mars et avril (en période de reproduction) [code atlas : 2]. **L'espèce est potentiellement nicheuse localement** (boisements et ripisylve dans la zone d'étude ou en périphérie proche). Un individu contacté sur le terrain de golf avait un comportement de **chasse**.



Photographie 45 : Faucon crécerelle sur le terrain de golf, au sein de la zone d'étude, en février 2021 © F. PATOUILLARD

Tableau 62 : Statut des nouvelles espèces d'oiseaux à enjeu de conservation présentes sur le site d'étude en 2021

Nom scientifique	Nom vernaculaire	Protections	D.O.	LR France Nich.	LR France Hiv.	LR France Pass.	LR PACA Nich.	Statut ZNIEFF
Cisticola juncidis	**Cisticole des joncs**	BEIII - PN3	-	VU	-	-	LC	-
Falco tinnunculus	**Faucon crécerelle**	BEII - BOII - PN3	-	NT	NA	NA	LC	-
Hirundo rustica	**Hirondelle rustique**	BEII - PN3	-	NT	-	DD	LC	-
Dendrocopos minor	**Pic épeichette**	BEII - PN3	-	VU	-	-	LC	RQ
Alauda arvensis	**Alouette des champs**	BEIII - chassable	Ann. II/2	NT	LC	NA	LC	-
Lullula arborea	**Alouette lulu**	BEIII - PN3	Ann. I	LC	NA	-	LC	RQ
Circaetus gallicus	**Circaète Jean-le-Blanc**	BEIII - BOII - PN3	Ann. I	LC	-	NA	LC	RQ
Strix aluco	**Chouette hulotte**	BEII - PN3	-	LC	NA	-	LC	-
Milvus migrans	**Milan noir**	BEIII - BOII - PN3	Ann. I	LC	-	NA	LC	-

Sources :

1. Protections :

BE (Convention de Berne) : Convention relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel d'Europe (Convention de Berne) – 19.09.1979 – Conseil de l'Europe – Document officiel

BO (Convention de Bonn) : Convention sur la conservation des espèces migratrices appartenant à la faune sauvage (CMS – Convention de Bonn) – 23 juin 1979 – Document officiel

PN (Protection Nationale) : Arrêté du 29 octobre 2009 fixant la liste des oiseaux protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection – République Française – 05.12.2009 – Document officiel

Arrêté du 26 juin 1987 fixant la liste des espèces de gibier dons la chasse est autorisée – République Française – 26.09.2018 - Document officiel

2. Dir. Oiseaux :

Directive 2009/147/CE (Directive européenne dite Directive Oiseaux) du 21 mai 1992 concernant la conservation des oiseaux sauvages (version codifiée) – Parlement Européen et Conseil – 30.11.2009 – Document officiel

3. Listes Rouges :

LR Nationale : Liste rouge des espèces menacées en France - Chapitre Oiseaux de France métropolitaine - UICN France, LPO, SEOF, ONCFS & MNHN – 2016

LR PACA : Liste rouge régionale des oiseaux nicheurs de Provence-Alpes-Côte d'Azur – CEN PACA & LPO - 2016

4. Statut ZNIEFF :

Liste des espèces de faune déterminantes en région PACA – MNHN, DREAL PACA & CEN PACA – 29/11/2017

Liste des espèces de faune remarquables en région PACA – MNHN, DREAL PACA & CEN PACA – 29/11/2017

Catégories UICN pour la Liste Rouge

EX	Espèce éteinte au niveau mondial	NT	Quasi-menacée
EW	Espèce éteinte à l'état sauvage	LC	Préoccupation mineure
RE	Espèce disparue	DD	Données insuffisantes pour évaluation
CR	En danger critique	NA	Non applicable (espèce non soumise à évaluation)
EN	En danger	NE	Non évaluée
VU	Vulnérable		

Réévaluation de l'utilisation du site pour les espèces contactées les années précédentes

Sur les 42 espèces contactées en 2018, 26 ont été revues en 2021. Concernant les espèces à enjeu de conservation régional **évalué de faible à fort :**

Le **Pipit farlouse** (*Anthus pratensis)* a été de nouveau contacté, entre février et mars. L'espèce est **hivernante** sur le site.

La **Linotte mélodieuse** (*Carduelis cannabina*) a été observée en grand nombre en février, en période d'hivernage. En avril, un seul individu a été noté en milieu ouvert. Du fait du peu d'observations faites en période de reproduction (dès le mois de mars) tandis que l'espèce est relativement grégaire, la Linotte mélodieuse est considérée comme uniquement **hivernante** sur l'aire d'étude.

Photographie 46 : Linotte mélodieuse et Pinson des arbres s'alimentant sur une pelouse au sein de la zone d'étude, en février 2021 © F. PATOUILLARD



Le **Chardonneret élégant** (*Carduelis carduelis*), la **Fauvette mélanocéphale** (*Sylvia melanocephala),* le **Serin cini** (*Serinus serinus*) et le **Verdier d'Europe** (*Chloris chloris*) sont sédentaires sur le site. Toutes ces espèces **nichent** probablement [code atlas : 5] dans les jardins, les bosquets et/ou les milieux buissonnants.

La **Buse variable** est **nicheur possible** dans les boisements [code atlas 2]. L'espèce chasse dans les milieux ouverts.

Cinq espèces n'ont pas été revues. Il s'agit notamment du **Bruant des roseaux**, qui utilise le site lors de haltes migratoires. L'hivernation de l'espèce est peu probable sur le site étant donné l'absence de milieux ouverts humides qui lui sont favorables également à cette période. Le **Tarier pâtre** et la **Bouscarle de Cetti** n'ont pas été recontactés en 2021 malgré des habitats favorables. Ces espèces ne semblent ainsi pas être nicheuses à l'échelle du site. Ceci peut s'expliquer par l'augmentation de l'urbanisation de ce secteur géographique associé à une baisse généralisée des effectifs de ces espèces.

Espèces potentielles

Seize espèces à enjeu de conservation très fort à modéré étaient considérées comme potentielles sur l'aire d'étude en 2018. L'utilisation potentielle du site pour certaines espèces a été réévaluée. C'est le cas des espèces ci-dessous.

Concernant le **Busard cendré** (*Circus pygargus*), la nidification de l'espèce semble très peu probable localement au regard des habitats présents et des données bibliographiques disponibles à l'échelle du territoire. Les milieux ouverts de petite taille pour l'espèce et fragmentés lui sont peu favorables à la chasse. **L'espèce n'est ainsi plus considérée comme potentielle sur le site.**

Concernant le **Coucou geai** (*Clamator glandarius*), si les habitats présents sont potentiellement favorables à l'espèce, cette dernière n'a jamais été observée lors des différentes campagnes de prospection. Les données disponibles mentionnent les principaux effectifs plus au sud et à l'ouest du secteur d'Aix-en-Provence. **L'espèce n'est ainsi plus considérée comme potentiellement nicheuse sur le site.**

Concernant le **Bruant proyer** (*Miliaria calandra*), étant donné l'absence d'observation de cette espèce facilement détectable lors des différents inventaires, **elle n'est pas considérée comme présente** à l'échelle du site, malgré la présence d'habitats favorables, en période d'hivernation.

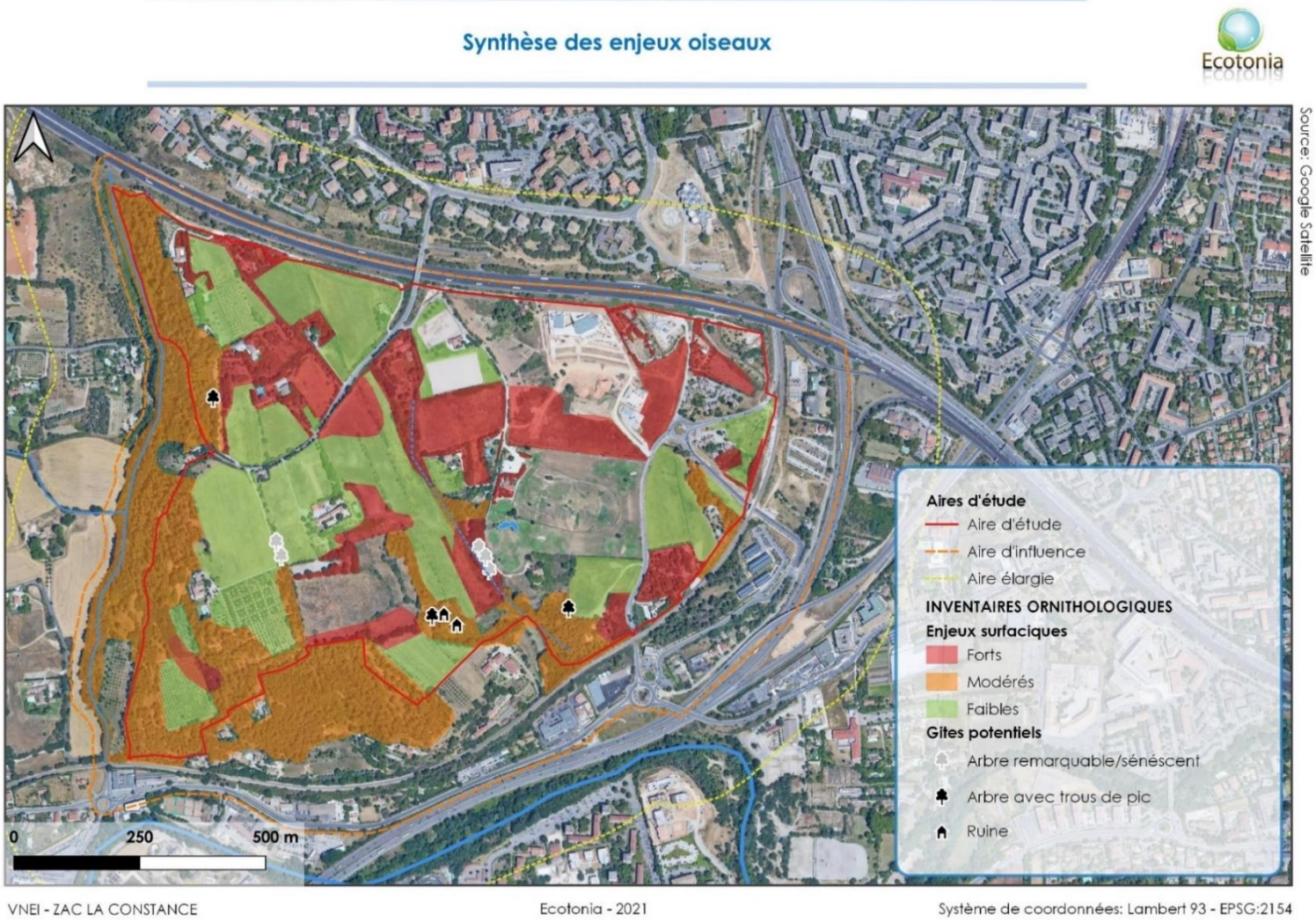
Pour la **Pie-grièche à tête rousse** (*Lanius senator*), la **Pie-grièche écorcheur** (*Lanius collurio*), le **Busard des roseaux** (*Circus aeruginosus*), l'**Hirondelle rousseline** (*Cecropis daurica*), le **Milan royal** *(Milvus milvus),* le **Gobemouche gris** *(Muscicapa striata),* la fréquentation très ponctuelle du site reste possible en période migratoire (survol, chasse ponctuelle).

Pour le **Venturon montagnard** (*Carduelis citrinella*), étant donné l'absence d'observation de cette espèce en période hivernale, **il n'est plus considéré comme potentiel sur le site.**

Concernant la **Fauvette pitchou** (*Sylvia undata*), les milieux ne lui sont pas favorables en période de reproduction. La nidification de l'espèce n'est pas attendue localement au regard des données bibliographiques disponibles (Faune-paca.org). La probabilité de la contacter en période d'hivernation est très faible. Elle n'a pas été vue lors des inventaires complémentaires ciblés en février 2021. **L'espèce n'est ainsi plus considérée comme potentiellement hivernante sur le site.**

6.8.5 Cartographie des enjeux de l'avifaune en 2021

Les **espèces d'oiseaux à enjeux** contactées sur l'aire d'étude sont localisées dans la carte suivante.

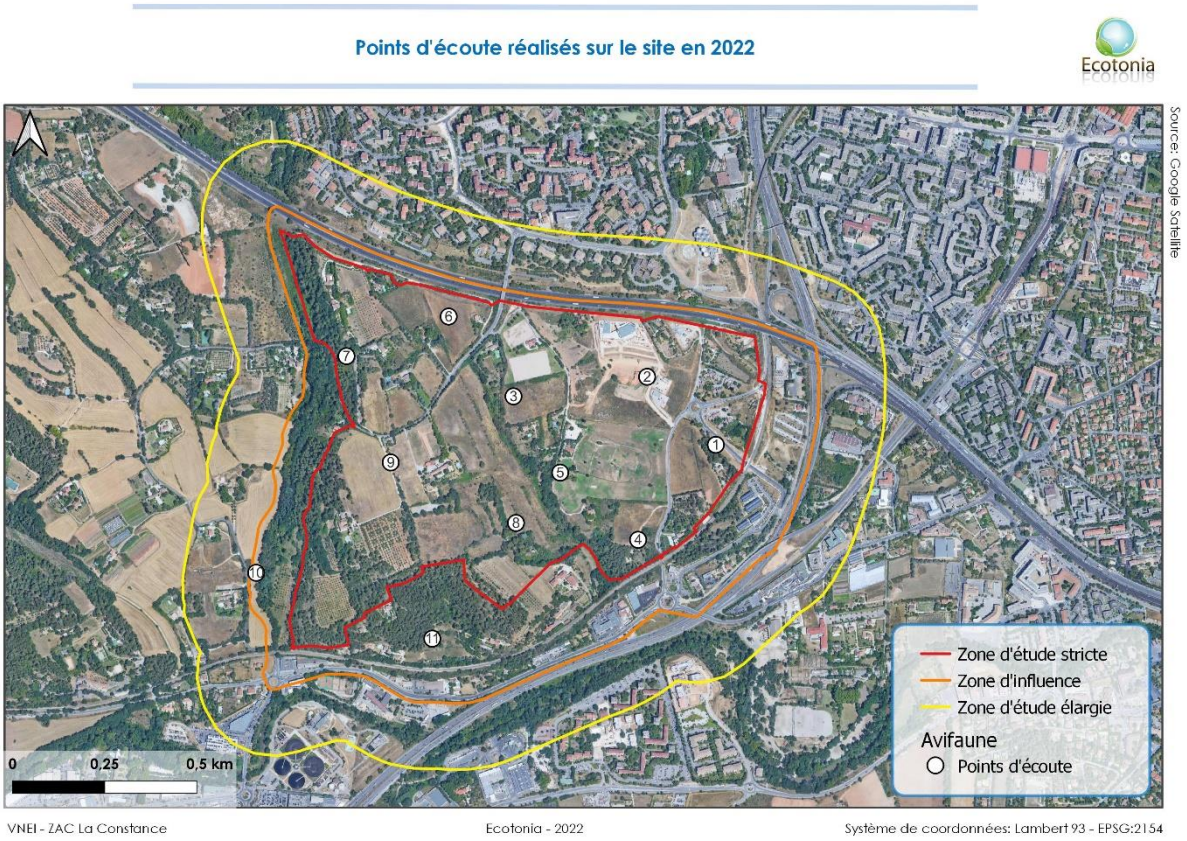


Carte 59 - Cartographie des espèces d'oiseaux à enjeu inventoriées et habitats d'espèces sur le site d'étude en 2018 et 2021.

6.8.6 Résultats de l'expertise de 2022

6.8.6.1 Observation de terrain

Dans l'objectif de couvrir l'ensemble de la zone d'étude, 11 points d'écoute de 15 minutes ont été réalisés au cours des différents inventaires le 17 et 18 février 2022, le 5 et 6 avril 2022 également en nocturne et le 1er et 2 juin 2022. Ces points ont été complétés, dans le but de repérer les espèces discrètes, par une prospection libre au sein de l'aire d'étude stricte et élargie. Concernant les nocturnes, les points ont été réalisés, de la même manière, un peu après le coucher du soleil.



Carte 60 – Localisation des points d'écoute effectués lors des prospections de 2022

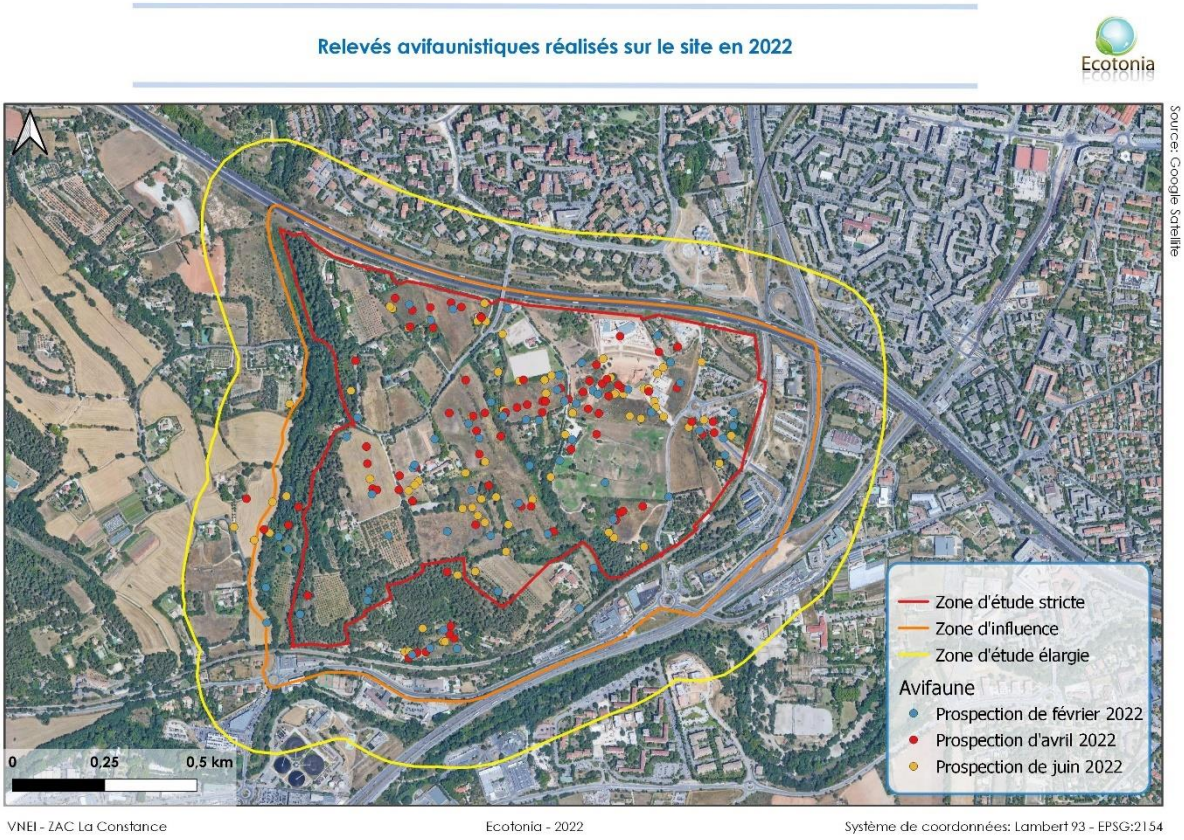
Espèces contactées

Au cours des trois périodes d'inventaires, **68 espèces** d'oiseaux ont été observées au total, dont **19 espèces nouvellement observées en 2022**.

Lors des prospections de février, un total de **42 espèces** a été comptabilisé, pour un total de **1458 oiseaux**. Des individus sédentaires ont été contactés (Mésange bleue, Verdier d'Europe), mais aussi des hivernants (Pipit farlouse).

Lors des prospections faites en avril, en période de reproduction et nidification, des individus sédentaires ont été contactés (Mésange bleue, Verdier d'Europe), des migrateurs (Milan noir, Busard des roseaux), mais aussi les derniers hivernants (Pipit farlouse, Tarin des aulnes). Un total de **52 espèces** a été comptabilisé, pour un total de **451 individus.**

Enfin, en juin, **46 espèces** ont été comptabilisées, pour un total de **360 individus**. Une baisse d'activité a été constatée par rapport au précédent passage (mars/avril 2022). En effet, la plupart des individus locaux sont en pleine nidification (alimentation des jeunes ou couvaison), ce qui les rend moins actifs à défendre leur territoire, et sont par conséquent, plus discrets. Aussi, des migrateurs tardifs ont été observés (Bondrée apivore, Rollier d'Europe).



Carte 61 - Localisation des relevés de l'avifaune du site d'étude effectués en 2022

6.8.6.2 Habitats d'espèces

Le site présente plusieurs types d'habitats, représentés majoritairement par des **milieux semi-ouverts**, favorables à la Fauvette mélanocéphale, des **milieux fermés**, propices pour le cortège forestier et des **milieux anthropisés** appréciés par certaines espèces en tant que zone de nidification comme pour la Chouette hulotte ou en tant que lieu d'alimentation comme pour la Bergeronnette grise et le Pipit farlouse. En somme, la mosaïque d'habitats présents sur la zone d'étude répond aux exigences écologiques de nombreuses espèces d'oiseaux.

Milieux ouverts

La présence de prairies, cultures et friches sur la zone d'étude représente une véritable source d'alimentation pour des espèces granivores et insectivores.

Ces habitats, lorsqu'ils sont bordés de haies, semblent favorables au Tarier pâtre et au Serin cini et permettent notamment aux migrateurs de s'arrêter, dans le but de se reposer et s'alimenter.




Photographie 47 - Photographie prise depuis le nord de la zone d'étude – Source : N. Bastide.

Milieux semi-ouverts et fermés

Ces milieux (pinède et chênaie) accueillant un cortège d'espèces plus forestières comme les mésanges, le Rougegorge familier, le Pigeon ramier ou la Fauvette à tête noire sont des lieux de nidification appréciées du Serin cini et du Chardonneret élégant. Les arbres les plus touffus représentent, notamment, des perchoirs et reposoirs favorables à l'Alouette lulu. La strate arbustive quant à elle, est favorable à des espèces appréciant les strates plus basses comme la Fauvette mélanocéphale.




Photographie 48 - milieux fermés de la zone d'étude – Source : N. Bastide.

Milieux anthropisés

Des milieux anthropisés sont présents sur la zone d'étude : **routes**, **bâti, terrain de golf** et **terrain de foot.** Des espèces peuvent venir s'alimenter sur les terrains de golf et de foot (Bergeronnette grise et Pipit farlouse).



Photographie 49 - Terrain de golf présent sur le site d'étude

6.8.6.3 Espèces à fort enjeu régional de conservation

Trois espèces présentent un fort enjeu de conservation et ont été recensées lors des prospections de terrain. Les statuts de conservation de ces espèces contactées uniquement en 2022 sont détaillés dans le tableau suivant.

Tableau 63 : Tableau synthétique des espèces d'oiseaux à fort enjeu régional de conservation sur le site

Nom scientifique	Nom vernaculaire	Protections (BE, BO, PN)	D.O.	LR Nationale Nich.	LR Nationale Hiv.	LR Nationale Pass.	LR Régionale Nich.	Statut ZNIEFF
Circus aeruginosus	**Busard des roseaux**	BEIII - BOII - PN3	Ann. I	NT	NA d	NA d	EN	RQ
Linaria cannabina	**Linotte mélodieuse**	BEII - BEIII - PN3	-	VU	NA d	NA c	VU	-
Chloris chloris	**Verdier d'Europe**	BEII - BEIII - PN3	-	VU	NA d	NA d	VU	-

Sources :

1. Protections :
BE (Convention de Berne) : Convention relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel d'Europe (Convention de Berne) – 19.09.1979 – Conseil de l'Europe – Document officiel
BO (Convention de Bonn) : Convention sur la conservation des espèces migratrices appartenant à la faune sauvage (CMS – Convention de Bonn) – 23 juin 1979 – Document officiel
PN (Protection Nationale) : Arrêté du 29 octobre 2009 fixant la liste des oiseaux protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection – République Française – 05.12.2009 – Document officiel
Arrêté du 26 juin 1987 fixant la liste des espèces de gibier dons la chasse est autorisée – République Française – 26.09.2018 - Document officiel
2. D.O. (Directive Oiseaux) :
Directive 2009/147/CE (Directive européenne dite Directive Oiseaux) du 21 mai 1992 concernant la conservation des oiseaux sauvages (version codifiée) – Parlement Européen et Conseil – 30.11.2009 – Document officiel
3. Listes Rouges :
LR Nationale : Liste rouge des espèces menacées en France - Chapitre Oiseaux de France métropolitaine - UICN France, LPO, SEOF, ONCFS & MNHN – 2016
LR Régionale : Liste rouge régionale des oiseaux nicheurs, de passage et hivernants de Provence-Alpes-Côte d'Azur – CEN PACA & LPO - 2020
4. Statut ZNIEFF :
Liste des espèces de faune déterminantes en région PACA – MNHN, DREAL PACA & CEN PACA – 29/11/2017
Liste des espèces de faune remarquables en région PACA – MNHN, DREAL PACA & CEN PACA – 29/11/2017

Catégories UICN pour la Liste Rouge			
EX	Espèce éteinte au niveau mondial	NT	Quasi-menacée
EW	Espèce éteinte à l'état sauvage	LC	Préoccupation mineure
RE	Espèce disparue au niveau régional	DD	Données insuffisantes pour évaluation
CR	En danger critique	NA	Non applicable (espèce non soumise à évaluation)
EN	En danger	NE	Non évaluée
VU	Vulnérable		

- **Le Busard des roseaux *(Circus aeruginosus)* :**

Cette espèce est inféodée aux milieux humides temporaires et permanents de basse altitude. Elle est présente dans les grandes phragmitaies d'étangs et de lacs, les rives de cours d'eau lents ou encore les marais côtiers. En rasant les roselières ou les cultures alentours, le Busard des roseaux chasse surtout les micromammifères et les petits oiseaux. Il confectionne son nid assez volumineux dans la végétation, dans les milieux humides, mais également plus secs.



Busard des roseaux
(Source : © N. BASTIDE)

- **Un seul individu** femelle a été observé, en vol au-dessus de l'aire d'étude. En effet, les habitats présents sur le site ne correspondent pas à son écologie. Cet individu était donc uniquement de **passage** sur le site.

- Considérant qu'il est uniquement de passage sur le site, son enjeu écologique sur le site d'étude n'est pas similaire à son enjeu régional, et est évalué à **négligeable**.

- **La Linotte mélodieuse *(Linaria cannabina)* :**

La Linotte mélodieuse est présente dans toute l'Europe et sur le pourtour méditerranéen. Elle est présente au niveau des milieux semi-ouverts comme les landes, les jeunes plantations de conifères, les zones agricoles bocagères et les friches. Le nid y est construit dans un arbuste, dans un jeune conifère ou dans un buisson d'épineux dense, à moins d'un mètre cinquante de hauteur. L'espèce consomme des semences récoltées sur le sol, mais également de petits invertébrés.



Linotte mélodieuse
(Source : INPN © F. JIGUET)

- **Cinq individus** ont été observés sur l'aire d'étude lors des prospections printanières. Elle utilise les milieux ouverts, tels que les champs, cultures, friches et autres milieux riches en graines présents sur le site pour s'y alimenter.

- Considérant qu'elle utilise le site comme milieu d'alimentation, son enjeu écologique sur le site d'étude n'est pas similaire à son enjeu régional, et est évalué à **modéré**.

- **Le Verdier d'Europe *(Chloris chloris)***

Les habitats de l'espèce sont les bosquets, les alignements d'arbres, les haies, les vergers et les pépinières. Il est présent également dans les milieux plus anthropisés tels que les parcs et les jardins. Le nid est installé dans les arbres au feuillage dense ou buissons épais, lierre sur mur, souvent sur une fourche entre 1 et 20 m de hauteur. Le Cyprès d'Italie semble particulièrement apprécié par l'espèce. C'est un migrateur partiel et un nicheur avéré en France et en PACA.

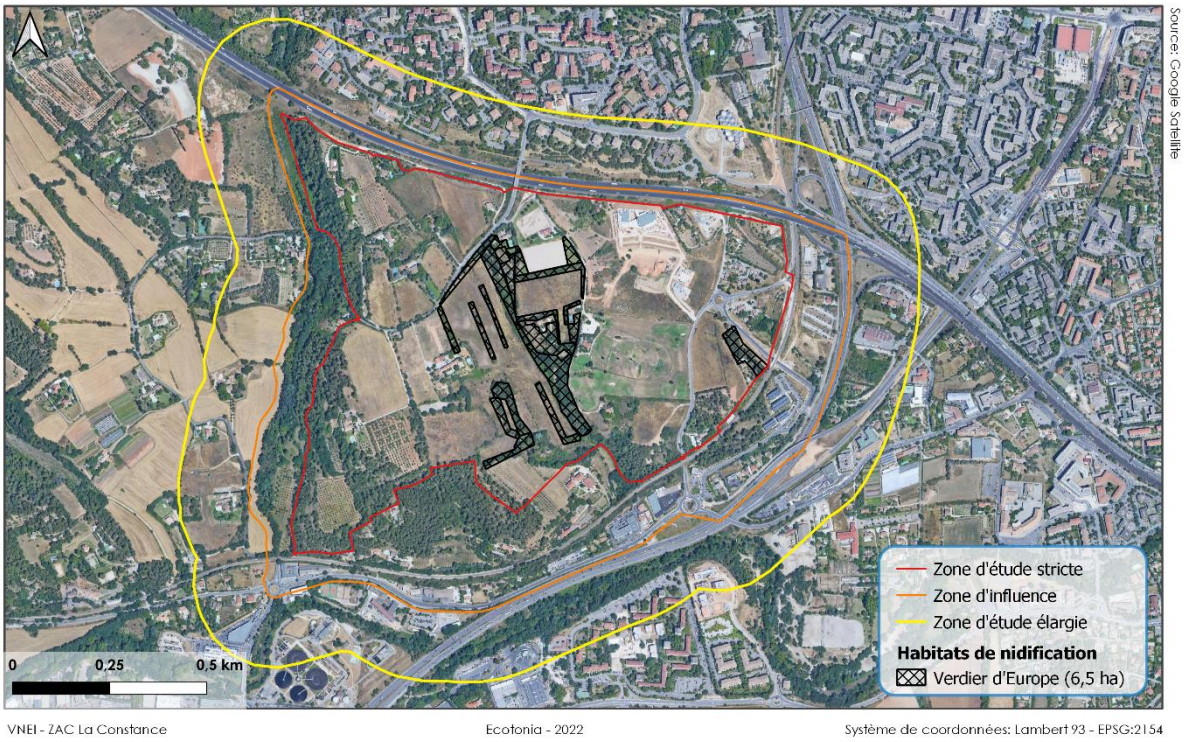


Verdier d'Europe
(Source : © N. Bastide)

- **Cinq individus** ont été contactés sur le site d'étude. L'espèce est avérée nicheuse dans les milieux présents sur le site tels que les boisements denses et les haies bocagères.

- Considérant que l'espèce utilise le site comme zone de nidification, son enjeu écologique sur le site d'étude est similaire à son enjeu régional, et est évalué à **fort.**

La cartographie suivante présente l'habitat de nidification du Verdier d'Europe sur le site. La surface de nidification cumulée de cette espèce sur le site est **de 6,5 ha**.



Carte 62 - Habitats de nidification du Verdier d'Europe.

6.8.6.4 Espèces à enjeu régional de conservation modéré

Dix-sept espèces présentent un enjeu modéré de conservation et ont été recensées lors des prospections de terrain. Les statuts de conservation de ces espèces contactées uniquement en 2022 sont détaillés dans le tableau suivant.

Tableau 64 - Espèces d'oiseaux à enjeu modéré de conservation observée sur l'aire d'étude

Nom scientifique	Nom vernaculaire	Protections (BE, BO, PN)	D.O.	LR Nationale Nich.	LR Nationale Hiv.	LR Nationale Pass.	LR Régionale Nich.	Statut ZNIEFF
Cettia cetti	**Bouscarle de Cetti**	BEIII - PN3	-	NT	-	-	NT	-
Emberiza calandra	**Bruant proyer**	BEIII - PN3	-	LC	-	-	NT	RQ
Carduelis carduelis	**Chardonneret élégant**	BEII - PN3	-	VU	NA d	NA d	LC	-
Athene noctua	**Chevêche d'Athéna**	BEII - PN3	-	LC	-	-	NT	RQ
Corvus corone	**Corneille noire**	BEIII	Ann. II/2	LC	NA d	-	VU	-
Falco tinnunculus	**Faucon crécerelle**	BEII - BOII - PN3	-	NT	NA d	NA d	NT	-

Curruca melanocephala	**Fauvette mélanocéphale**	BEII - PN3	-	NT	-	-	LC	-
Phalacrocorax carbo	**Grand Cormoran**	BEIII - PN3	-	LC	LC	NA d	NT	-
Grus grus	**Grue cendrée**	BEII - BOII - PN3	Ann. I	CR	NT	NA c	-	-
Delichon urbicum	**Hirondelle des fenêtre**	BEII - PN3	-	NT	-	DD	LC	-
Hirundo rustica	**Hirondelle rustique**	BEII - PN3	-	NT	-	DD	NT	-
Apus apus	**Martinet noir**	BEIII - PN3	-	NT	-	DD	NT	-
Anthus pratensis	**Pipit farlouse**	BEII - PN3	-	VU	DD	NA d	-	-
Coracias garrulus	**Rollier d'Europe**	BEII - BOII - PN3	Ann. I	NT	-	NA d	NT	DT
Serinus serinus	**Serin cini**	BEII - PN3	-	VU	-	NA d	NT	-
Saxicola rubicola	**Tarier pâtre**	BEII - BEIII - PN3	-	NT	NA d	NA d	NT	-
Streptopelia turtur	**Tourterelle des bois**	BEIII - BOII - chassable	Ann. II/2	VU	-	NA c	VU	-

Sources :

1. Protections :
BE (Convention de Berne) : Convention relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel d'Europe (Convention de Berne) – 19.09.1979 – Conseil de l'Europe – Document officiel
BO (Convention de Bonn) : Convention sur la conservation des espèces migratrices appartenant à la faune sauvage (CMS – Convention de Bonn) – 23 juin 1979 – Document officiel
PN (Protection Nationale) : Arrêté du 29 octobre 2009 fixant la liste des oiseaux protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection – République Française – 05.12.2009 – Document officiel
Arrêté du 26 juin 1987 fixant la liste des espèces de gibier dons la chasse est autorisée – République Française – 26.09.2018 - Document officiel
2. D.O. (Directive Oiseaux) :
Directive 2009/147/CE (Directive européenne dite Directive Oiseaux) du 21 mai 1992 concernant la conservation des oiseaux sauvages (version codifiée) – Parlement Européen et Conseil – 30.11.2009 – Document officiel
3. Listes Rouges :
LR Nationale : Liste rouge des espèces menacées en France - Chapitre Oiseaux de France métropolitaine - UICN France, LPO, SEOF, ONCFS & MNHN – 2016
LR Régionale : Liste rouge régionale des oiseaux nicheurs, de passage et hivernants de Provence-Alpes-Côte d'Azur – CEN PACA & LPO - 2020
4. Statut ZNIEFF :
Liste des espèces de faune déterminantes en région PACA – MNHN, DREAL PACA & CEN PACA – 29/11/2017
Liste des espèces de faune remarquables en région PACA – MNHN, DREAL PACA & CEN PACA – 29/11/2017

Catégories UICN pour la Liste Rouge

EX	Espèce éteinte au niveau mondial	NT	Quasi-menacée
EW	Espèce éteinte à l'état sauvage	LC	Préoccupation mineure
RE	Espèce disparue au niveau régional	DD	Données insuffisantes pour évaluation
CR	En danger critique	NA	Non applicable (espèce non soumise à évaluation)
EN	En danger	NE	Non évaluée
VU	Vulnérable		

- **La Bouscarle de Cetti *(Cettia cetti)***

La Bouscarle de Cetti se trouve dans l'ouest de l'Europe et la côte nord de la Méditerranée. Passereau paludicole, elle fréquente la végétation : haies, bosquets, bois denses, presque systématiquement à proximité de l'eau. Le nid est construit à partir d'éléments végétaux (tiges, racines, feuilles...) dans un buisson très près du sol.



Bouscarle de Cetti
(Source INPN © S. Wroza)

- **Deux individus** ont été observés sur la zone d'étude lors des inventaires de février, au niveau de roselières. Bien que cette espèce affectionne le type de végétation présente sur le site pour la construction de son nid, elle n'a été observée qu'en période hivernale.

- Considérant qu'elle utilise le site uniquement comme lieu d'hivernage, son enjeu écologique sur le site d'étude n'est pas similaire à son enjeu régional, et est évalué à **faible**.

- **Le Bruant proyer *(Emberiza calandra)***

Le Bruant proyer est une espèce de plaine affectionnant les zones agricoles, les steppes et les côteaux herbeux. Bien qu'elle évite les couverts buissonneux denses en règle générale, le mâle a cependant besoin de postes élevés pour chanter en période de reproduction (arbustes, haies, grillages). L'espèce fait son nid à même le sol, dans les champs, friches…



Bruant proyer
(Source : © B. VOLLOT)

- **Deux individus** ont été observés sur la zone d'étude lors des inventaires de février, dans des milieux semi-ouverts. Les milieux du site correspondent à son optimum écologique cependant elle n'a été observée qu'en hiver donc elle n'utilise le site que pour s'alimenter lors de la période hivernale.

- Considérant qu'il utilise le site uniquement comme lieu d'hivernage, son enjeu écologique sur le site d'étude n'est pas similaire à son enjeu régional, et est évalué à **faible**.

- **Le Chardonneret élégant *(Carduelis carduelis)***

Il fréquente les milieux souvent dominés par les ligneux et les milieux anthropiques comme les parcs, les vergers, les jardins arborés… Le territoire de nidification du Chardonneret doit comporter deux exigences : des arbres et arbustes assez élevés pour nicher et des espaces à strate herbacée pour se nourrir des graines de graminées sauvages. C'est une espèce sédentaire en France. En

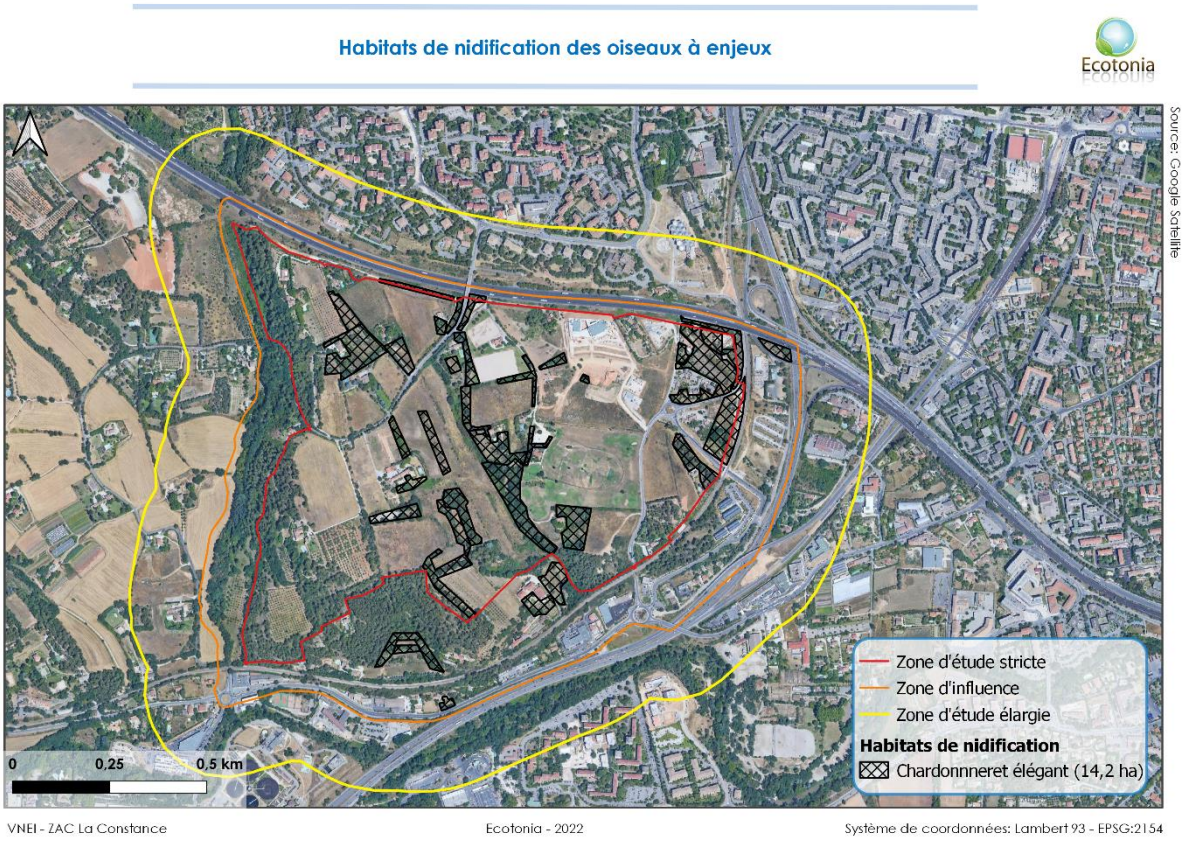


Chardonneret élégant
(Source : © B. VOLLOT)

hiver, de grands rassemblements dans les friches et les cultures où ils se nourrissent sont observés.

- **Plusieurs individus** ont été observés sur la zone d'étude au cours des trois périodes d'inventaires. L'espèce était territoriale au début de la saison des amours. Elle affectionne les milieux boisés ouverts tels que les jardins, parcs ou paysages bocagers.
- Considérant qu'il utilise le site comme lieu de nidification, son enjeu écologique sur le site d'étude est similaire à son enjeu régional, et est évalué à **modéré**.

La cartographie suivante présente l'habitat de nidification du Chardonnet élégant sur le site. La surface de nidification cumulée de cette espèce sur le site est **de 14,2 ha**.



Carte 63 – Habitats de nidification du Chardonneret élégant.

- **La Chevêche d'Athéna *(Athene noctua)***

En France comme en PACA, cette espèce habite des milieux très variés nécessitant certaines caractéristiques vitales : des cavités pour nicher (vieux arbres, murailles, bâtiments, saules têtards, etc.), des espaces dégagés à végétation basse ou rase pour la chasse (pâtures, champs, pelouses, steppes, etc.) et des postes d'affut (haies, arbres isolés, piquets, etc.). Les bocages constituent des paysages agricoles optimaux. Elle s'alimente essentiellement d'insectes et de lombrics. En biomasse, ce sont les campagnols des champs qui sont majoritaires. Les pontes ont lieu en avril-mai.

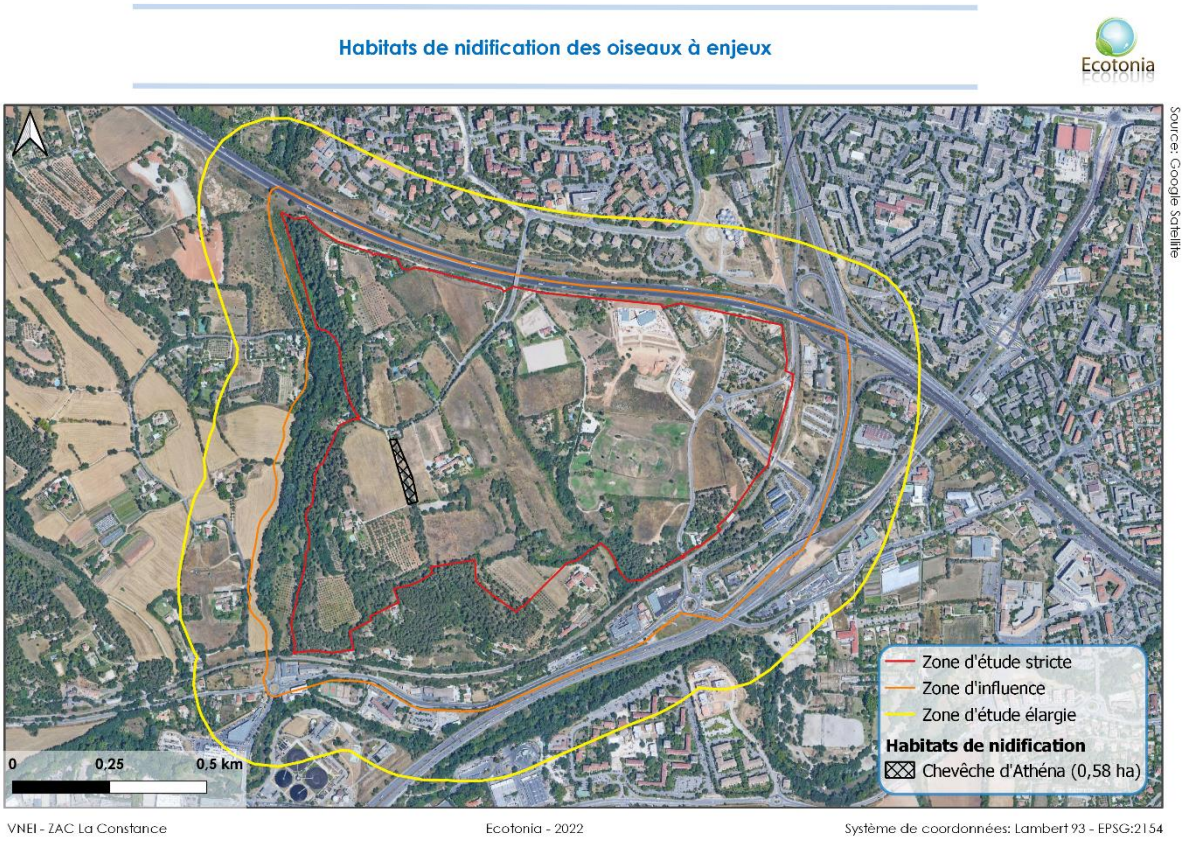


Chevêche d'Athéna
(Source : © B. VOLLOT)

- **Deux individus** ont été observés sur la zone d'étude au début du printemps. Principalement crépusculaire, elle a été observée proche d'habitations avec des cavités. Elle utilise la partie ouest du site (espace ouvert pour la chasse) étant dérangée par d'autres espèces telles que le Choucas des Tours présents à l'est de son aire de nidification.

- Considérant qu'il utilise le site comme lieu de nidification et d'hivernage, son enjeu écologique sur le site d'étude est similaire à son enjeu régional, et est évalué à **modéré**.

La cartographie suivante présente l'habitat de nidification de la Chevêche d'Athéna sur le site. La surface de nidification cumulée de cette espèce sur le site est **de 0,58 ha.**



Carte 64 - Habitats de nidification de la Chevêche d'Athéna.

- **La Corneille noire *(Corvus corone)***

C'est une espèce commune qui a connu une régression de 40% de ses effectifs ces dernières 20 années dans la région. Elle est présente dans tous les milieux ouverts et semi-ouverts et affectionne les espaces agricoles ainsi que les surfaces enherbées dans lesquelles elle cherche sa nourriture. Il lui faut cependant quelques arbres pour construire son nid qu'elle place en hauteur. Son régime est omnivore et opportuniste, mais elle est avant tout prédatrice et nécrophage.

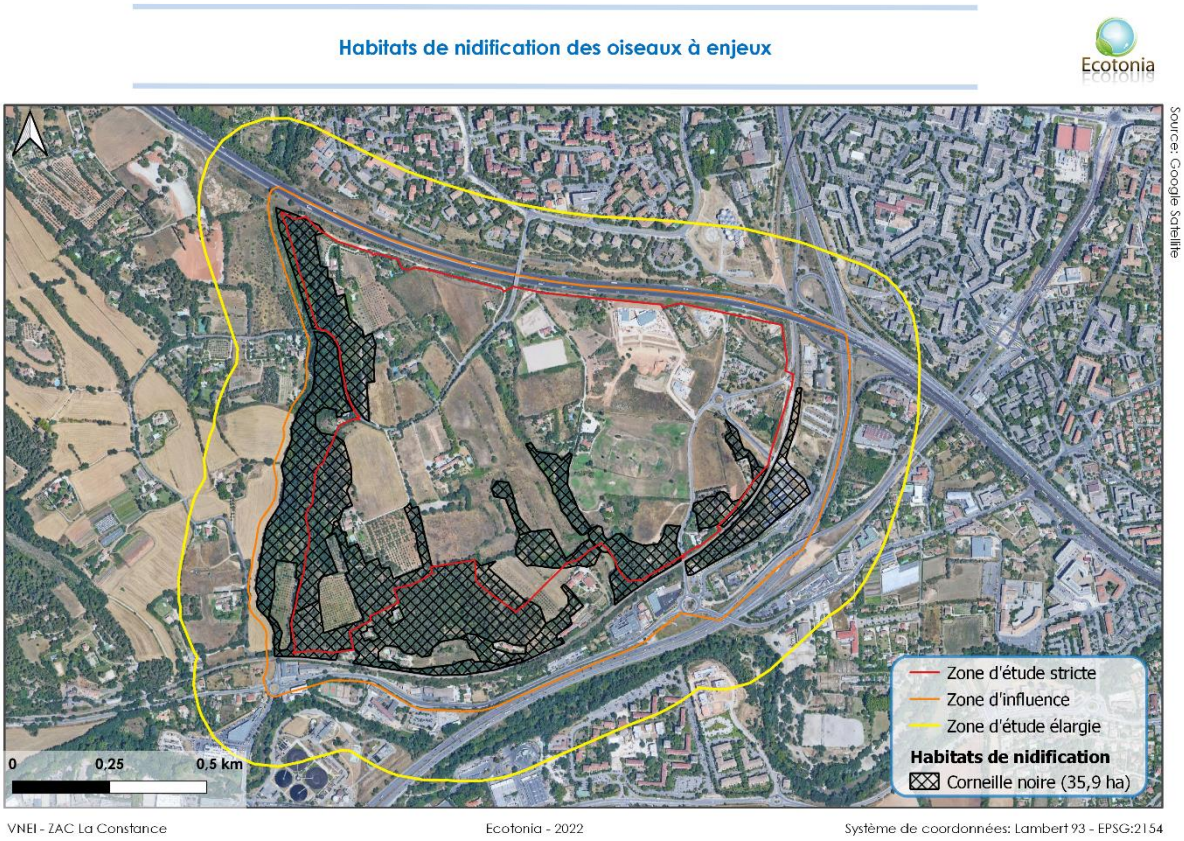


Corneille noire (Source INPN)

- **Plusieurs individus** ont été observés sur la zone d'étude lors des trois périodes d'inventaires. Cette espèce affectionne les milieux ouverts et semi-ouverts tels que les espaces agricoles, paysages bocagers et les strates basses enherbées pour s'alimenter. Les milieux présents sur le site d'étude lui sont également favorables pour la nidification qui est arboricole à partir de mi-avril.

- Considérant que l'espèce utilise le site comme lieu de nidification, son enjeu écologique sur le site d'étude est similaire à son enjeu régional, et est évalué à **modéré**.

La cartographie suivante présente l'habitat de nidification de la Corneille noire sur le site. La surface de nidification cumulée de cette espèce sur le site est **de 35,9 ha**.



Carte 65 - Habitats de nidification de la Corneille noire

- **Le Faucon crécerelle *(Falco tinnunculus)***



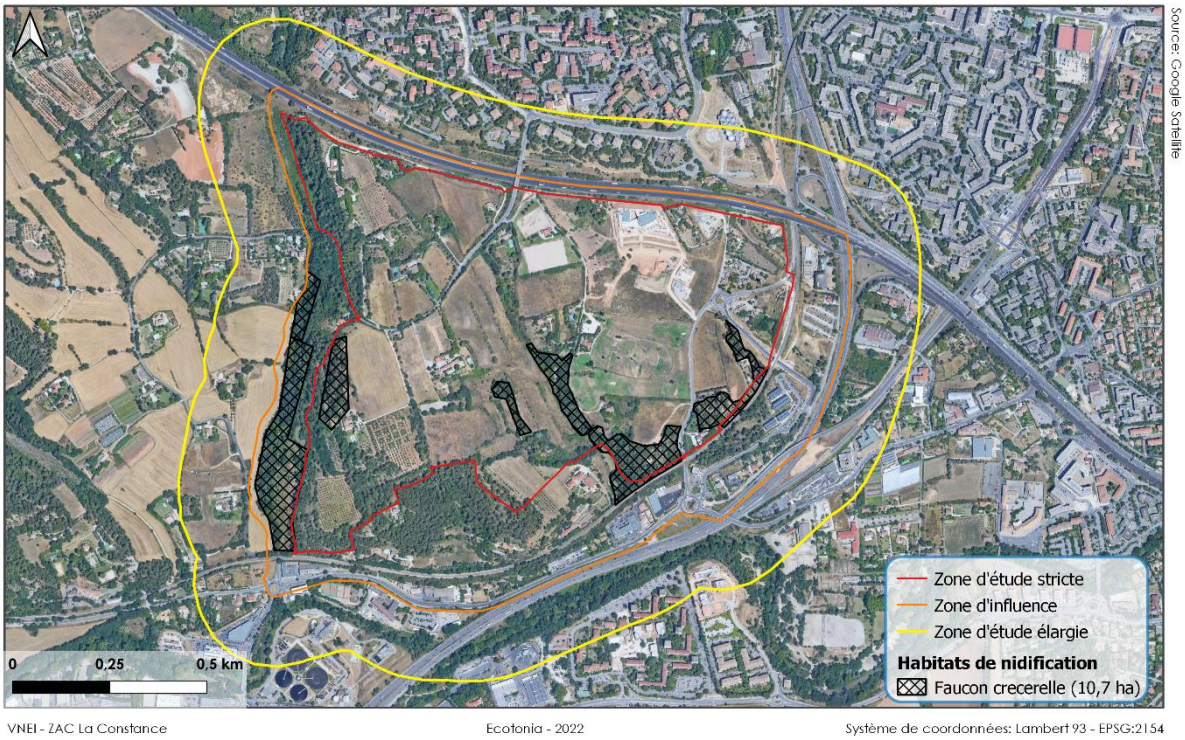
Le Faucon crécerelle est présent dans divers milieux comme les boisements et les forêts, les cultures, les jardins, les habitations, les parcs et les bocages. Le lieu de fabrication du nid est variable, car le faucon peut aussi bien utiliser des cavités que des fourches de branches, des nichoirs artificiels ou bien le nid d'autres espèces d'oiseaux. Les nids sont généralement réutilisés les années suivantes.

Faucon crécerelle (Source INPN)

- **Plusieurs individus** ont été observés sur la zone d'étude lors des trois périodes d'inventaires. Cette espèce s'adapte à plusieurs types de milieux tels que les espaces agricoles, paysages bocagers et les strates basses enherbées pour pouvoir chasser les rongeurs ou petits mammifères. Les milieux présents sur le site d'étude lui sont favorables pour la nidification qui est arboricole. Le Faucon crécerelle peut d'ailleurs récupérer les nids de certains corvidés.

- Considérant qu'il utilise le site comme lieu de nidification et d'hivernage, son enjeu écologique sur le site d'étude est similaire à son enjeu régional, et est évalué à **modéré**.

La cartographie suivante présente l'habitat de nidification du Faucon crécerelle sur le site. La surface de nidification cumulée de cette espèce sur le site est **de 10,7 ha**.



Carte 66 - Habitats de nidification du Faucon crécerelle

- **La Fauvette mélanocéphale *(Curruca melanocephala)***



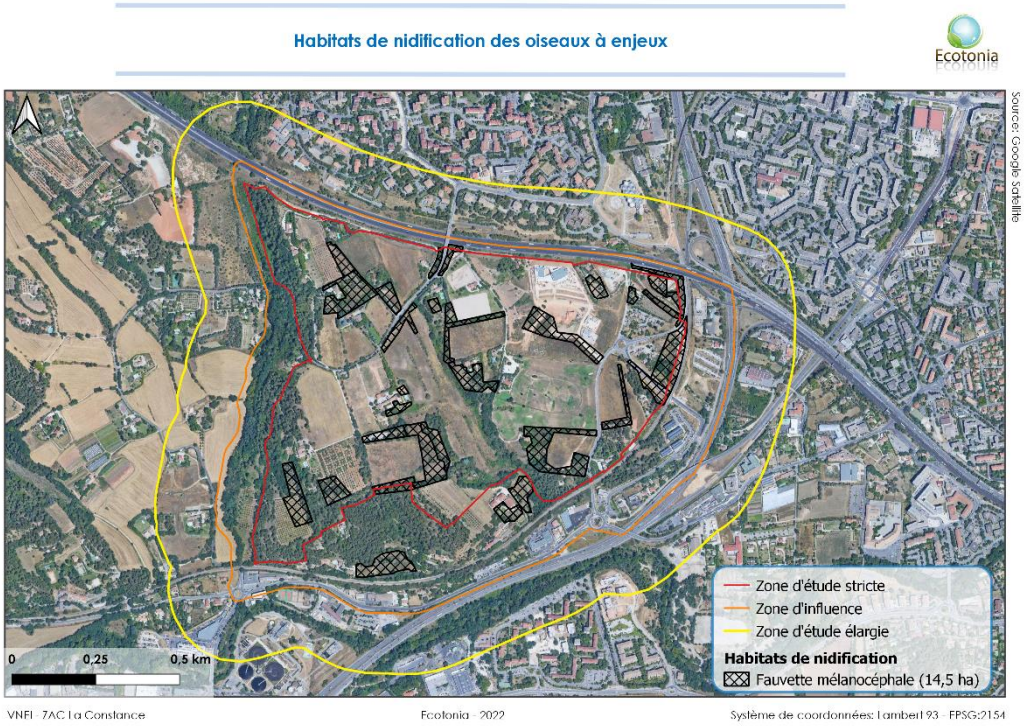
Cette espèce affectionne les garrigues et les friches. Elle se retrouve également dans les zones cultivées (vignes, plantation d'oliviers…), les sous-bois des boisements, les haies et les jardins. Elle construit son nid à 30-60 cm du sol, dans des petits arbres, des buissons, de la végétation ou encore une touffe d'herbe. Elle est généralement sédentaire dans la région PACA.

- **Plusieurs individus** ont été observés sur la zone d'étude lors des trois périodes d'inventaires. Cette espèce affectionne les habitats arbustifs présents sur le site, comme les haies bocagères ou les boisements clairs, notamment proches des milieux plus anthropisés. Elle construit son nid dans des strates très basses (arbustes et buissons).

Fauvette mélanocéphale (Source INPN © F. JIGUET)

- Considérant que l'espèce utilise le site comme lieu de nidification et d'hivernage, son enjeu écologique sur le site d'étude est similaire à son enjeu régional, et est évalué à **modéré**.

La cartographie suivante présente l'habitat de nidification de la Fauvette mélanocéphale sur le site. La surface de nidification cumulée de cette espèce sur le site est **de 14,5 ha**.



Carte 67- Habitats de nidification de la Fauvette mélanocéphale

- ***Le Grand Cormoran (Phalacrocorax carbo)***

Le Grand Cormoran est une espèce inféodée aux milieux aquatiques de tout genre : eaux libres, eaux douces, eaux littorales, etc. de faible profondeur. Elle a besoin de reposoirs et des dortoirs où les individus dorment de manière collective. Pour se reproduire, l'espèce a besoin d'un îlot pour éviter le dérangement humain et la prédation et de superficie importante afin de permettre d'avoir des emplacements de nids différents d'une année à l'autre. L'espèce est migratrice, migratrice partielle ou sédentaire selon les populations et les régions.



Grand Cormoran
(Source: © B. VOLLOT)

- **Un seul individu** a été observé, en vol au-dessus de l'aire d'étude. En effet, les habitats présents sur le site ne correspondent pas à son écologie. Cet individu était donc uniquement de **passage** sur le site.

- Considérant qu'il est uniquement de passage sur le site, son enjeu écologique sur le site d'étude n'est pas similaire à son enjeu régional, et est évalué à **négligeable**.

- **La Grue cendrée *(Grus grus)***

Espèce migratrice, elle est présente en région PACA pour l'hivernage. Une partie des individus arrive par le couloir rhodanien. Elle hiverne dans des champs près de marais ou de lacs. Lors de la période de reproduction, elle se trouve dans des frontières, des landes humides, des marais ou des forêts marécageuses. L'espèce est omnivore et se nourrit plus de végétaux en hiver.



Grue cendrée
(Source INPN - C. Parissot)

- **Un nombre important d'individus** a été observé, en vol au-dessus de l'aire d'étude. En effet, les habitats présents sur le site ne correspondent pas à l'écologie de l'espèce, et ces individus ont été observés dans le cadre de leur migration en direction du Nord-Est. Ces individus étaient donc uniquement de **passage** sur le site.

- Considérant qu'elle est uniquement de passage sur le site, son enjeu écologique sur le site d'étude n'est pas similaire à son enjeu régional, et est évalué à **négligeable**.

- **L'Hirondelle de fenêtre *(Delichon urbica)***

Cette espèce rupestre adaptée aux bâtis se reproduit au mois de mai. La reproduction a lieu vers le mois de mai. Elle niche en colonies dans les villes et villages, mais aussi sur les parois rocheuses des régions inhabitées dans des endroits confinés avec un accès direct au milieu aérien. Le nid est réalisé avec de la boue. En dehors de la période de reproduction, les Hirondelles de fenêtre se rassemblent en dortoir dans les arbres. Elle chasse jusqu'à 50 m au-dessus des villes, des forêts et des plans d'eau.

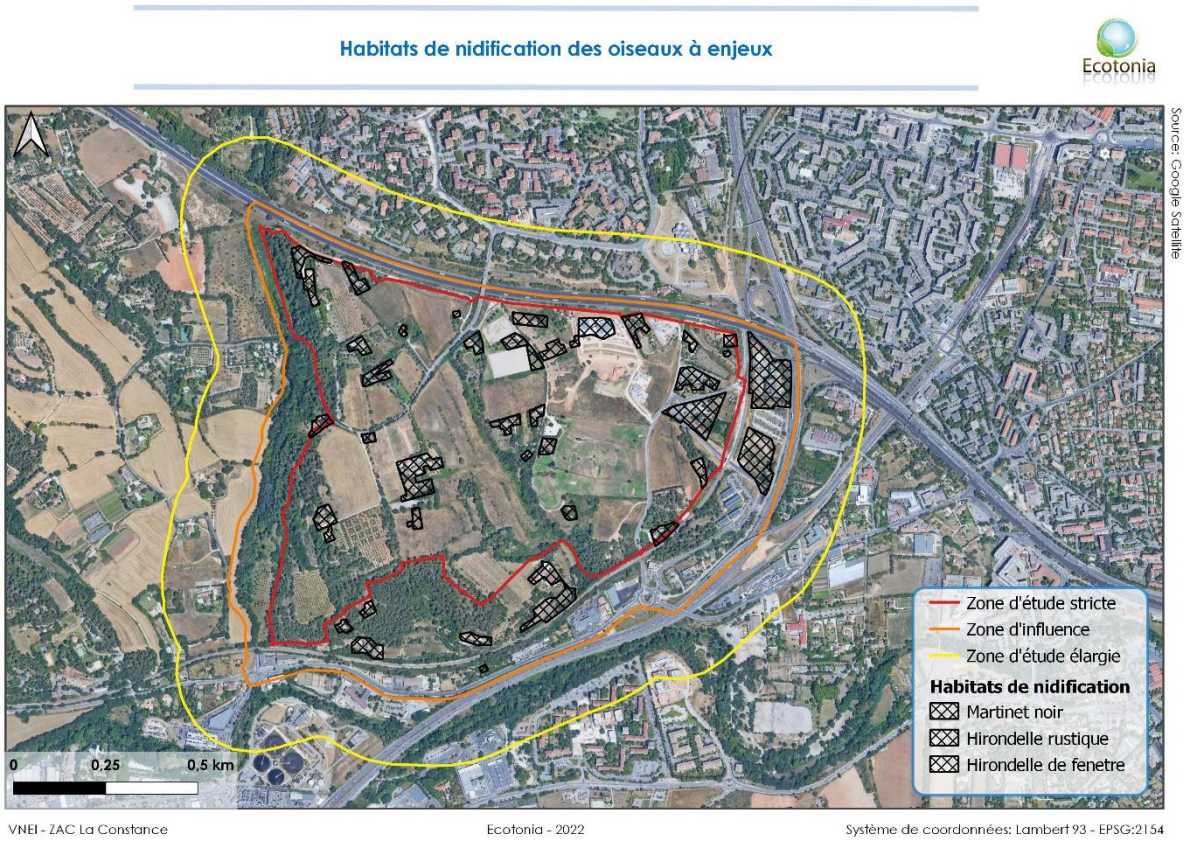


Hirondelle de fenêtre
(Source : © B. VOLLOT)

- **Deux individus** ont été observés sur la zone d'étude lors des prospections printanières. Cette espèce affectionne les bâtis (balcons, avant-toit ou rebords de fenêtres) pour y construire son nid. Ces habitats étant présents sur le site, elle les utilise donc pour y nicher.

- Considérant qu'elle utilise le site comme lieu de nidification, son enjeu écologique sur le site d'étude est similaire à son enjeu régional, et est évalué à **modéré**.

La cartographie suivante présente l'habitat de nidification de l'Hirondelle de fenêtre sur le site. La surface de nidification cumulée de cette espèce sur le site est **de 12 ha**.



Carte 68 - Habitats de nidification de l'Hirondelle de fenêtre, de l'Hirondelle rustique et du Martinet noir

- **L'Hirondelle rustique *(Hirundo rustica)***

En France, il est possible de l'observer en été, de mars à octobre généralement. Cette espèce affectionne les terres agricoles et les zones humides. Les plans d'eau jouent un rôle essentiel pour la chasse (insectes) et la nourriture lors des conditions climatiques difficiles. C'est une espèce anthropophile qui a besoin des constructions de l'homme pour se reproduire. Elles nichent dans les espaces confinés des granges, garages et parfois dans les toitures des maisons lorsque celles-ci sont accessibles en tout temps.



Hirondelle rustique
(Source : © B. VOLLOT)

- **Onze individus** ont été observés sur la zone d'étude lors des prospections printanières. Cette espèce affectionne les milieux dégagés tels que les espaces agricoles, les bâtis et espaces abrités faciles d'accès comme lieu de reproduction. Ces habitats étant présents sur le site (surface de **12 ha**), elle les utilise donc pour y nicher (cf. Carte 68).

- Considérant qu'elle utilise le site comme lieu de nidification, son enjeu écologique sur le site d'étude est similaire à son enjeu régional, et est évalué à **modéré**.

- **Le Martinet noir *(Apus apus)***

Le Martinet noir est une espèce migratrice nichant sur des bâtiments, des falaises ou grottes. La nidification est cavernicole et rupestre. Mais, il niche aussi jusqu'au cœur des villes sous les toits des vieux édifices ou dans des anfractuosités de diverses structures comme les bâtiments industriels. Il chasse les insectes en vol, souvent en compagnie d'hirondelles. Incapable de se poser au sol, cette espèce vole presque constamment, s'accouplant même en vol.



Martinet noir
(Source : INPN - F.Jiguet)

- **Plusieurs individus** ont été observés sur la zone d'étude lors des prospections printanières. Cette espèce rupestre affectionne les milieux de telles que les grottes ou les falaises pour nicher. Désormais adaptée aux constructions humaines, elle est coutumière des bâtis. Ces habitats étant présents sur le site (surface de **12 ha**), elle les utilise donc pour y nicher (cf. Carte 68).

- Considérant qu'il utilise le site comme lieu de nidification, son enjeu écologique sur le site d'étude est similaire à son enjeu régional, et est évalué à **modéré**.

- **Le Pipit farlouse *(Anthus pratensis)***

Le Pipit farlouse est une espèce hivernante stricte dans la région PACA. Il se rencontre dans les zones humides : zones marécageuses, marais, prés humides. Il peut cependant être observé dans les friches, terrains cultivés, talus herbeux où il y trouve sa nourriture composée de petits invertébrés. L'espèce fait son nid sous une touffe de bruyère, de joncs ou de graminées



Pipit farlouse (Source : C. GAILLARDIN)

- **Plusieurs individus ont** été observés sur la zone d'étude lors des prospections hivernales et seulement trois individus lors des prospections d'avril. Les habitats présents lui sont favorables pour hiverner et s'y alimenter.

- Considérant que l'espèce utilise le site comme lieu d'hivernation uniquement, son enjeu écologique sur le site d'étude est différent de son enjeu régional, c'est-à-dire **faible**.

- **Le Rollier d'Europe *(Coracias garrulus)***

Espèce migratrice, elle quitte notre région en septembre et revient sur les sites de nidification de mi-avril à mi-mai. Il fréquente les milieux ouverts à semi-ouverts riches en insectes de grosse taille (coléoptères, orthoptères) dont il se nourrit. Il affectionne particulièrement les zones agricoles cultivées ou pâturées et les friches. L'oiseau niche dans une cavité d'arbre (naturelle ou ancien nid de pic), située en hauteur. L'espèce est essentiellement observée le long des ripisylves, dans les bosquets de peupliers blancs ou les allées de platanes.

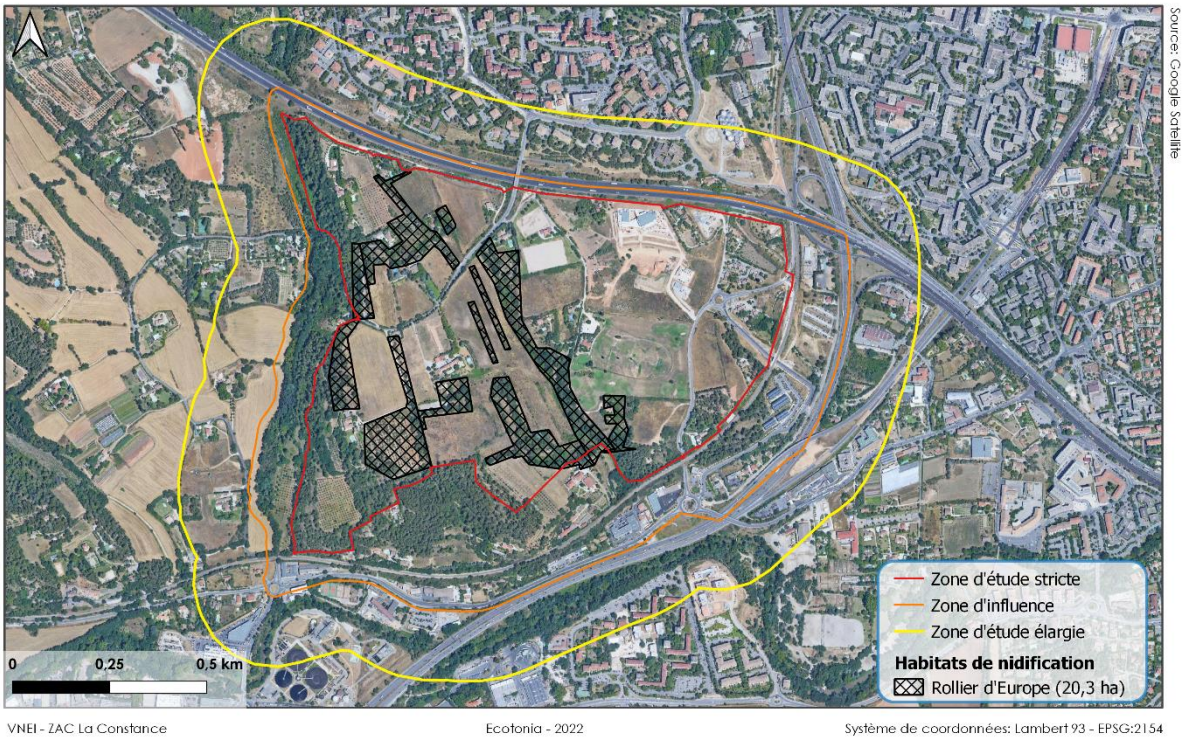


Rollier d'Europe (Source : © B. VOLLOT)

- **Deux individus** ont été observés sur la zone d'étude en juin uniquement. L'espèce niche dans des arbres présentant des cavités et se nourrit principalement de gros insectes, dans des milieux ouverts et semi-ouverts qui sont présents sur le site.

- Considérant qu'il utilise le site comme lieu de nidification et d'alimentation, son enjeu écologique sur le site d'étude est similaire à son enjeu régional, et est évalué à **modéré**.

La cartographie suivante présente l'habitat de nidification du Rollier d'Europe sur le site. La surface de nidification cumulée de cette espèce sur le site est **de 20,3 ha**.



Carte 69 - Habitats de nidification du Rollier d'Europe

- **Le Serin cini *(Serinus serinus)***



Serin cini (Source : © F. PATOUILLARD)

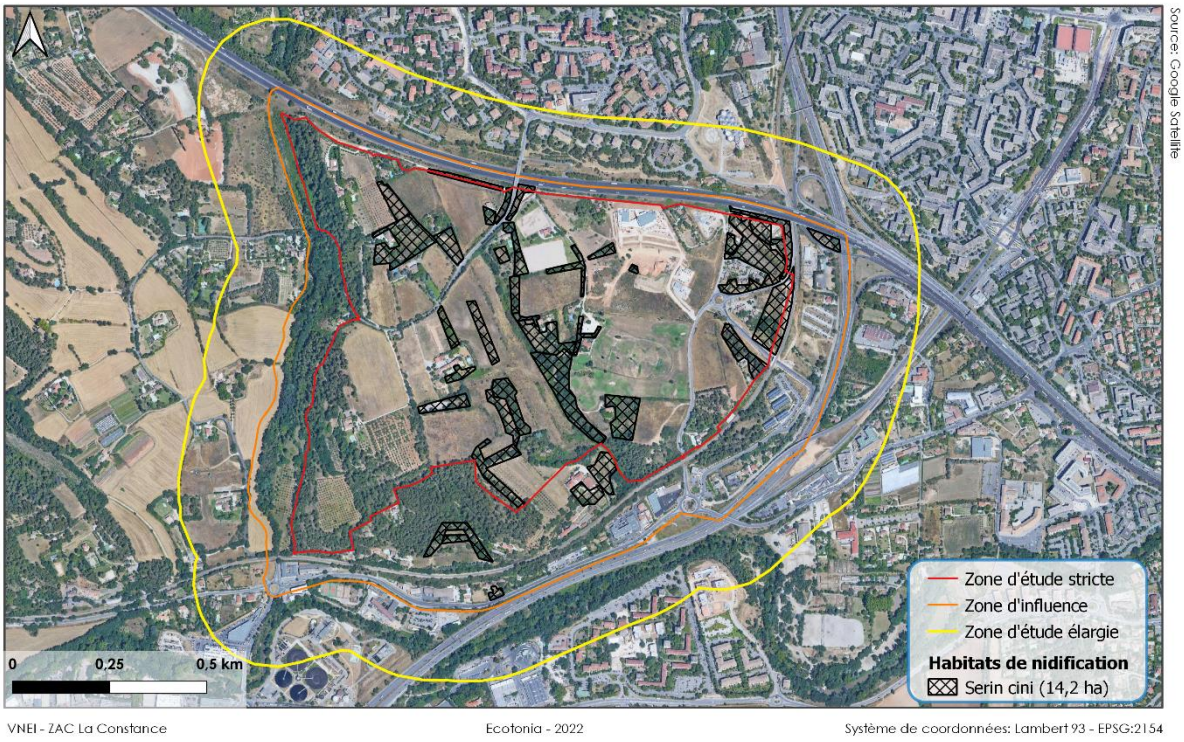
Cette espèce anthropophile se retrouve dans les parcs et jardins, zones cultivées ouvertes, vergers, plantations. Elle fait son nid dans des arbres, préférentiellement des conifères, ou des buissons à 3-6 m de hauteur. C'est une espèce granivore qui forme des rassemblements en hiver.

C'est un migrateur partiel (hiverne dans le sud de l'Europe) et un nicheur sédentaire.

- **Plusieurs individus** ont été observés sur la zone d'étude au cours des trois périodes d'inventaires. L'espèce utilise les milieux semi-ouverts du site présentant des arbres ou des arbustes au feuillage dense pour y construire son nid. Les milieux plus ouverts et herbacés lui sont également favorables pour son alimentation. Il est d'ailleurs observé au sein de milieux urbains.

- Considérant qu'il utilise le site comme lieu de nidification et d'hivernage, son enjeu écologique sur le site d'étude est similaire à son enjeu régional, et est évalué à **modéré**.

La cartographie suivante présente l'habitat de nidification du Serin cini sur le site. La surface de nidification cumulée de cette espèce sur le site est **de 14,2 ha**.



Carte 70 - Habitats de nidification du Serin cini

- **Le Tarier pâtre *(Saxicola rubicola)***

En PACA, il est sédentaire et présent sur l'ensemble des départements. Les individus s'installent dès le début du printemps sur leurs sites de nidification dans les landes, friches, jeunes boisements et cultures. Ces milieux doivent être composés de végétation basse pour nicher, de perchoirs pour la chasse et de postes de guet. Le Tarier pâtre est fidèle à son territoire de reproduction d'une année sur l'autre. La dispersion post-nuptiale a lieu dès la fin juillet. Il consomme généralement des insectes tels que des papillons, des chenilles, des fourmis. Le nid est réalisé à même le sol ou sur de la végétation épaisse.

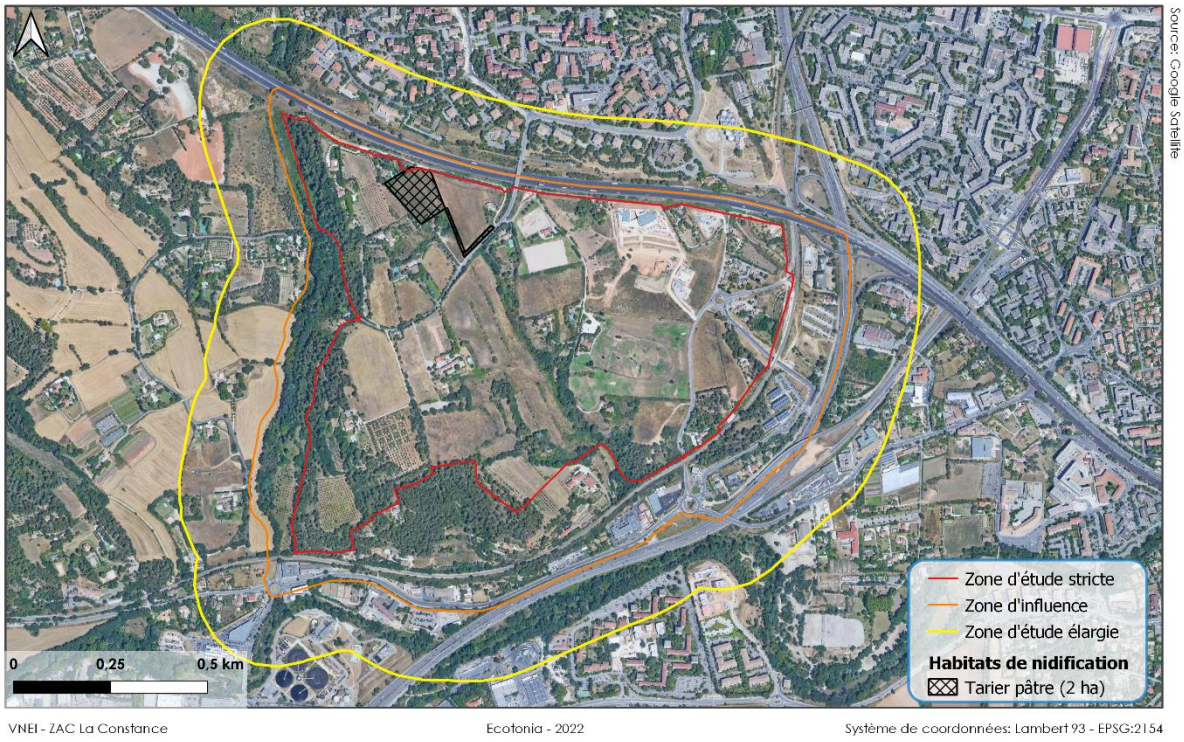


Tarier pâtre
(Source : INPN - © F. JIGUET)

- **Cinq individus** ont été observés sur la zone d'étude à la période hivernale et peu au début du printemps. Cette espèce territoriale se reproduit tôt et affectionne les milieux bas. En effet, elle niche au sein de touffes d'herbes ou sous de petits buissons. Ces habitats sont présents sur le site d'étude donc lui sont favorables.

- Considérant qu'il utilise le site comme lieu de nidification et d'hivernage, son enjeu écologique sur le site d'étude est similaire à son enjeu régional, et est évalué à **modéré**.

La cartographie suivante présente l'habitat de nidification du Tarier pâtre sur le site. La surface de nidification cumulée de cette espèce sur le site est **de 2 ha**.



Carte 71 - Habitats de nidification du Tarier pâtre

- **La Tourterelle des bois *(Streptopelia turtur)***

La Tourterelle des bois est un oiseau des paysages ouverts parsemés d'arbres, de buissons, de haies et de bosquets. Elle se retrouve souvent dans les fourrés bordant les terres cultivées, où elle cherche l'essentiel de sa nourriture, essentiellement composée de graines. Le nid, installé à 1 ou 2 mètres du sol dans un arbuste ou un petit arbre, est une fragile plate-forme de brindilles.

Elle passe l'hiver en Afrique et se retrouve en France d'avril à septembre, au moment de la reproduction.

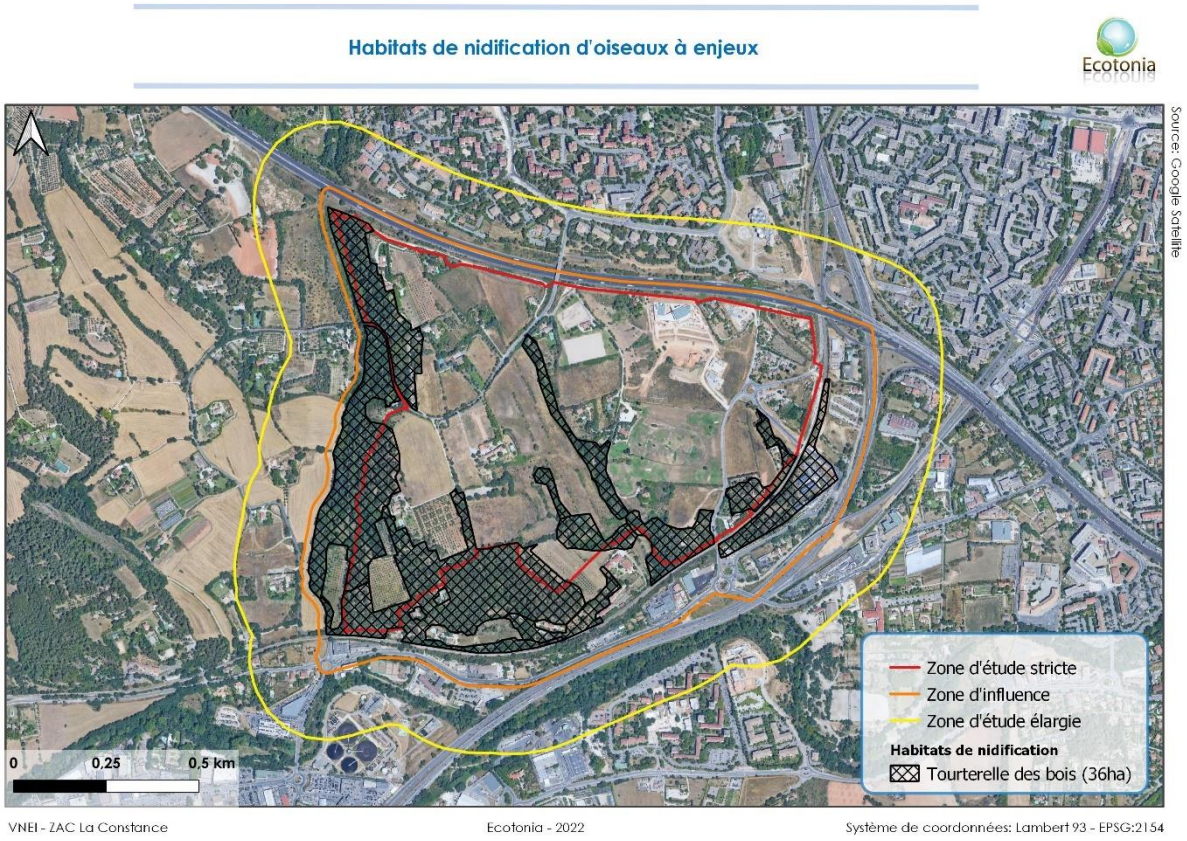


Tourterelle des bois
(Source : © B. VOLLOT)

- **Un individu** mâle en parade a été contacté sur le site d'étude. L'espèce utilise les milieux fermés du site tels que les boisements et les haies bocagères comme lieu de nidification.

- Considérant qu'elle utilise le site comme zone de nidification, son enjeu écologique sur le site d'étude est similaire à son enjeu régional, et est évalué à **fort.**

La cartographie suivante présente l'habitat de nidification de la Tourterelle des bois sur le site. La surface de nidification cumulée de cette espèce sur le site est **de 36 ha**.



Carte 72 – Habitats de nidification de la Tourterelle des bois.

6.8.6.5 Espèces à faible enjeu régional de conservation

Quatorze espèces, recensées lors des prospections de terrain, présentent un enjeu faible de conservation. Les statuts de conservation de ces espèces contactées uniquement en 2022 sont détaillés dans le tableau suivant.

Tableau 65 -Tableau synthétique des espèces d'oiseaux à faible enjeu régional de conservation sur le site

Nom scientifique	Nom vernaculaire	Protections (BE, BO, PN)	D.O.	LR Nationale Nich.	LR Nationale Hiv.	LR Nationale Pass.	LR Régionale Nich.	Statut ZNIEFF
Alauda arvensis	**Alouette des champs**	BEIII - chassable	Ann. II/2	NT	LC	NA d	LC	-
Accipiter gentilis	**Autour des palombes**	BEIII - BOII - PN3 - PN6	Ann. I	LC	NA c	NA d	LC	RQ
Pernis apivorus	**Bondrée apivore**	BEIII - BOII - PN3	Ann. I	LC	-	LC	LC	RQ
Buteo buteo	**Buse variable**	BEIII - BOII - PN3	-	LC	NA c	NA c	LC	-
Strix aluco	**Chouette hulotte**	BEII - PN3	-	LC	NA c	-	LC	-

Accipiter nisus	**Épervier d'Europe**	BEIII - BOII - PN3 - PN6	-	LC	NA c	NA d	LC	-
Ardea cinerea	**Héron cendré**	BEIII - PN3	-	LC	NA c	NA d	LC	-
Bubulcus ibis	**Héron garde-bœufs**	BEIII - PN3	-	LC	NA c	-	LC	-
Upupa epops	**Huppe fasciée**	BEIII - PN3	-	LC	NA d	-	LC	RQ
Milvus migrans	**Milan noir**	BEIII - BOII - PN3	Ann. I	LC	-	NA d	LC	-
Otus scops	**Petit-Duc Scops**	BEII - PN3	-	LC	-	-	LC	RQ
Phylloscopus collybita	**Pouillot véloce**	BEII - PN3	-	LC	NA d	NA c	NT	-
Luscinia megarhynchos	**Rossignol philomèle**	BEII - BOII - PN3	-	LC	-	NA c	NT	-
Spinus spinus	**Tarin des aulnes**	BEII - PN3	-	LC	NA d	NA d	DD	RQ

Sources :

1. Protections :
BE (Convention de Berne) : Convention relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel d'Europe (Convention de Berne) – 19.09.1979 – Conseil de l'Europe – Document officiel
BO (Convention de Bonn) : Convention sur la conservation des espèces migratrices appartenant à la faune sauvage (CMS – Convention de Bonn) – 23 juin 1979 – Document officiel
PN (Protection Nationale) : Arrêté du 29 octobre 2009 fixant la liste des oiseaux protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection – République Française – 05.12.2009 – Document officiel
Arrêté du 26 juin 1987 fixant la liste des espèces de gibier dons la chasse est autorisée – République Française – 26.09.2018 - Document officiel
2. D.O. (Directive Oiseaux) :
Directive 2009/147/CE (Directive européenne dite Directive Oiseaux) du 21 mai 1992 concernant la conservation des oiseaux sauvages (version codifiée) – Parlement Européen et Conseil – 30.11.2009 – Document officiel
3. Listes Rouges :
LR Nationale : Liste rouge des espèces menacées en France - Chapitre Oiseaux de France métropolitaine - UICN France, LPO, SEOF, ONCFS & MNHN – 2016
LR Régionale : Liste rouge régionale des oiseaux nicheurs, de passage et hivernants de Provence-Alpes-Côte d'Azur – CEN PACA & LPO - 2020
4. Statut ZNIEFF :
Liste des espèces de faune déterminantes en région PACA – MNHN, DREAL PACA & CEN PACA – 29/11/2017
Liste des espèces de faune remarquables en région PACA – MNHN, DREAL PACA & CEN PACA – 29/11/2017

Catégories UICN pour la Liste Rouge

EX	Espèce éteinte au niveau mondial	NT	Quasi-menacée
EW	Espèce éteinte à l'état sauvage	LC	Préoccupation mineure
RE	Espèce disparue au niveau régional	DD	Données insuffisantes pour évaluation
CR	En danger critique	NA	Non applicable (espèce non soumise à évaluation)
EN	En danger	NE	Non évaluée
VU	Vulnérable		

- **L'Alouette des champs *(Alauda arvensis)***

Deux individus ont été observés lors des inventaires de printemps. Considérant qu'elle utilise l'aire d'étude uniquement comme lieu d'hivernage et pour son alimentation, **son enjeu écologique sur le site d'étude n'est pas similaire à son enjeu régional, et est évalué à très faible.**

- **L'Autour des palombes *(Accipiter gentilis)***

Un individu femelle a été observée durant la saison de reproduction dans un habitat favorable à la nidification. L'espèce utilise les milieux fermés du site pour nicher et les milieux ouverts pour chasser d'autres oiseaux. **Son enjeu écologique sur le site d'étude est similaire à son enjeu régional, et est évalué à faible.**

- **La Bondrée apivore *(Pernis apivorus)***

Un individu a été observé. Ce rapace migrateur commence à arriver en France fin avril, mais le pic de migration se situe mi-mai. Cette espèce s'alimente principalement sur le site lors de la période de migration. **Son enjeu écologique sur le site d'étude n'est pas similaire à son enjeu régional, et est évalué à très faible.**

- **La Buse variable *(Buteo buteo)***

Deux individus ont été observés sur le site. Cette espèce apprécie l'alternance de milieux ouverts et fermés présente sur le site, où elle trouve respectueusement son alimentation et des supports pour construire son nid. **Étant nicheuse, son enjeu écologique sur le site d'étude est similaire à son enjeu régional, et est évalué à faible.**

- **La Chouette hulotte *(Strix aluco)***

Un mâle chanteur a été entendu lors des prospections. Cette espèce inféodée aux milieux arborés ouverts et semi-ouverts, est cavernicole (niche dans une cavité). Elle s'alimente principalement de micromammifères, mais peut aussi chasser des oiseaux et des invertébrés. **Étant nicheuse son enjeu écologique sur le site d'étude est similaire à son enjeu régional, et est évalué à faible.**

- **L'Épervier d'Europe *(Accipiter nisus)***

Deux individus ont été observés sur le site. L'espèce utilise les milieux fermés du site pour nicher et les milieux ouverts pour chasser d'autres oiseaux. Considérant qu'elle utilise l'aire d'étude comme lieu de nidification, **son enjeu écologique sur le site d'étude est similaire à son enjeu régional, et est évalué à faible.**

- **Le Héron cendré *(Ardea cinerea)***

Un individu a été observé sur le site. Il niche en colonie dans des héronnières et chasse dans diverses zones humides. Considérant qu'il utilise l'aire d'étude uniquement comme lieu d'alimentation, **son enjeu écologique sur le site d'étude n'est pas similaire à son enjeu régional, et est évalué à très faible.**

- **Le Héron garde-bœuf *(Bubulcus ibis)***

Deux individus ont été observés survolant le site. L'espèce a quitté son dortoir et a survolé le site pour aller rejoindre sa zone d'alimentation. Ayant été observée uniquement en survol, **son enjeu écologique sur le site d'étude n'est pas similaire à son enjeu régional et est évalué à négligeable.**

- **La Huppe fasciée *(Upupa epops)***

Deux individus ont été vus sur le site, transportant de la nourriture. Le site présente les caractéristiques nécessaires à la nidification de cette espèce : milieux ouverts à semi-ouverts, sol meuble et quelques cavités dans des arbres. Considérant qu'elle utilise l'aire d'étude

comme lieu de nidification, **son enjeu écologique sur le site d'étude est similaire à son enjeu régional, et est évalué à faible.**

- **Le Milan noir *(Milvus migrans)***

Un individu a été observé en survol. Rapace migrateur, il fréquente une large gamme d'habitats, allant des plaines à la moyenne montagne. Considérant qu'elle utilise l'aire d'étude uniquement comme halte migratoire, **son enjeu écologique sur le site d'étude n'est pas similaire à son enjeu régional, et est évalué à négligeable.**

- **Le Petit-duc scops *(Otus scops)***

Un individu mâle chanteur a été entendu sur le site. Migrateur, il passe la bonne saison dans des parcs, des jardins, des bocages ou dans des boisements ouverts de feuillus. Considérant qu'il utilise l'aire d'étude comme lieu de nidification, **son enjeu écologique sur le site d'étude est similaire à son enjeu régional, et est évalué à faible.**

- **Le Pouillot véloce *(Phylloscopus collybita)***

Un individu a été observé sur le site. Principalement forestier, il apprécie aussi les parcs, jardins et bocages qui contiennent des feuillus. Considérant qu'elle utilise l'aire d'étude comme lieu de nidification, **son enjeu écologique sur le site d'étude est similaire à son enjeu régional, et est évalué à faible.**

- **Le Rossignol philomèle *(Luscinia megarhynchos)***

Plusieurs individus ont été observés sur le site. Réputé pour son chant, qu'il exprime à toute heure, il fréquente différents types de milieux : parcs, jardins, ripisylves ou encore les milieux semi-ouverts buissonnants. Considérant qu'il utilise l'aire d'étude comme lieu de nidification, **son enjeu écologique sur le site d'étude est similaire à son enjeu régional, et est évalué à faible.**

- **Le Tarin des aulnes *(Spinus spinus)***

Un individu a été entendu sur le site. Le Tarin des aulnes se reproduit en France dans des forêts d'altitude de conifères. À l'automne, les individus descendent des montagnes et peuvent hiverner dans plusieurs types de milieux, préférant surtout les habitats avec des boulots ou des aulnes, dont il mange les graines. Considérant qu'elle utilise l'aire d'étude uniquement comme lieu d'hivernage, **son enjeu écologique sur le site d'étude n'est pas similaire à son enjeu régional, et est évalué à très faible.**

6.8.6.6 Espèces à enjeu régional de conservation très faible et négligeable

Vingt-huit espèces recensées lors des prospections de terrain présentent un **enjeu très faible** de conservation. **Sept espèces** présentent un **enjeu négligeable** de conservation. Leur statut de conservation est détaillé dans le tableau suivant.

Tableau 66 - Espèces d'oiseaux à enjeu très faible et négligeable de conservation observées sur l'aire d'étude

Nom scientifique	Nom vernaculaire	Protections (BE, BO, PN, PR$_{PACA}$)	Dir.Oiseaux	LR France Nicheurs	LR France Hivernants	LR France Passages	LR Reg. Nicheurs PACA	Statut ZNIEFF Reg. PACA
Prunella modularis	**Accenteur mouchet**	BEII - PN3	-	LC	NA c	-	LC	-
Motacilla alba	**Bergeronnette grise**	BEII - PN3	-	LC	NA d	-	LC	-
Emberiza cirlus	**Bruant zizi**	BEII - PN3	-	LC	-	NA d	LC	-
Anas platyrhynchos	**Canard colvert**	BEIII - BOII - chassable	Ann. II/1 et III/1	LC	LC	NA d	LC	-
Coloeus monedula	**Choucas des Tours**	PN3	Ann. II/2	LC	NA d	-	LC	-
Sturnus vulgaris	**Etourneau sansonnet**	-	Ann. II/2	LC	LC	NA c	LC	-
Phasianus colchicus	**Faisan de Colchide**	BEIII	Ann. II/1 et III/1	LC	-	-	LC	-
Sylvia atricapilla	**Fauvette à tête noire**	BEII - PN3	-	LC	NA c	NA c	LC	-
Garrulus glandarius	**Geai des chênes**	-	Ann. II/2	LC	NA d	-	LC	-
Larus michahellis	**Goéland leucophée**	BEIII - PN3	-	LC	NA d	NA d	LC	-
Certhia brachydactyla	**Grimpereau des jardins**	BEIII - PN3	-	LC	-	-	LC	-
Turdus philomelos	**Grive musicienne**	BEIII - PN3 - chassable	Ann. II/2	LC	NA d	NA d	LC	-
Oriolus oriolus	**Loriot d'Europe**	BEII - PN3	-	LC	-	NA c	LC	-
Turdus merula	**Merle noir**	BEIII - PN3 - chassable	Ann. II/2	LC	NA d	NA d	LC	-
Aegithalos caudatus	**Mésange à longue queue**	BEIII - PN3	-	LC	-	NA b	LC	-
Cyanistes caeruleus	**Mésange bleue**	BEII - PN3	-	LC	-	NA b	LC	-
Parus major	**Mésange charbonnière**	BEII - PN3	-	LC	NA b	NA d	LC	-
Lophophanes cristatus	**Mésange huppée**	BEII - PN3	-	LC	-	-	LC	-
Passer domesticus	**Moineau domestique**	PN3	-	LC	-	NA b	LC	-
Alectoris rufa	**Perdrix rouge**	-	-	-	-	-	-	-

Dendrocopos major	**Pic épeiche**	BEII - PN3	-	LC	NA d	-	LC	-
Picus viridis	**Pic vert**	BEII - PN3	-	LC	-	-	LC	-
Pica pica	**Pie bavarde**	-	Ann. II/2	LC	-	-	LC	-
Columba livia domesfica	**Pigeon biset domestique**	-	-	LC	-	-	LC	-
Columba palumbus	**Pigeon ramier**	Chassable	Ann. II/1 et III/1	LC	LC	NA d	LC	-
Fringilla coelebs	**Pinson des arbres**	BEIII - PN3	-	LC	NA d	NA d	LC	-
Regulus ignicapilla	**Roitelet à triple bandeau**	BEII - PN3	-	LC	NA d	NA d	LC	-
Erithacus rubecula	**Rougegorge familier**	BEII - BOII - PN3	-	LC	NA d	NA d	LC	-
Phoenicurus phoenicurus	**Rougequeue à front blanc**	BEII - PN3	-	LC	-	NA d	LC	-
Phoenicurus ochruros	**Rougequeue noir**	BEII - PN3	-	LC	NA d	NA d	LC	-
Sitta europaea	**Sittelle torchepot**	BEII - PN3	-	LC	-	-	LC	-
Streptopelia decaocto	**Tourterelle turque**	BEIII - PN3 - chassable	Ann. II/2	LC	-	NA d	LC	-
Troglodytes troglodytes	**Troglodyte mignon**	BEII - PN3	-	LC	NA d	-	LC	-

Sources :

1. Protections :

BE (Convention de Berne) : Convention relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel d'Europe (Convention de Berne) – 19.09.1979 – Conseil de l'Europe – Document officiel

BO (Convention de Bonn) : Convention sur la conservation des espèces migratrices appartenant à la faune sauvage (CMS – Convention de Bonn) – 23 juin 1979 – Document officiel

PN (Protection Nationale) : Arrêté du 29 octobre 2009 fixant la liste des oiseaux protégées sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection – République Française – 05.12.2009 – Document officiel

Arrêté du 26 juin 1987 fixant la liste des espèces de gibier dons la chasse est autorisée – République Française – 26.09.2018 - Document officiel

2. D.O. (Directive Oiseaux) :

Directive 2009/147/CE (Directive européenne dite Directive Oiseaux) du 21 mai 1992 concernant la conservation des oiseaux sauvages (version codifiée) – Parlement Européen et Conseil – 30.11.2009 – Document officiel

3. Listes Rouges :

LR Nationale : Liste rouge des espèces menacées en France - Chapitre Oiseaux de France métropolitaine - UICN France, LPO, SEOF, ONCFS & MNHN – 2016

LR Régionale : Liste rouge régionale des oiseaux nicheurs de Provence-Alpes-Côte d'Azur – CEN PACA & LPO - 2016

4. Statut ZNIEFF :

Liste des espèces de faune déterminantes en région PACA – MNHN, DREAL PACA & CEN PACA – 29/11/2017

Liste des espèces de faune remarquables en région PACA – MNHN, DREAL PACA & CEN PACA – 29/11/2017

Catégories UICN pour la Liste Rouge

EX	Espèce éteinte au niveau mondial	NT	Quasi-menacée
EW	Espèce éteinte à l'état sauvage	LC	Préoccupation mineure
RE	Espèce disparue	DD	Données insuffisantes pour évaluation
CR	En danger critique	NA	Non applicable (espèce non soumise à évaluation)
EN	En danger	NE	Non évaluée
VU	Vulnérable		

- **Toutes ces espèces sont nicheuses, seul le Goéland leucophée a été observé en survol et est donc de passage.**

6.8.7 Synthèse des enjeux pour l'avifaune

76 espèces d'oiseaux à enjeu de conservation ont été identifiées sur le site entre 2018 et 2022.

Le tableau suivant reprend ainsi les enjeux des espèces identifiées et considérées comme présentes :

Tableau 67 : Tableau synthétique des enjeux d'avifaune sur l'aire d'étude (2018-2022)

Nom scientifique	Nom vernaculaire	Espèce protégée	Enjeu régional	Enjeu sur site	Utilisation du site	Année de recensement
Circus aeruginosus	**Busard des roseaux**	OUI	TRÈS FORT	NÉGLIGEABLE	**Survol**	**2022**
Emberiza schoeniclus	**Bruant des roseaux**	OUI	TRÈS FORT	MODÉRÉ	**Halte migratoire**	**2018**
Streptopelia turtur	**Tourterelle des bois**	OUI	FORT	FORT	**Nidification**	**2022**
Chloris chloris	**Verdier d'Europe**	OUI	FORT	FORT	**Nidification/ Hivernage**	**2018,2021, 2022**
Linaria cannabina	**Linotte mélodieuse**	OUI	FORT	MODÉRÉ	**Chasse / Hivernage**	**2018,2021, 2022**
Cisticola juncidis	**Cisticole des joncs**	OUI	MODÉRÉ	MODÉRÉ	**Nidification**	**2021**
Carduelis carduelis	**Chardonneret élégant**	OUI	MODÉRÉ	MODÉRÉ	**Nidification/ Hivernage**	**2018,2021, 2022**
Athene noctua	**Chevêche d'Athéna**	OUI	MODÉRÉ	MODÉRÉ	**Nidification/ Hivernage**	**2018 et 2022**
Corvus corone	**Corneille noire**	NON	MODÉRÉ	MODÉRÉ	**Nidification/ Hivernage**	**2018,2021, 2022**
Falco tinnunculus	**Faucon crécerelle**	OUI	MODÉRÉ	MODÉRÉ	**Nidification/ Hivernage**	**2021 et 2022**
Curruca melanocephala	**Fauvette mélanocéphale**	OUI	MODÉRÉ	MODÉRÉ	**Nidification/ Hivernage**	**2018,2021, 2022**
Delichon urbicum	**Hirondelle de fenêtre**	OUI	MODÉRÉ	MODÉRÉ	**Nidification**	**2022**
Apus apus	**Martinet noir**	OUI	MODÉRÉ	MODÉRÉ	**Nidification**	**2022**
Hirundo rustica	**Hirondelle rustique**	OUI	MODÉRÉ	MODÉRÉ	**Nidification**	**2021 et 2022**
Coracias garrulus	**Rollier d'Europe**	OUI	MODÉRÉ	MODÉRÉ	**Nidification**	**2022**
Serinus serinus	**Serin cini**	OUI	MODÉRÉ	MODÉRÉ	**Nidification/ Hivernage**	**2018,2021, 2022**
Saxicola rubicola	**Tarier pâtre**	OUI	MODÉRÉ	MODÉRÉ	**Nidification/ Hivernage**	**2018 et 2022**
Dryobates minor	**Pic épeichette**	OUI	MODÉRÉ	MODÉRÉ	**Nidification/ Hivernage**	**2021**
Lullula arborea	**Alouette lulu**	OUI	MODÉRÉ	FAIBLE	**Alimentation**	**2021**
Circaetus gallicus	**Circaète Jean-le-Blanc**	OUI	MODÉRÉ	FAIBLE	**Alimentation**	**2021**
Anthus pratensis	**Pipit farlouse**	OUI	MODÉRÉ	FAIBLE	**Hivernage**	**2018,2021, 2022**
Cettia cetti	**Bouscarle de Cetti**	OUI	MODÉRÉ	FAIBLE	**Hivernage**	**2018 et 2022**
Emberiza calandra	**Bruant proyer**	OUI	MODÉRÉ	FAIBLE	**Hivernage**	**2022**

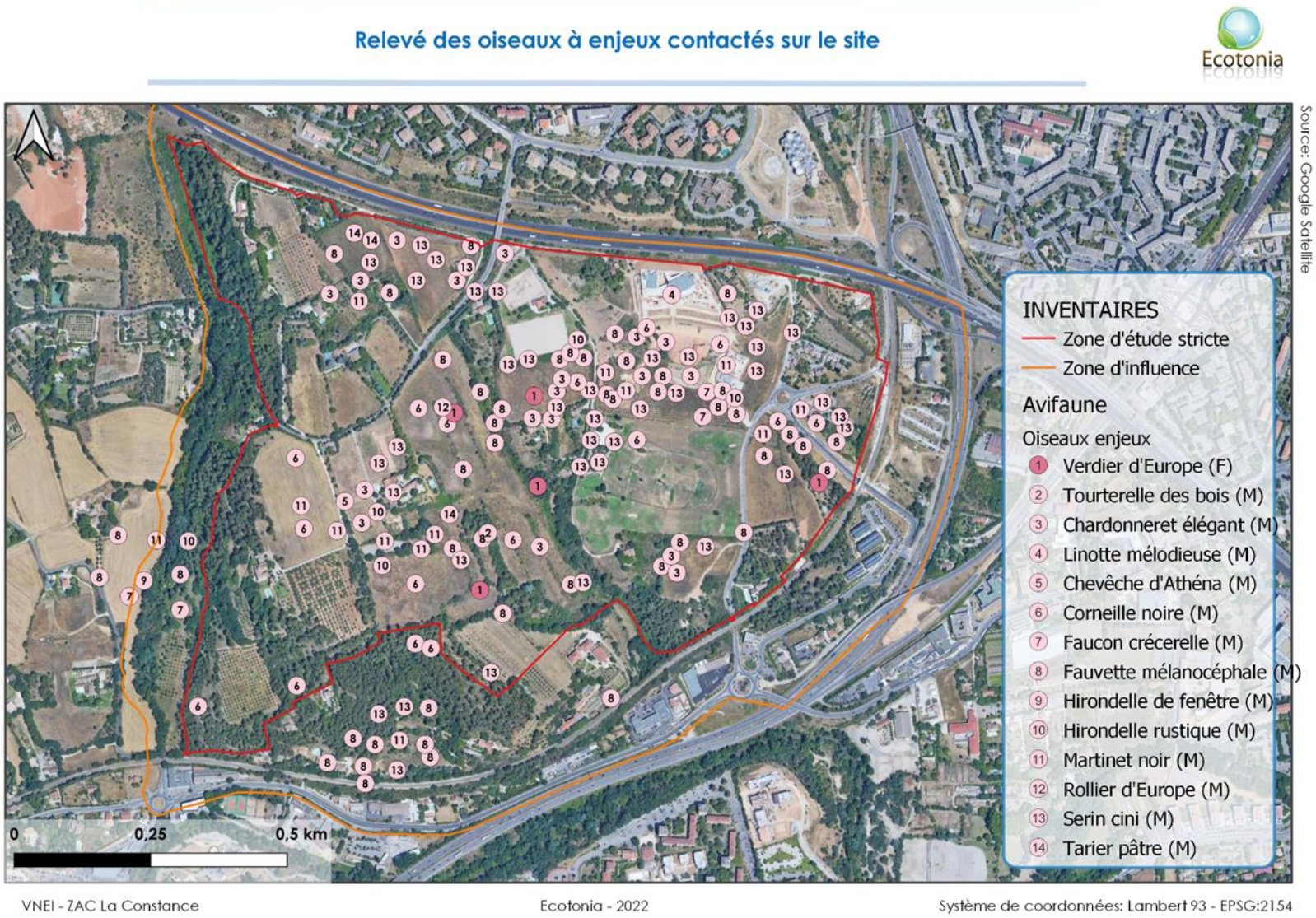
Phalacrocorax carbo	**Grand Cormoran**	OUI	**MODÉRÉ**	**NÉGLIGEABLE**	**Survol**	**2022**
Grus grus	**Grue cendrée**	OUI	**MODÉRÉ**	**NÉGLIGEABLE**	**Survol**	**2022**
Accipiter gentilis	**Autour des palombes**	OUI	**FAIBLE**	**FAIBLE**	**Nidification/ Hivernage**	**2022**
Otus scops	**Petit-Duc Scops**	OUI	**FAIBLE**	**FAIBLE**	**Nidification**	**2022**
Phylloscopus collybita	**Pouillot véloce**	OUI	**FAIBLE**	**FAIBLE**	**Nidification/ Hivernage**	**2018,2021, 2022**
Luscinia megarhynchos	**Rossignol philomèle**	OUI	**FAIBLE**	**FAIBLE**	**Nidification**	**2021 et 2022**
Buteo buteo	**Buse variable**	OUI	**FAIBLE**	**FAIBLE**	**Nidification/ Hivernage**	**2018,2021, 2022**
Strix aluco	**Chouette hulotte**	OUI	**FAIBLE**	**FAIBLE**	**Nidification/ Hivernage**	**2021 et 2022**
Accipiter nisus	**Épervier d'Europe**	OUI	**FAIBLE**	**FAIBLE**	**Nidification/ Hivernage**	**2022**
Bubo bubo	**Grand-duc d'Europe**	OUI	**FAIBLE**	**FAIBLE**	**Nidification/ Alimentation**	**2018**
Upupa epops	**Huppe fasciée**	OUI	**FAIBLE**	**FAIBLE**	**Nidification**	**2022**
Spinus spinus	**Tarin des aulnes**	OUI	**FAIBLE**	**TRES FAIBLE**	**Hivernage**	**2022**
Alauda arvensis	**Alouette des champs**	NON	**FAIBLE**	**TRES FAIBLE**	**Hivernage**	**2021 et 2022**
Ardea cinerea	**Héron cendré**	OUI	**FAIBLE**	**TRES FAIBLE**	**Alimentation**	**2022**
Pernis apivorus	**Bondrée apivore**	OUI	**FAIBLE**	**NÉGLIGEABLE**	**Survol**	**2022**
Bubulcus ibis	**Héron garde-bœufs**	OUI	**FAIBLE**	**NÉGLIGEABLE**	**Survol**	**2022**
Milvus migrans	**Milan noir**	OUI	**FAIBLE**	**NÉGLIGEABLE**	**Survol**	**2021 et 2022**
29 espèces		-	**TRES FAIBLE**			**-**
7 espèces		-	**NÉGLIGEABLE**			**-**

- **Les enjeux sur l'avifaune sont évalués à forts sur la zone d'étude.**

La majorité des espèces à enjeu de conservation régional **modéré** peuvent y accomplir l'entièreté de leur cycle de vie. Les espèces à enjeu **fort** peuvent se rencontrer en période d'hivernation ou les milieux ouverts à semi-ouverts sont particulièrement favorables aux espèces granivores, insectivores ou carnivores. Les autres espèces dont des espèces à enjeu **très fort** ont été observées en survol ou utilisent le site uniquement pour s'alimenter lors de haltes migratoires.

6.8.8 Cartographie des enjeux sur l'avifaune en 2022

Les **espèces d'oiseaux à enjeux** contactées sur l'aire d'étude sont localisées dans la carte suivante



Carte 73 - Cartographie des espèces d'oiseaux à enjeux de conservation sur le site d'étude (source Ecotonia)

6.9 Mammifères terrestres

6.9.1 Bibliographie

Une ZSC et une ZNIEFF de type II nous renseignent de la présence de 3 espèces de mammifères terrestres patrimoniales à moins de 20 km de l'aire d'étude. Le tableau suivant présente ces espèces :

Tableau 68 : Données bibliographiques concernant les Mammifères terrestres issues de l'INPN

Sites	Distance à l'aire d'étude	Connectivités avec l'aire d'étude	Espèces patrimoniales
ZSC FR9301605 « Montagne Sainte Victoire »	5,3 km	Aucune connectivité (forte urbanisation)	- *Canis lupus*
ZNIEFF II 930020220 « Massif de Concors »	7,6 km		- *Canis lupus* - *Castor fiber* - *Genetta genetta*

Les bases de données SILENE et Faune PACA viennent compléter les données issues de l'INPN :

Tableau 69 : Données biliographiques concernant les Mammifères terrestres issues de SILENE et Faune PACA

Communes	Distance moyenne commune/aire d'étude	Espèces protégées (dernière année d'obs.)
Aix-en-Provence	Inclus	- *Erinaceus europaeus (2018)* - *Sciurus vulgaris (2017)* - *Arvicola sapidus* - *Neomys fodiens* - *Canis lupus* - *Lutra lutra*

Potentialités de présence

Lors de l'étude bibliographique de ce groupe taxonomique, la totalité des ZNIEFF type I et II et des Zones Spéciales de Conservation (ZSC) se trouvant dans un rayon de 20 à 25 km à l'aire d'étude sont prises en compte. Elles se caractérisent par des habitats ouverts de pelouses, éboulis et landes, mais également des milieux arborés. Ces secteurs confèrent à la faune et la flore un intérêt naturaliste majeur, parcourant trois étages de végétation qui se succèdent du thermoméditerranéen au supraméditerranéen.

- **Ces entités naturelles sont reliées à l'aire d'étude à la fois par des corridors de milieux ouverts et de végétation qui permettent aux mammifères de se déplacer**. Mais également par la physionomie de l'aire d'étude, tant par sa typologie que par sa végétation, présente une véritable liaison écologique avec les richesses de ces milieux naturels spécifiques.

Il nous a semblé nécessaire malgré tout de vérifier l'écologie de chacune des espèces de mammifères patrimoniaux listées pour la comparer aux potentialités présentes ou non sur l'aire d'étude.

Les zonages analysés sont les suivants : Plateau de l'Arbois ZPS FR9312009 ; Montagne Sainte-Victoire ZPS FR9310067 ; Garrigues de Lançon et chaînes alentour ZPS FR9310069 ; Plateau d'Arbois-

chaîne de Vitrolles – Plaine des Milles ZNIEFF 930012444 ; Plateau des quatre termes – Gorges de la Touloubre – La Barben ZNIEFF 930012449. Ceux-ci sont couplés aux données communales SILENE, INPN et Faune PACA.

Parmi les espèces patrimoniales ayant un enjeu, présentes dans la bibliographie, les potentialités de présence ainsi que celles de l'utilisation du site sont les suivantes :

Nom vernaculaire	*Nom scientifique*	Habitat et Utilisation potentielle du site
Crocidure des jardins	*Crocidura suaveolens*	Habitat très varié, terres cultivées, jardins, friches, bois clairs, oliveraies, maquis. **Gîte, reproduction, hivernage alimentation.**
Lérot	*Eliomys quercinus*	Essentiellement saxicole, fréquente néanmoins tous types de milieux disposant d'un couvert ligneux et d'un nombre d'abris suffisant. Il est aussi très lié aux habitations. **Gîte, reproduction, hibernation alimentation.**
Hérisson d'Europe	*Erinaceus europaeus*	Ubiquiste : **Gîte, reproduction, hibernation alimentation.**
Écureuil roux	*Sciurus vulgaris*	Arboricole : **Gîte, reproduction, hivernation alimentation**.

6.9.2 Résultats de l'expertise de 2013 (ENDEMYS)

Cinq espèces de Mammifères ont été observées dont le **Lapin de garenne** (*Oryctolagus cuniculus*) et le **Renard roux** (*Vulpes vulpes*).

Du point de vue des potentialités pour ce groupe, le site est assez enclavé dans l'urbanisation aixoise (pourtour bordé d'autoroutes et d'une urbanisation dense). Ci-dessous la liste des espèces de Mammifères hors Chiroptères présents et potentiels sur le site d'étude :

Tableau 70 : Mammifères hors chiroptères potentiels au niveau du site d'étude en 2013

Présence certaine	Présence potentielle	*Nom scientifique*	Nom vernaculaire	Protections	Dir. HFF	LR France
	X	*Mustela nivalis*	Belette d'Europe	BEIII – chassable	-	LC
	X	*Meles meles*	Blaireau européen	BEIII - chassable	-	LC
	X	*Microtus duodecimcostatus*	Campagnol provençal	-	-	LC
	X	*Crocidura suaveolens*	Crocidure des jardins	BEII, BEIII	-	NT
	X	*Crocidura russula*	Crocidure musette	BEIII	-	LC
	X	*Sciurus vulgaris*	Écureuil roux	BEIII – PN2	-	LC
	X	*Martes foina*	Fouine	BEIII – chassable	-	LC
	X	*Erinaceus europaeus*	Hérisson d'Europe	BEIII – PN2	-	LC
X		*Oryctolagus cuniculus*	Lapin de garenne	Chassable	-	NT
	X	*Apodemus sylvaticus*	Mulot sylvestre	-	-	LC
	X	*Mustela putorius*	Putois d'Europe	BEIII – chassable	Ann. V	NT
X		*Rattus rattus*	Rat noir	-	-	LC
X		*Rattus norvegicus*	Rat surmulot	-	-	NA a
X		*Vulpes vulpes*	Renard roux	Chassable	-	LC
X		*Sus scrofa*	Sanglier	Chassable	-	LC
	X	*Talpa europea*	Taupe d'Europe	-	-	LC

Sources :
1. Protections :
BE (Convention de Berne) : Convention relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel d'Europe (Convention de Berne) – 19.09.1979 – Conseil de l'Europe – Document officiel
PN (Protection Nationale) : Arrêté du 23 avril 2007 fixant la liste des mammifères terrestres protégée sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection – République Française – 26.09.2018 – Document officiel
Arrêté du 26 juin 1987 fixant la liste des espèces de gibier dons la chasse est autorisée – République Française – 26.09.2018 - Document officiel
2. Dir. HFF :
Directive 92/43/CEE (Directive européenne dite Directive Habitats-Faune-Flore) du 21 mai 1992 concernant la conservation des habitats naturels ainsi que de la faune et de la faune sauvage – Commission Européenne – 01.01.2007 – Document officiel
3. Listes Rouges :
LR Nationale : Liste rouge des espèces menacées en France - Chapitre Mammifères de France métropolitaine - UICN France, SFEPM, ONCFS & MNHN – 2017

Catégories UICN pour la Liste Rouge

EX	Espèce éteinte au niveau mondial	NT	Quasi-menacée
EW	Espèce éteinte à l'état sauvage	LC	Préoccupation mineure
RE	Espèce disparue	DD	Données insuffisantes pour évaluation
CR	En danger critique	NA	Non applicable (espèce non soumise à évaluation)
EN	En danger	NE	Non évaluée
VU	Vulnérable		

6.9.3 Résultats de l'expertise de 2018 (Ecotonia)

Cinq espèces de Mammifères terrestres ont été observées sur le site d'étude lors des inventaires réalisés en 2018 et 2019, soit directement, soit par leurs traces (empreintes, excréments…) :

- Le **Lapin de Garenne** *(Oryctolagus cuniculus)*
- Le **Sanglier** *(Sus scrofa)*
- Le **Chevreuil européen** *(Capreolus capreolus)*
- Le **Renard roux** *(Vulpes vulpes)*
- Une musaraigne indéterminée pressentie **Crocidure musette** (*Crocidura russula*)

6.9.3.1 Espèces à enjeu de conservation

Deux espèces à enjeu de conservation ont été contactées sur l'aire d'étude lors des inventaires de 2018/2019.

- Le **Lapin de Garenne** *(Oryctolagus cuniculus)*

L'espèce fréquente principalement les milieux ouverts à semi-ouverts naturels, agricoles voir artificialisés suffisamment meubles pour pouvoir y creuser des terriers.

- La **Crocidure musette** (*Crocidura russula*)

La Crocidure musette est anthropophile, on la rencontre partout et surtout dans les jardins et près des habitations, fermes et hameaux. Toutefois, elle fréquente plutôt les milieux semi-ouverts à tendance sèche (haies, friches, prairies avec buissons, milieux rocheux et murets de pierres sèches) et affectionne plus particulièrement les terrains secs pourvus d'une litière ou *a minima* d'un couvert végétal d'herbacées. Son caractère anthropophile apparaît dès que les conditions de vie deviennent défavorables.

Quatre espèces à enjeu de conservation sont également retenues potentielles.

- La **Crocidure des jardins** (*Crocidura suaveolens)*

Espèce jumelle, mais plus petite que *Crocidura russula*. Elle occupe des habitats très variés, aussi bien des milieux ouverts que des milieux forestiers, terres cultivées, jardins, bois clairs, bords de plages et de dunes littorales, oliveraies, vignobles en terrasses... Elle peut également être capturée en bordure de ruisseaux, mares, étangs. En effet, elle semble être plus abondante dans les secteurs les plus humides ainsi que dans les secteurs les plus forestiers.

- Le **Lérot** (*Eliomys quercinus*)

L'espèce est ubiquiste. Elle est capable de vivre dans une grande diversité d'habitats naturels ou artificiels. Il vit aussi bien en bord de mer que dans les forêts d'altitude. On peut ainsi le trouver dans les garrigues, les boisements de feuillus ou de conifères, les substrats rocheux… Il fréquente également les jardins, les vergers et les maisons, abandonnées ou occupées.

- Le **Hérisson d'Europe** (*Erinaceus europaeus*)

On trouvera le hérisson partout où il peut trouver gîte et nourriture. On le rencontrera ainsi en lisière de forêt, dans les prés bordés de haie (paysage de bocage) ou dans les parcs et jardins. Dans nos jardins on le dénichera plutôt sur le tas de compost où il trouvera les insectes nécessaires à son alimentation. Ses sites d'hibernation favoris se situent généralement sous un tas de bois, un tas de feuille, sous un arbuste ou tout autre endroit à l'abri du froid et du vent.

- L'**Écureuil roux** (*Sciurus vulgaris*)

Strictement forestier et arboricole, l'Écureuil roux est présent dans les boisements composés de feuillus, mélèze, pins, sapins... dans le bocage, les parcs et jardins. Il fréquente essentiellement la frondaison des arbres, mais est également observé au sol pour la recherche de nourriture.

Tableau 71 : Statut des espèces de mammifères terrestres à enjeu de conservation présentes sur le site d'étude en 2018-2019.

Nom scientifique	Nom vernaculaire	Protections	Dir. HFF	LR France	LR PACA	Statut ZNIEFF
Oryctolagus cuniculus	**Lapin de Garenne**	Chassable	-	NT	-	-
Crocidura russula	**Crocidure musette**	BEIII	-	LC	-	-
**Crocidura suaveolens*	***Crocidure des jardins**	BEII - BEIII	-	NT	-	-
**Eliomys quercinus*	***Lérot**	BEIII	-	LC	-	-
**Erinaceus europaeus*	***Hérisson d'Europe**	BEIII - PN2	-	LC	-	-
**Sciurus vulgaris*	***Écureuil roux**	BEIII - PN2	-	LC	-	-

Sources :
1. Protections :
BE (Convention de Berne) : Convention relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel d'Europe (Convention de Berne) – 19.09.1979 – Conseil de l'Europe – Document officiel
PN (Protection Nationale) : Arrêté du 23 avril 2007 fixant la liste des mammifères terrestres protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection – République Française – 26.09.2018 – Document officiel
Arrêté du 26 juin 1987 fixant la liste des espèces de gibier dons la chasse est autorisée – République Française – 26.09.2018 - Document officiel
2. Dir. HFF :
Directive 92/43/CEE (Directive européenne dite Directive Habitats-Faune-Flore) du 21 mai 1992 concernant la conservation des habitats naturels ainsi que de la faune et de la faune sauvage – Commission Européenne – 01.01.2007 – Document officiel
3. Listes Rouges :
LR Nationale : Liste rouge des espèces menacées en France - Chapitre Mammifères de France métropolitaine - UICN France, SFEPM, ONCFS & MNHN – 2017
4. Statut ZNIEFF :
Liste des espèces de faune déterminantes en région PACA – MNHN, DREAL PACA & CEN PACA – 29/11/2017
Liste des espèces de faune remarquables en région PACA – MNHN, DREAL PACA & CEN PACA – 29/11/2017

Catégories UICN pour la Liste Rouge			
EX	Espèce éteinte au niveau mondial	NT	Quasi-menacée
EW	Espèce éteinte à l'état sauvage	LC	Préoccupation mineure
RE	Espèce disparue	DD	Données insuffisantes pour évaluation
CR	En danger critique	NA	Non applicable (espèce non soumise à évaluation)
EN	En danger	NE	Non évaluée
VU	Vulnérable		

* Espèce non contactée, mais considérée comme présente sur le site du fait de son écologie

6.9.4 Synthèse des enjeux mammalogiques (hors chiroptères)

Cinq espèces de Mammifères terrestres ont été contactées sur le site d'étude au cours des différentes sessions d'inventaires.

Les espèces patrimoniales : Loup gris (*Canis lupus*), Castor d'Europe (*Castor fiber*) et Genette commune (*Genetta genetta*) sont considérés comme absentes. Les zonages dans lesquels elles sont présentes ne sont pas connectés au site d'étude. Également, les habitats présents ne leur sont pas favorables. La rivière de l'Arc, située à environ 200 m de l'aire d'étude stricte, ne présente pas un bon état écologique et des berges favorables à la présence du Campagnol amphibie (*Arvicola sapidus)* et de la Loutre d'Europe *(Lutra lutra)*.

Le tableau suivant reprend ainsi les enjeux des espèces identifiées et considérées comme présentes :

Tableau 72 : Tableau synthétique des enjeux mammalogiques (hors chiroptères) sur l'aire d'étude.

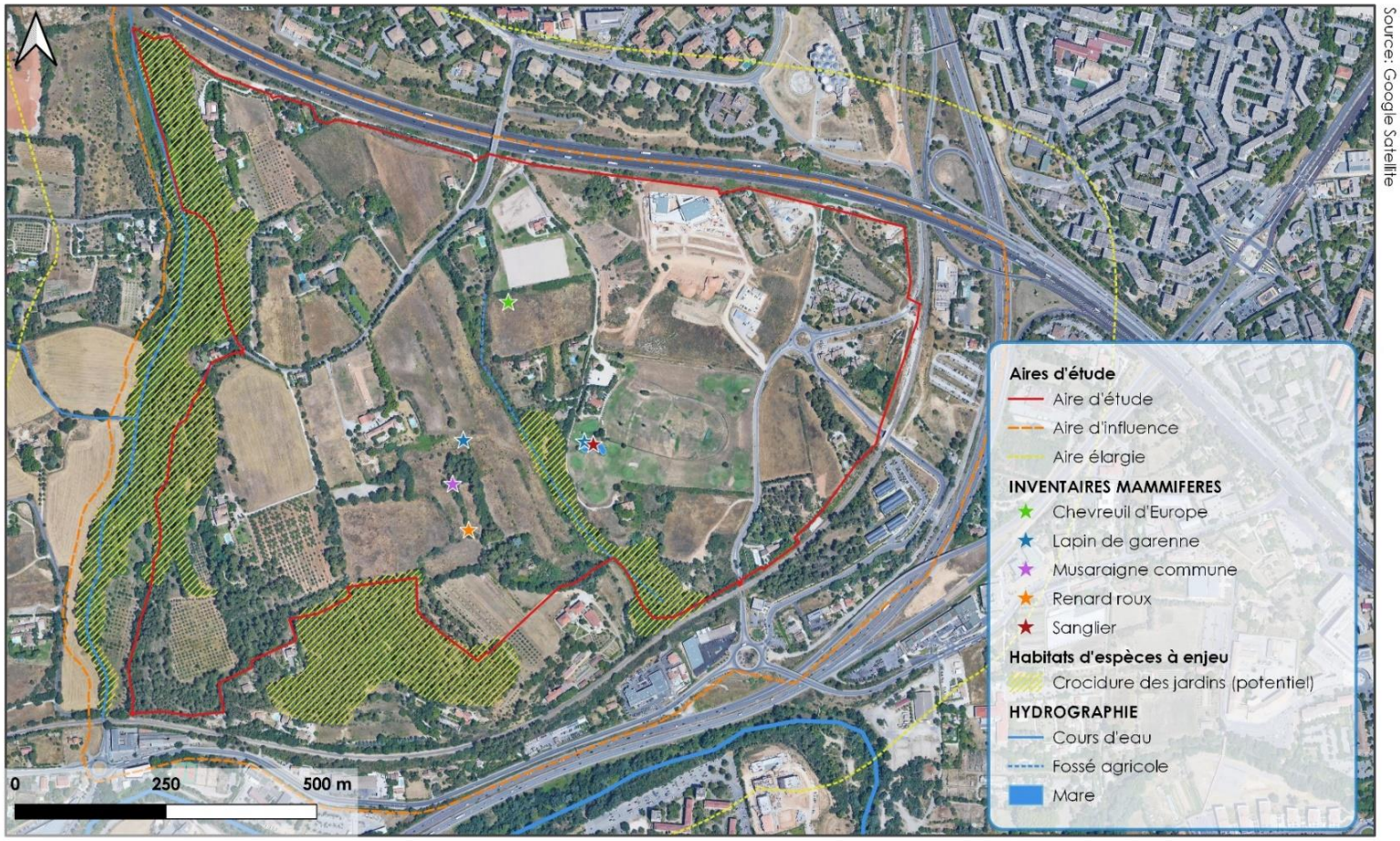
Nom scientifique	Nom vernaculaire	Espèce protégée	Enjeu
**Crocidura suaveolens*	***Crocidure des jardins**	Non	**MODERE**
Oryctolagus cuniculus	**Lapin de Garenne**	Non	**FAIBLE**
Crocidura russula	**Crocidure musette**	Non	**FAIBLE**
**Eliomys quercinus*	***Lérot**	Non	**FAIBLE**
**Erinaceus europaeus*	***Hérisson d'Europe**	Oui	**FAIBLE**
**Sciurus vulgaris*	***Écureuil roux**	Oui	**FAIBLE**
Sus scrofa	**Sanglier**	Non	**NEGLIGEABLE**
Capreolus capreolus	**Chevreuil européen**	Non	**NEGLIGEABLE**
Vulpes vulpes	**Renard roux**	Non	**NEGLIGEABLE**

* Espèce non contactée, mais considérée comme présente sur le site du fait de son écologie

La mosaïque de milieux qu'offre le site : milieux ouverts, boisements, haies bocagères sont favorables à la présence d'espèces de mammifères terrestres communes. Les corridors écologiques existants : ripisylve, lisières forestières sont favorables à leur déplacement au sein du site et partiellement vers d'autres aires, le site étant enclavé dans une matrice urbaine.

Ainsi, les enjeux concernant les mammifères terrestres de la zone d'étude et ses abords apparaissent globalement faibles. Ils peuvent varier jusqu'à « modérés » en lisière de forêts ou encore dans les fourrés.

6.9.5 Cartographie des enjeux mammalogiques en 2018/2019



Carte 74 - Localisation des enjeux mammalogiques du site d'étude en 2018 et 2019

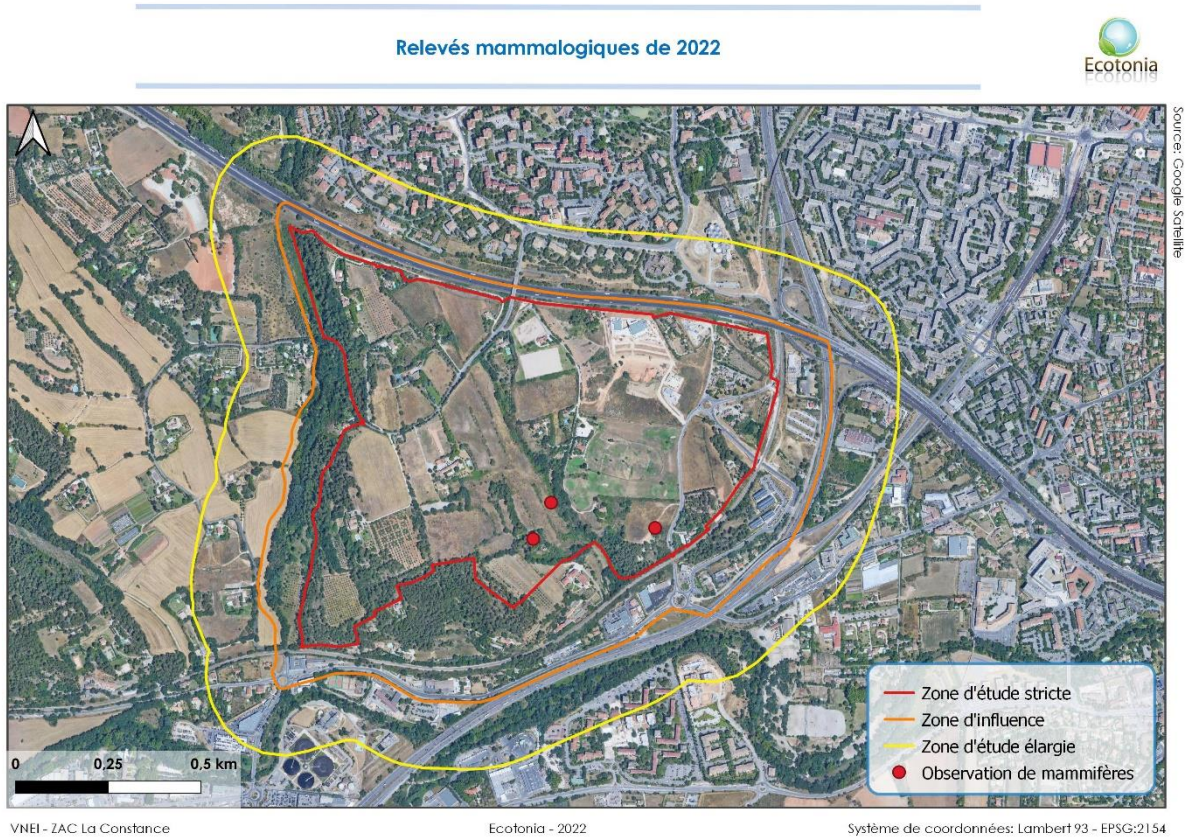
6.9.6 Résultats de l'expertise de 2022

6.9.6.1 Analyse de terrain

Pour rappel, **cinq espèces de mammifères terrestres** ont été observées sur le site d'étude lors des inventaires réalisés en 2018 et 2019, soit directement, soit par leurs traces (empreintes, excréments…) :

- Le **Lapin de Garenne** *(Oryctolagus cuniculus)*
- Le **Sanglier** *(Sus scrofa)*
- Le **Chevreuil européen** *(Capreolus capreolus)*
- Le **Renard roux** *(Vulpes vulpes)*
- Une musaraigne indéterminée pressentie **Crocidure musette** (*Crocidura russula*)

Lors de ces prospections effectuées en 2022, **trois espèces** ont été observées, sur le site d'étude, il s'agit de **l'Écureuil roux** considéré en 2018/2019 comme potentiel, du **Lapin de Garenne** et du **Sanglier**. Néanmoins, **le Hérisson d'Europe** est également considéré comme présent au vu des habitats.



Carte 75 - Cartographie des observations de mammifères sur le site d'étude (Ecotonia)

6.9.6.2 Habitats d'espèces

Les inventaires concernant les mammifères non-volants sont réalisés lors des prospections effectuées pour les autres groupes taxonomiques.

Milieux ouverts et semi-ouverts

Le site d'étude est composé de nombreux milieux ouverts et semi-ouverts, telles que des zones de cultures, zones en friche ou encore des prairies. Ces milieux sont particulièrement appréciés pas certains mammifères, comme le Lapin de Garenne. Ces milieux offrent à la fois une source d'abris et de nourriture aux espèces.



Photographie 50 – Milieux ouverts et semi-ouverts photographiés sur le site d'étude (Source – ECOTONIA)

Milieux forestiers et milieux à végétation dense

Des milieux à la végétation plus dense sont présents sur la parcelle étudiée. Ces zones de boisement et milieux forestiers sont favorables à la présence du Sanglier et de l'Écureuil roux. En effet, la présence de conifères, de pinède et d'espèces invertébrées associées est particulièrement appréciée par ce dernier.



Photographie 51 - Milieux forestiers photographiés sur le site d'étude (Source – ECOTONIA)

Lisières et paysage de bocage

Le site d'étude présente des milieux régulièrement fréquentés par des espèces de petits mammifères tel que le Hérisson d'Europe. Se nourrissant essentiellement de petits invertébrés, les lisières et paysages de bocage en grand nombre lui sont favorables.



Photographie 52 - Photographie 51 – Lisières photographiées sur le site d'étude (Source – ECOTONIA)

Parc, jardin et milieux urbanisés

La mosaïque d'habitats présente sur le site d'étude également des milieux plus anthropisés, tels que des habitations, des jardins et parcs au sein desquels il est également possible d'observer l'Écureuil roux, petit mammifère adapté à des milieux très variés.



Photographie 53 -Photographie 51 – Milieux urbanisés photographiés sur le site d'étude (Source – ECOTONIA)

6.9.6.3 Espèces à fort enjeu régional de conservation

Aucune espèce de mammifères présentant un enjeu de conservation **fort** n'a été contactée sur l'aire d'étude.

6.9.6.4 Espèces à enjeu régional de conservation modéré

Aucune espèce de mammifères présentant un enjeu de conservation **modéré** n'a été contactée sur l'aire d'étude.

6.9.6.5 Espèces à faible enjeu régional de conservation

Deux espèces de mammifères présentant un enjeu de conservation faible ont été contactées sur l'aire d'étude. **Une espèce** est considérée comme présente sur l'aire d'étude au vu des habitats présents et des données bibliographiques.

Tableau 73 - Tableau synthétique des espèces de mammifères (hors chiroptères) à faible enjeu régional de conservation sur le site

Nom scientifique	Nom vernaculaire	Protections (BE, PN)	Dir. HFF	LR Nationale	LR , Régionale	Statut ZNIEFF
Sciurus vulgaris	**Écureuil roux**	BEIII - PN2	-	LC	-	-
Oryctolagus cuniculus	**Lapin de Garenne**	Chassable	-	NT	-	-
Erinaceus europaeus	**Hérisson d'Europe***	BEIII - PN2	-	LC	-	-

Sources :

1. Protections :
BE (Convention de Berne) : Convention relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel d'Europe (Convention de Berne) – 19.09.1979 – Conseil de l'Europe – Document officiel
PN (Protection Nationale) : Arrêté du 23 avril 2007 fixant la liste des mammifères terrestres protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection – République Française – 26.09.2018 – Document officiel
Arrêté du 26 juin 1987 fixant la liste des espèces de gibier dons la chasse est autorisée – République Française – 26.09.2018 - Document officiel
2. Dir. HFF (Directive Habitats Faune Flore) **:**
Directive 92/43/CEE (Directive européenne dite Directive Habitats-Faune-Flore) du 21 mai 1992 concernant la conservation des habitats naturels ainsi que de la faune et de la faune sauvage – Commission Européenne – 01.01.2007 – Document officiel
3. Listes Rouges :
LR Nationale : Liste rouge des espèces menacées en France - Chapitre Mammifères de France métropolitaine - UICN France, SFEPM, ONCFS & MNHN – 2017
4. Statut ZNIEFF :
Liste des espèces de faune déterminantes en région PACA – MNHN, DREAL PACA & CEN PACA – 29/11/2017
Liste des espèces de faune remarquables en région PACA – MNHN, DREAL PACA & CEN PACA – 29/11/2017

Catégories UICN pour la Liste Rouge

EX	Espèce éteinte au niveau mondial	NT	Quasi-menacée
EW	Espèce éteinte à l'état sauvage	LC	Préoccupation mineure
RE	Espèce disparue au niveau régional	DD	Données insuffisantes pour évaluation
CR	En danger critique	NA	Non applicable (espèce non soumise à évaluation)
EN	En danger	NE	Non évaluée
VU	Vulnérable		

* Espèce non contactée, mais considérée comme présente sur le site après étude de son écologie

- **L'Écureuil roux *(Sciurus vulgaris)***

Strictement forestier et arboricole, l'Écureuil roux est présent dans les boisements composés de feuillus, mélèze, pins, sapins... dans le bocage, les parcs et jardins. Il fréquente essentiellement la frondaison des arbres, mais est également observé au sol pour la recherche de nourriture.



Écureuil roux
(Source : INPN – M. Bartoli)

- **Un individu a été contacté sur l'aire d'étude** lors des prospections printanières de 2022 au sein d'un espace boisé au sud du site d'étude.

- **L'enjeu sur site est évalué à faible** au vu de sa présence sur le site et de son statut au niveau régional PACA.

- **Le Lapin de Garenne (*Oryctolagus cuniculus*)**

Il affectionne les milieux avec des zones de couvert (ronces, haies, etc.) et d'alimentation (prairie, culture ...). Son activité est essentiellement crépusculaire et nocturne. C'est un herbivore opportuniste qui peut manger toute sorte de végétaux. Trois à cinq portées par an de trois à cinq lapereaux sont possibles.



- **Un individu a été contacté sur l'aire d'étude,** lors des prospections printanières de 2022. L'individu a été contacté au sud du golf, au sein d'un terrain en friche bordé par un espace boisé.

Lapin de Garenne
(Source : INPN - P. Gourdain)

- **L'enjeu sur site est évalué à faible** au vu de sa présence sur le site et de son statut au niveau régional PACA.

- **Hérisson d'Europe** (*Erinaceus europaeus*)

On trouvera le Hérisson partout où il peut trouver gîte et nourriture. On le rencontrera ainsi en lisière de forêt, dans les prés bordés de haie (paysage de bocage) ou dans les parcs et jardins. Dans nos jardins, on le dénichera plutôt sur le tas de compost où il trouvera les insectes nécessaires à son alimentation. Ses sites d'hibernation favoris se situent généralement sous un tas de bois, un tas de feuilles, sous un arbuste ou tout autre endroit à l'abri du froid et du vent. La saison du rut dure jusqu'au mois de septembre.



Hérisson d'Europe
(Source : Ecotonia)

- **Aucun individu n'a été contacté sur l'aire d'étude,** cependant les bases de données « Faune PACA » et SILENE nous permettent de dire que l'espèce est potentiellement présente sur le site au vu des milieux présents qui lui correspondent.

- **L'enjeu sur site est évalué à faible** au vu de sa potentielle présence sur le site et de son statut au niveau régional PACA.

6.9.6.6 Espèces à enjeu régional de conservation négligeable

Une espèce de mammifères présentant un enjeu de conservation négligeable a été contactée sur l'aire d'étude au mois d'aout 2022.

Tableau 74 : Tableau synthétique des espèces de mammifères (hors chiroptères) à enjeu régional de conservation négligeable sur le site

Nom scientifique	Nom vernaculaire	Protections (BE, PN)	Dir. HFF	LR Nationale	LR , Régionale	Statut ZNIEFF
Sus scrofa	**Sanglier**	Chassable	-	LC	-	-

Sources :

1. Protections :
BE (Convention de Berne) : Convention relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel d'Europe (Convention de Berne) – 19.09.1979 – Conseil de l'Europe – Document officiel
PN (Protection Nationale) : Arrêté du 23 avril 2007 fixant la liste des mammifères terrestres protégées sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection – République Française – 26.09.2018 – Document officiel
Arrêté du 26 juin 1987 fixant la liste des espèces de gibier dons la chasse est autorisée – République Française – 26.09.2018 - Document officiel
2. Dir. HFF (Directive Habitats Faune Flore) **:**
Directive 92/43/CEE (Directive européenne dite Directive Habitats-Faune-Flore) du 21 mai 1992 concernant la conservation des habitats naturels ainsi que de la faune et de la faune sauvage – Commission Européenne – 01.01.2007 – Document officiel
3. Listes Rouges :
LR Nationale : Liste rouge des espèces menacées en France - Chapitre Mammifères de France métropolitaine - UICN France, SFEPM, ONCFS & MNHN – 2017
4. Statut ZNIEFF :
Liste des espèces de faune déterminantes en région PACA – MNHN, DREAL PACA & CEN PACA – 29/11/2017
Liste des espèces de faune remarquables en région PACA – MNHN, DREAL PACA & CEN PACA – 29/11/2017

Catégories UICN pour la Liste Rouge

EX	Espèce éteinte au niveau mondial	NT	Quasi-menacée
EW	Espèce éteinte à l'état sauvage	LC	Préoccupation mineure
RE	Espèce disparue au niveau régional	DD	Données insuffisantes pour évaluation
CR	En danger critique	NA	Non applicable (espèce non soumise à évaluation)
EN	En danger	NE	Non évaluée

	VU	Vulnérable

6.9.7 Synthèse des enjeux concernant les mammifères (hors chiroptères) en 2022

Deux espèces à enjeu faible de conservation sont présentes et une autre est considérée comme présente sur le site d'étude, mais n'a pas été observée. Une espèce à enjeu de conservation négligeable a également été contactée.

Tableau 75 : Enjeu de conservation des mammifères (hors chiroptères) de l'aire d'étude (source Ecotonia)

Nom scientifique	Nom vernaculaire	Espèce protégée	Enjeu régional	Enjeu sur site	Utilisation du site
Sciurus vulgaris	**Écureuil roux**	BEIII - PN2	**FAIBLE**	**FAIBLE**	**Cycle de vie**
Oryctolagus cuniculus	**Lapin de garenne**	Chassable	**FAIBLE**	**FAIBLE**	**Cycle de vie**
Erinaceus europaeus	**Hérisson d'Europe***	BEIII - PN2	**FAIBLE**	**FAIBLE**	**Cycle de vie**
Sus scrofa	**Sanglier**	Chassable	**NÉGLIGEABLE**	**NÉGLIGEABLE**	**Cycle de vie**

* Espèce non contactée, mais considérée comme présente sur le site après étude de son écologie

- ***Les enjeux de conservation sur site concernant les mammifères (hors chiroptères) de l'aire d'étude sont évalués à faibles.***

6.9.8 Synthèse globale des espèces observées de 2018 à 2022

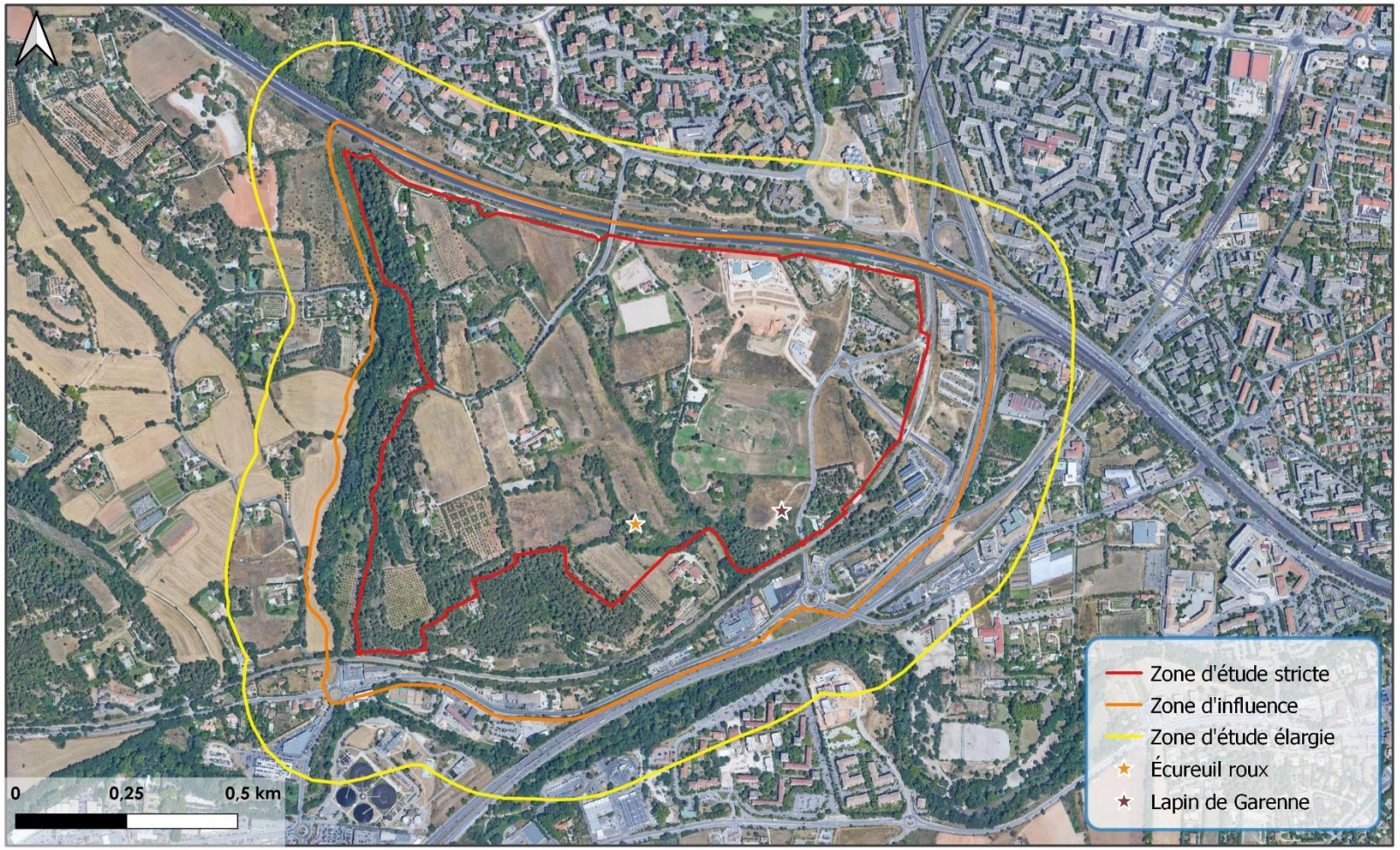
Le tableau suivant présente les différentes espèces observées au cours des différentes sessions d'inventaires ayant eu lieu de 2018 à 2022.

Nom scientifique	Nom vernaculaire	Espèce protégée	Enjeu sur site	Utilisation du site	Année de recensement
Crocidura suaveolens	**Crocidure des jardins***	NON	**MODERE**	**Cycle de vie**	**2018/2019**
Crocidura russula	**Crocidure musette**	Non	**FAIBLE**	**Cycle de vie**	**2018/2019**
Sciurus vulgaris	**Écureuil roux**	OUI	**FAIBLE**	**Cycle de vie**	**2022**
Oryctolagus cuniculus	**Lapin de garenne**	NON	**FAIBLE**	**Cycle de vie**	**2018/2019 et 2022**
Erinaceus europaeus	**Hérisson d'Europe***	OUI	**FAIBLE**	**Cycle de vie**	**2018/2019 et 2022**
Eliomys quercinus	**Lérot***	NON	**FAIBLE**	**Cycle de vie**	**2018/2019**

Capreolus capreolus	**Chevreuil européen**	NON	NÉGLIGEABLE	**Cycle de vie**	**2018/2019**
Vulpes vulpes	**Renard roux**	NON	NÉGLIGEABLE	**Cycle de vie**	**2018/2019**
Sus scrofa	**Sanglier**	NON	NÉGLIGEABLE	**Cycle de vie**	**2022**

6.9.9 Cartographie des espèces de mammifères à enjeux

Les **espèces de mammifères à enjeu faible** contactées sur l'aire d'étude sont localisées dans la carte suivante



Carte 76 - Cartographie des espèces de mammifères à enjeux sur le site d'étude

6.10 Synthèse des enjeux écologiques sur la zone d'étude

Le tableau ci-dessous reprend l'ensemble des enjeux concernant les habitats naturels, la flore et la faune.

Tableau 76 : Synthèse des enjeux par groupe sur l'aire d'étude de 2018 à 2022.

Nom scientifique	Nom vernaculaire	Espèce protégée/Habitat d'intérêt communautaire	Enjeu sur site	Commentaires
HABITATS				
Allée d'arbres		-	**MODERÉ**	-
Chênaie pubescente		-	**FAIBLE**	-
Friche		-	**FAIBLE**	-
Friche post-culturale à dominante graminéenne		-	**FAIBLE**	-
Pinède à Pin d'Alep (*P. halepensis*)		-	**FAIBLE**	-
Prairie mésotrophe		-	**FAIBLE**	-
Verger		-	**FAIBLE**	-
Vignes		-	**TRÈS FAIBLE**	-
Friche et gravats		-	**TRÈS FAIBLE**	-
Friches et décombres		-	**TRÈS FAIBLE**	-
Terrain de golf		-	**TRÈS FAIBLE**	-
Jardin		-	**TRÈS FAIBLE**	-
Oliveraie		-	**TRÈS FAIBLE**	-
Pelouse de parc		-	**TRÈS FAIBLE**	-
Friches et décombres		-	**NÉGLIGEABLE**	-
Infrastructures et voies de communication		-	**NÉGLIGEABLE**	-
Culture		-	**NÉGLIGEABLE**	-
Sol nu		-	**NÉGLIGEABLE**	-
Terrain de football		-	**NÉGLIGEABLE**	-
FLORE				
Tulipa agenensis subs sylvestris	**Tulipe d'Agen**	Oui	**FORT**	-

Tulipa sylvestris subs sylvestris	**Tulipe sylvestre**	Oui	**FORT**	-
Gagea villosa	**Gagée des Champs**	Oui	**FORT**	-
Himantoglossum robertianum	**Orchis géant**	Non	**FAIBLE**	-
54 espèces		NON	**NÉGLIGEABLE**	-
7 espèces exotiques envahissantes		NON	-	-
AMPHIBIENS				
Pelophylax sp.	**Grenouille « verte »**	OUI	**FAIBLE**	**Cycle de vie** Mare du golf et ripisylve ouest
Pelophylax ridibundus	**Grenouille rieuse**	OUI	**FAIBLE**	**Cycle de vie** Mare du golf
Hyla meridionalis	**Rainette méridionale**	OUI	**FAIBLE**	**Cycle de vie** Mare du golf et ripisylve ouest
Bufo spinosus	**Crapaud épineux**	OUI	**FAIBLE**	**Cycle de vie** Mare du golf
**Pelodytes punctatus*	***Pelodyte ponctué**	OUI	**FAIBLE**	**Cycle de vie** Mare du golf et ripisylve ouest
**Epidalea calamita*	***Crapaud calamite**	OUI	**FAIBLE**	**Cycle de vie** Mare du golf
REPTILES				
Malpolon monspessulanus	**Couleuvre de Montpellier**	OUI	**MODERÉ**	**Cycle de vie** Lisière de boisements
Psammodromus edwarsianus	**Psammodrome d'Edwards**	OUI	**MODERÉ**	**Cycle de vie** Friches
Podarcis muralis	**Lézard des murailles**	OUI	**FAIBLE**	**Cycle de vie** Boisements, friches, cultures
Lacerta bilineata	**Lézard à deux raies**	OUI	**FAIBLE**	**Cycle de vie** Boisements, friches, cultures
Tarentola mauritanica	**Tarente de Maurétanie**	OUI	**FAIBLE**	**Cycle de vie** Lisière de boisements
**Anguis fragilis*	***Orvet fragile**	OUI	**FAIBLE**	**Cycle de vie**

				Lisière de boisements
MAMMIFÈRES (HORS CHIROPTÈRES)				
Crocidura suaveolens	**Crocidure des jardins***	NON	**MODERE**	**Cycle de vie**
Crocidura russula	**Crocidure musette**	Non	**FAIBLE**	**Cycle de vie**
Sciurus vulgaris	**Écureuil roux**	OUI	**FAIBLE**	**Cycle de vie**
Oryctolagus cuniculus	**Lapin de garenne**	NON	**FAIBLE**	**Cycle de vie**
Erinaceus europaeus	**Hérisson d'Europe***	OUI	**FAIBLE**	**Cycle de vie**
Eliomys quercinus	**Lérot***	NON	**FAIBLE**	**Cycle de vie**
Capreolus capreolus	**Chevreuil européen**	NON	**NÉGLIGEABLE**	**Cycle de vie**
Vulpes vulpes	**Renard roux**	NON	**NÉGLIGEABLE**	**Cycle de vie**
Sus scrofa	**Sanglier**	NON	**NÉGLIGEABLE**	**Cycle de vie**
CHIROPTÈRES				
Pipistrellus pygmaeus	**Pipistrelle pygmée**	OUI	**MODÉRÉ**	**Déplacement et Chasse régulière** Ensemble du site
Pipistrellus Kuhlii	**Pipistrelle de Kuhl**	OUI	**MODÉRÉ**	**Déplacement régulier** Ensemble du site - **Chasse régulière** Ensemble du site - **Gîte potentiel** Bâtis et arbres à décollements d'écorce
Myotis sp.	**Murin**	OUI	**MODÉRÉ**	**Déplacement** Ensemble du site - **Chasse potentielle**

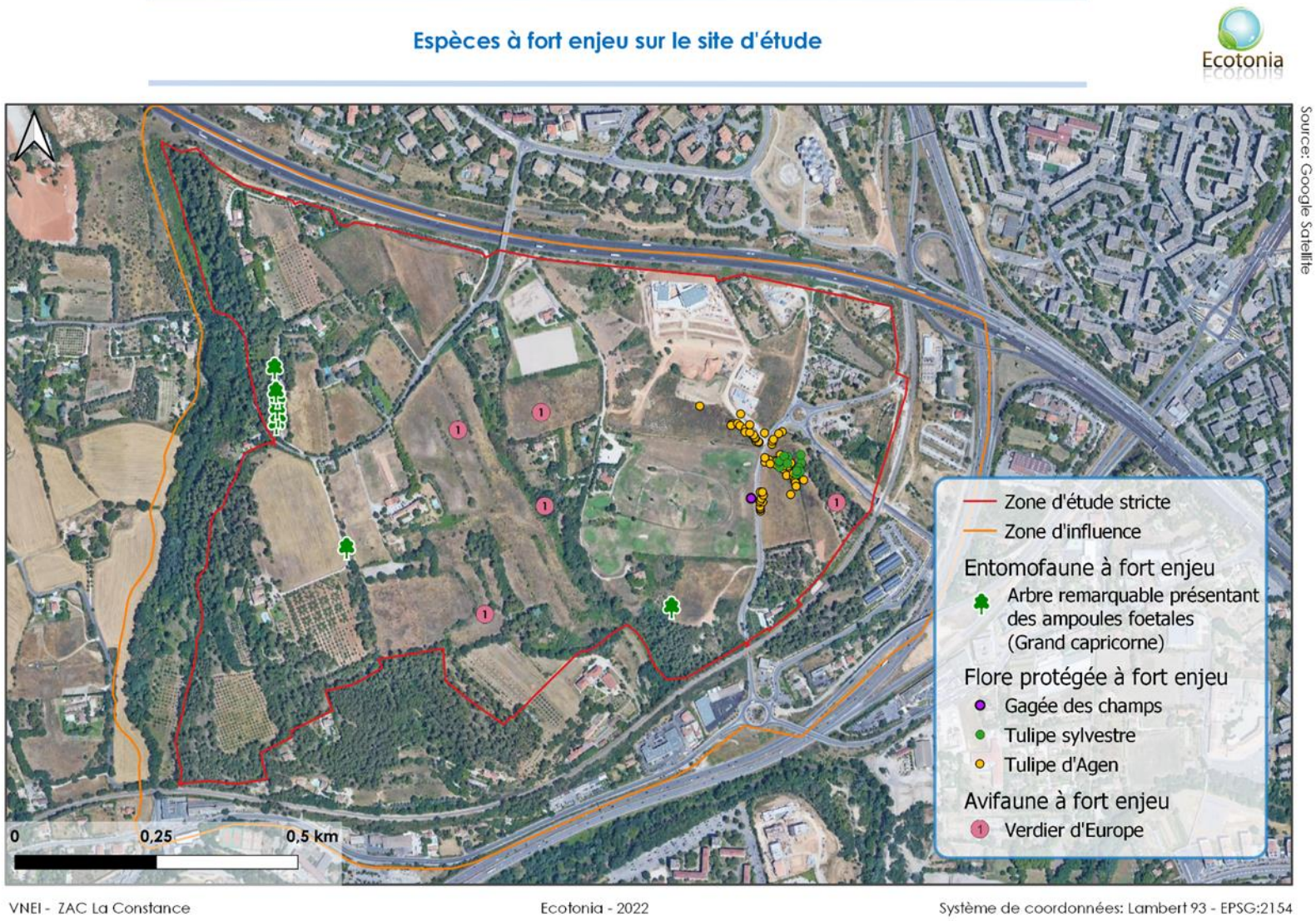
				Milieux boisés, Lisières et Prairies rases - **Gîte potentiel** Bâtis et arbres à décollements d'écorce
Nyctalus lasiopterus	**Grande noctule**	OUI	**MODÉRÉ**	**Déplacement et Chasse** Ensemble du site
Miniopterus schreibersii	**Minioptère de Schreibers**	OUI	**MODÉRÉ**	**Déplacement et Chasse** Ensemble du site
Pipistrellus pipistrellus	**Pipistrelle commune**	OUI	**FAIBLE**	**Déplacement et Chasse** Ensemble du site
Nyctalus leisleri	**Noctule de Leisler**	OUI	**FAIBLE**	**Déplacement régulier** Ensemble du site - **Chasse ponctuelle** Milieux ouverts
Plecotus sp.	**Oreillard**	OUI	**FAIBLE**	**Déplacement et Chasse régulier** Ensemble du site
Tadarida teniotis	**Molosse de Cestoni**	OUI	**FAIBLE**	**Déplacement et Chasse ponctuelle** Ensemble du site
Hypsugo savii	**Vespère de Savi**	OUI	**TRÈS FAIBLE**	**Déplacement régulier** Milieux ouverts
Barbastella barbastellus	**Barbastelle d'Europe**	OUI	**NÉGLIGEABLE**	**Passage** Ensemble du site
Eptesicus serotinus	**Sérotine commune**	OUI	**NÉGLIGEABLE**	**Passage**

				Ensemble du site
Pipistrellus nathusii	**Pipistrelle de Nathusius**	OUI	**NÉGLIGEABLE**	**Déplacement ponctuel** Milieux ouverts
INSECTES				
Cerambyx cerdo	**Grand capricorne**	OUI	**FORT**	**Cycle de vie**
Euplagia quadripunctaria	**Écaille chinée**	OUI	**MODÉRÉ**	**Cycle de vie**
Lucanus cervus	**Lucane cerf-volant**	OUI	**MODÉRÉ**	**Cycle de vie**
73 espèces		NON	**TRÈS FAIBLE**	**Cycle de vie**
152 espèces		NON	**NÉGLIGEABLE**	**Cycle de vie**
OISEAUX				
Chloris chloris	**Verdier d'Europe**	OUI	**FORT**	**Nidification/ Hivernage**
Streptopelia turtur	**Tourterelle des bois**	OUI	**MODÉRÉ**	**Nidification**
Emberiza schoeniclus	**Bruant des roseaux**	OUI	**MODÉRÉ**	**Halte migratoire**
Linaria cannabina	**Linotte mélodieuse**	OUI	**MODÉRÉ**	**Chasse / Hivernage**
Cisticola juncidis	**Cisticole des joncs**	OUI	**MODÉRÉ**	**Nidification**
Carduelis carduelis	**Chardonneret élégant**	OUI	**MODÉRÉ**	**Nidification/ Hivernage**
Athene noctua	**Chevêche d'Athéna**	OUI	**MODÉRÉ**	**Nidification/ Hivernage**
Corvus corone	**Corneille noire**	NON	**MODÉRÉ**	**Nidification/ Hivernage**
Falco tinnunculus	**Faucon crécerelle**	OUI	**MODÉRÉ**	**Nidification/ Hivernage**
Curruca melanocephala	**Fauvette mélanocéphale**	OUI	**MODÉRÉ**	**Nidification/ Hivernage**
Delichon urbicum	**Hirondelle de fenêtre**	OUI	**MODÉRÉ**	**Nidification**
Apus apus	**Martinet noir**	OUI	**MODÉRÉ**	**Nidification**
Hirundo rustica	**Hirondelle rustique**	OUI	**MODÉRÉ**	**Nidification**
Coracias garrulus	**Rollier d'Europe**	OUI	**MODÉRÉ**	**Nidification**
Serinus serinus	**Serin cini**	OUI	**MODÉRÉ**	**Nidification/ Hivernage**

Saxicola rubicola	**Tarier pâtre**	OUI	**MODÉRÉ**	**Nidification/ Hivernage**
Dryobates minor	**Pic épeichette**	OUI	**MODÉRÉ**	**Nidification/ Hivernage**
Lullula arborea	**Alouette lulu**	OUI	**FAIBLE**	**Alimentation**
Circaetus gallicus	**Circaète Jean-le-Blanc**	OUI	**FAIBLE**	**Alimentation**
Anthus pratensis	**Pipit farlouse**	OUI	**FAIBLE**	**Hivernage**
Cettia cetti	**Bouscarle de Cetti**	OUI	**FAIBLE**	**Hivernage**
Emberiza calandra	**Bruant proyer**	OUI	**FAIBLE**	**Hivernage**
Accipiter gentilis	**Autour des palombes**	OUI	**FAIBLE**	**Nidification/ Hivernage**
Otus scops	**Petit-Duc Scops**	OUI	**FAIBLE**	**Nidification**
Phylloscopus collybita	**Pouillot véloce**	OUI	**FAIBLE**	**Nidification/ Hivernage**
Luscinia megarhynchos	**Rossignol philomèle**	OUI	**FAIBLE**	**Nidification**
Buteo buteo	**Buse variable**	OUI	**FAIBLE**	**Nidification/ Hivernage**
Strix aluco	**Chouette hulotte**	OUI	**FAIBLE**	**Nidification/ Hivernage**
Accipiter nisus	**Épervier d'Europe**	OUI	**FAIBLE**	**Nidification/ Hivernage**
Bubo bubo	**Grand-duc d'Europe**	OUI	**FAIBLE**	**Nidification/ Alimentation**
Upupa epops	**Huppe fasciée**	OUI	**FAIBLE**	**Nidification**
Spinus spinus	**Tarin des aulnes**	OUI	**TRES FAIBLE**	**Hivernage**
Alauda arvensis	**Alouette des champs**	NON	**TRES FAIBLE**	**Hivernage**
Ardea cinerea	**Héron cendré**	OUI	**TRES FAIBLE**	**Alimentation**
Circus aeruginosus	**Busard des roseaux**	OUI	**NÉGLIGEABLE**	**Survol**
Phalacrocorax carbo	**Grand Cormoran**	OUI	**NÉGLIGEABLE**	**Survol**
Grus grus	**Grue cendrée**	OUI	**NÉGLIGEABLE**	**Survol**
Pernis apivorus	**Bondrée apivore**	OUI	**NÉGLIGEABLE**	**Survol**
Bubulcus ibis	**Héron garde-bœufs**	OUI	**NÉGLIGEABLE**	**Survol**
Milvus migrans	**Milan noir**	OUI	**NÉGLIGEABLE**	**Survol**
29 espèces		-	**TRES FAIBLE**	

7 espèces	-	**NÉGLIGEABLE**

À partir des observations de terrain et des potentialités de la zone d'étude, une carte des enjeux écologiques a été établi.



Carte 77 - Cartographie des espèces à fort enjeu inventoriées sur l'aire d'étude.

Espèces à enjeu modéré sur le site d'étude

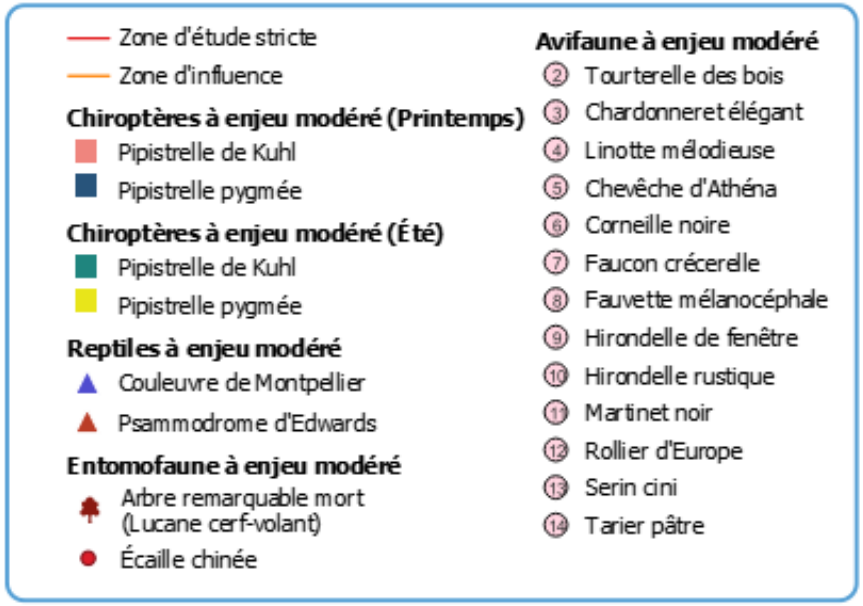


Source: Google Satellite

VNEI - ZAC La Constance

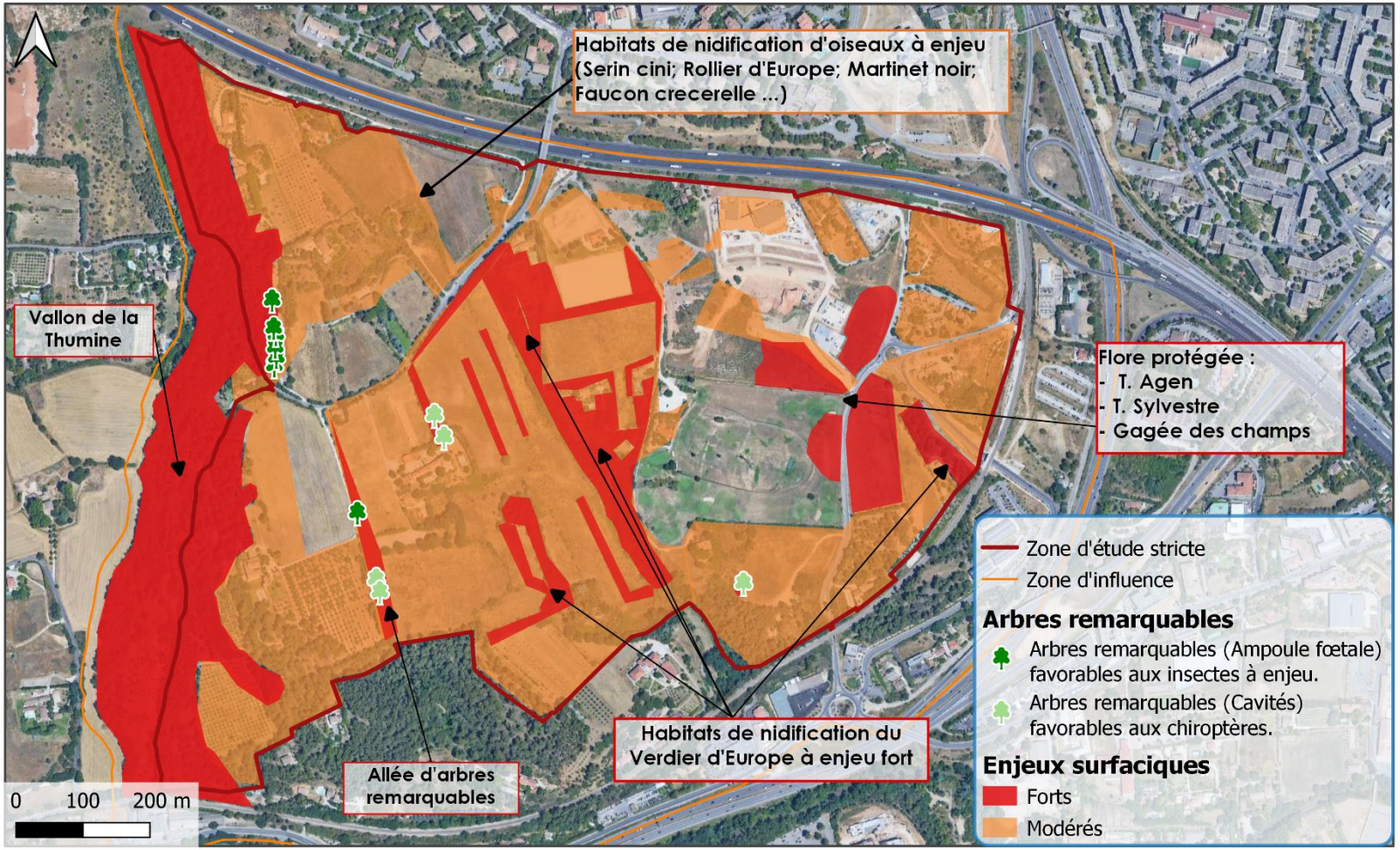
Ecotonia - 2022

Système de coordonnées: Lambert 93 - EPSG:2154



Carte 78 - Cartographie des espèces à enjeu modéré inventoriées sur l'aire d'étude

Enjeux surfaciques forts et modérés (2022)



Carte 79 - Cartographie des enjeux surfaciques cumulés du site d'étude en 2022

PARTIE II :

Évaluation des Impacts et Mesures ERC



Sommaire

1 Évaluation des impacts bruts du projet 300

1.1 Principaux risques d'impacts selon les caractéristiques du projet et mesures 300

1.2 Présentation de l'emprise projet et de ses impacts 301

1.3 Description des impacts 308

1.3.1 Impacts bruts sur les habitats naturels 308

1.3.2 Impacts bruts sur la Trame Verte et Bleue 312

1.3.3 Impacts bruts sur la flore 315

1.3.4 Impacts bruts sur l'avifaune 319

1.3.5 Impacts bruts sur les amphibiens 328

1.3.6 Impacts bruts sur les reptiles 330

1.3.7 Impacts bruts sur les invertébrés 333

1.3.8 Impacts bruts sur les mammifères terrestres 335

1.3.9 Impacts bruts sur les chiroptères 336

1.3.10 Synthèse des impacts bruts 341

1.4 Effets cumulés 352

1.4.1 Méthodologie pour l'analyse des effets cumulés 352

1.4.2 Présentation des projets à proximité 352

1.4.3 Analyse des effets cumulés 355

1.4.4 Conclusion 357

2 Proposition de mesures d'atténuation 358

2.1 Mesures d'évitement 358

2.1.1 ME1 : Réflexion sur l'impact de l'emplacement du projet 358

2.2 Mesures de réduction 363

2.2.1 MR1 : Maintien de certains arbres, arbustes et buissons 363

2.2.2 MR2 : Mise en place d'un chantier vert, respect des emprises du projet, mise en défens des zones sensibles. 369

2.2.1 MR3 : Défavorabilisation écologique et adaptation du phasage des travaux à la biologie des espèces faunistiques 375

2.2.2 MR4 : Limitation de la formation d'ornières en phase chantier et drainage des fossés 381

2.2.3 MR5 : Limitation et adaptation de l'éclairage 384

2.2.4 MR6 : Limitation de la propagation des espèces envahissantes 389

2.2.5 MR7 : Établissement d'un plan de gestion des OLD en conformité avec les contraintes écologiques et la gestion du risque incendie 393

2.2.6 MR8 : Mise en place d'un cahier des charges techniques de renforcement des fonctions écologiques de trame bleue/turquoise du milieu « ripisylve » sur la Thumine . 397

2.3 Récapitulatif des mesures d'évitement et de réduction et impacts résiduels 398
2.3.1 État des composantes après mise en place des mesures ER 398
2.3.2 Synthèse des impacts résiduels 409
3 Proposition de mesures compensatoires, d'accompagnement et de suivi 421
3.1 Mesures de compensation 421
3.1.1 Compensation *in situ* 421
3.1.2 Compensation *ex-situ* 440
3.2 Mesures d'accompagnement 450
3.2.1 Mesures d'accompagnement liées à la compensation 450
3.2.2 Mesures d'accompagnement générales 465
3.1 Mesures de suivi 473
3.1.1 Suivi des mesures compensatoires 473
3.1.2 Suivi de l'impact réel du chantier 475
4 Conclusion 480
ANNEXES 483

Table des figures

Figure 1 : Base conceptuelle du futur projet 302
Figure 2 : Plan directeur du projet d'aménagement ZAC de la Constance - février 2021 304
Figure 3 -Cartographie des enjeux surfaciques cumulés du site d'étude en 2021 par rapport à l'emprise du projet 305
Figure 4 -Cartographie des enjeux surfaciques forts et modérés avant réalisation du projet 307
Figure 5 - Habitats impactés par le projet d'aménagement 309
Figure 6 : Localisation du site d'étude par rapport aux « espaces exposés » aux risques d'incendie dans la localité (Carte des risques – ministère de la Transition écologique – Zonage d'application de l'OLD) 309
Figure 7 : Emprise simplifiée du projet d'aménagement et emprise des travaux avec pourtour soumis aux Obligations Légales de Débroussaillement 311
Figure 8 -Cartographie des corridors de la Constance dans sa phase initiale 312
Figure 9 -Cartographie des corridors de la Constance dans sa phase initiale 313
Figure 10 -Cartographie de la dispersion potentielle pour la flore protégée (Gagée des champs). 317
Figure 11 -- Cartographie de la dispersion potentielle pour la flore protégée (Tulipe d'Agen). 317
Figure 12 -Cartographie de la dispersion potentielle pour la flore protégée (Tulipe sylvestre). 318
Figure 13 - Flore protégée impactée par le projet d'aménagement 319
Figure 14 -Habitat de nidification favorable au Chardonneret élégant, Serin cini et Verdier d'Europe impacté par le projet d'aménagement 321
Figure 15 : Habitat de nidification favorable à la Cisticole des joncs, impacté par le projet. 322

Figure 16 : Habitat de nidification favorable à la Fauvette mélanocéphale, impacté par le projet 323
Figure 17 : Habitat de nidification favorable au Faucon crécerelle et à la Tourterelle des bois, impacté par le projet d'aménagement 324
Figure 18 : Habitat de nidification favorable au Pic épeichette et au Rollier d'Europe, impacté par le projet d'aménagement 325
Figure 19 : Sites d'alimentation favorables aux espèces de granivores à enjeu de conservation, impactés par le projet et zone de report possible 326
Figure 20 : Sites de reproduction et d'hivernation favorables aux espèces d'amphibiens, impactés par le projet 330
Figure 21 : Habitats favorables aux reptiles, impactés par le projet 331
Figure 22 : Habitats favorables aux insectes à enjeu, impactés par le projet 335
Figure 23 : Habitats favorables aux chiroptères, impactés par le projet 338
Figure 24 - Carte de la localisation des projets pris en compte dans l'analyse des effets cumulés 355
Figure 25 -Délimitation du périmètre de la ZAC de la Constance 358
Figure 26 : Illustration d'une plaque refuge pouvant être mise en pied de bâtiment 438
Figure 27 - Milieux favorables pour la transplantation des bulbes de Gagée des champs et des Tulipes d'Agen et sylvestre(Source : CDC Biodiversité) 444

Table des tableaux

Tableau 1 - Listes des espèces messicoles contactées en 2018 et 2022 315
Tableau 2 : Synthèse des enjeux et impacts bruts pour les habitats 341
Tableau 3 : Synthèse des enjeux et impacts bruts pour la flore 341
Tableau 4 : Synthèse des enjeux et impacts bruts pour la faune 342
Tableau 5 : Projets à proximité de l'aire d'étude (moins de 10 km) pour lesquels un avis de l'autorité environnementale a été rendu entre 2015 et 2020 352
Tableau 6 : Etat de chaque composante après mise en place des mesures d'atténuation. 399
Tableau 7 : Synthèse des mesures et impacts résiduels pour les habitats 409
Tableau 8 : Synthèse des mesures et impacts résiduels pour la flore 409
Tableau 9 : Synthèse des mesures et impacts résiduels pour la faune 410

1 Évaluation des impacts bruts du projet

1.1 Principaux risques d'impacts selon les caractéristiques du projet et mesures

Les principaux impacts identifiés peuvent être décomposés en plusieurs types et sont listés selon leur importance :

- impact de destruction : cet impact direct ou indirect est normalement définitif, sauf le cas des populations pouvant se reconstituer à partir d'apports extérieurs. La destruction concerne les milieux naturels, semi-naturels ou artificiels, mais également les espèces floristiques et faunistiques qui y sont inféodées. En terme légal, le défrichement est réputé destructif pour un boisement. La démolition l'est pour du bâti.

- **impact d'altération :** cet impact est relatif à toutes les perturbations d'un milieu qui n'entraine pas sa destruction même partiellement, mais seulement sa perte de qualité directe ou indirecte, permanente ou temporaire. L'émission de poussière à répétition peut être la cause de l'altération d'un habitat humide, par exemple.

- **impact de perturbation** : la phase de travaux va entrainer des nuisances et un dérangement ponctuel des individus voire de populations d'espèces. S'agissant d'habitats, la perturbation peut résulter d'un déséquilibre momentané (physico-chimique, organisationnel etc.).

Quel que soit le phasage de construction du projet, les travaux sont susceptibles de présenter des risques pour l'environnement, ainsi que des désagréments ou nuisances pour les riverains et les usagers des voies locales. Ainsi, dans le cadre de ce chantier, en phase travaux, on relève particulièrement les éléments suivants :

> **Sous l'emprise du chantier :** la totalité des surfaces situées sous l'emprise du chantier sera défrichée. Les incidences directes de la phase chantier porteront donc essentiellement sur :
>
> - la destruction des espèces (protégées ou pour toute autre valeur reconnue),
> - la destruction des habitats qu'elles occupent,
> - le dérangement de ces espèces.
>
> Aux abords immédiats du site suivant des aires concentriques d'influence plus ou moins éloignées, des espaces variés seront impactés à des échelles diverses soit directement (pollutions ou nuisances) soit indirectement (reports de flux de trafic routier, Obligations Légales de Débroussaillement etc.).

Il importe donc que des mesures soient prises pour **limiter l'importance des impacts qui peuvent être réduits, ainsi que leurs effets et durées.** Notamment comme la pollution par les engins de chantier (fuites d'huile…).

De manière générale, **le maitre d'ouvrage élaborera un cahier des charges renfermant les prescriptions relatives à l'environnement que devront respecter les entreprises pendant le chantier.** Ce cahier des charges mentionnera que des pénalités seront exigées en cas de non-respect de ces clauses. **Les principaux effets et mesures sont détaillés dans les chapitres ci-après.**

Un des principes généraux retenus pour les travaux **est d'éviter les zones sensibles et les périodes sensibles pour les espèces présentes**. **Un expert écologue s'assurera du respect des cahiers des charges et des normes environnementales.** À la fin des travaux, les entreprises devront organiser le repli de leur matériel, le démontage des baraquements provisoires, ainsi que le nettoyage de l'ensemble des zones impactées par le chantier.

Conformément à la législation en vigueur, l'analyse des effets du présent projet portera sur les impacts temporaires et permanents, directs et indirects liés : au chantier lui-même ; à l'emprise du projet et à son exploitation ; aux éventuelles opérations annexes.

Selon les caractéristiques du projet et ses activités, les principaux risques d'impacts écologiques sont examinés, principalement pour les habitats et espèces importants. Le maitre d'ouvrage d'une opération se doit de mettre en œuvre des **mesures correctives** afin que le projet soit acceptable sur le plan environnemental.

Elles sont sous forme de mesures, conseillées par le bureau d'études en fin de dossier, et **appliquées selon l'ordre hiérarchique qu'indique la séquence E, R, C « Éviter, Réduire, Compenser »** (DIREN PACA, 2009) privilégiant l'évitement, puis la réduction et pour finir, si éviter/réduire ne suffisent pas alors il est nécessaire d'employer la compensation.

1.2 Présentation de l'emprise projet et de ses impacts

L'emprise du projet et les aménagements, prévus sont présentés ci-dessous.

L'aire du projet aura une superficie d'environ de 38.5 ha en incluant les espaces verts à réaliser ou à aménager, les voiries et lots.

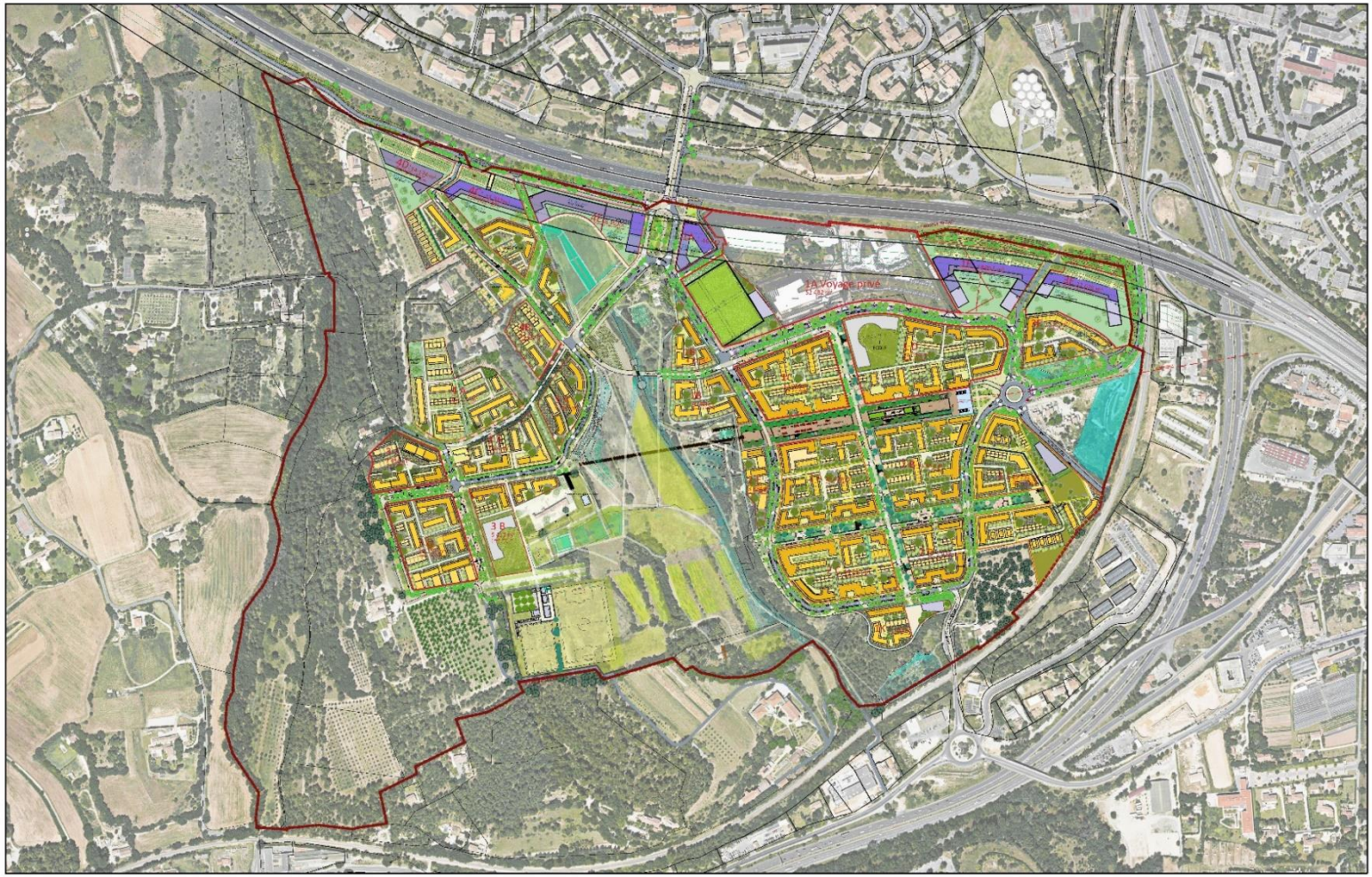


Figure 1 : Base conceptuelle du futur projet

Après la prise en compte du concept, des impératifs de construction, et des données écologiques, le premier plan d'aménagement proposé est indiqué ci-dessus, celui-ci donnant une idée de l'ambiance paysagère du projet.

Le plan-masse est présenté dans la Figure suivante. Il est superposé à la synthèse des enjeux en **carte n°1**

Le projet prévoit le réaménagement d'espaces verts, de linéaires arborés, de haies, etc. Certains bâtiments seront bordés de noues.



COMMUNE D'AIX-EN-PROVENCE ZAC DE LA CONSTANCE	PLAN DIRECTEUR	MISSION DE MOE URBAINE	Ech. 1/5000ème	FORMAT A3	DATE 18/02/2021	**MAITRISE D'OUVRAGE** SPLA / SEMEPA

Figure 2 : Plan directeur du projet d'aménagement ZAC de la Constance - février 2021

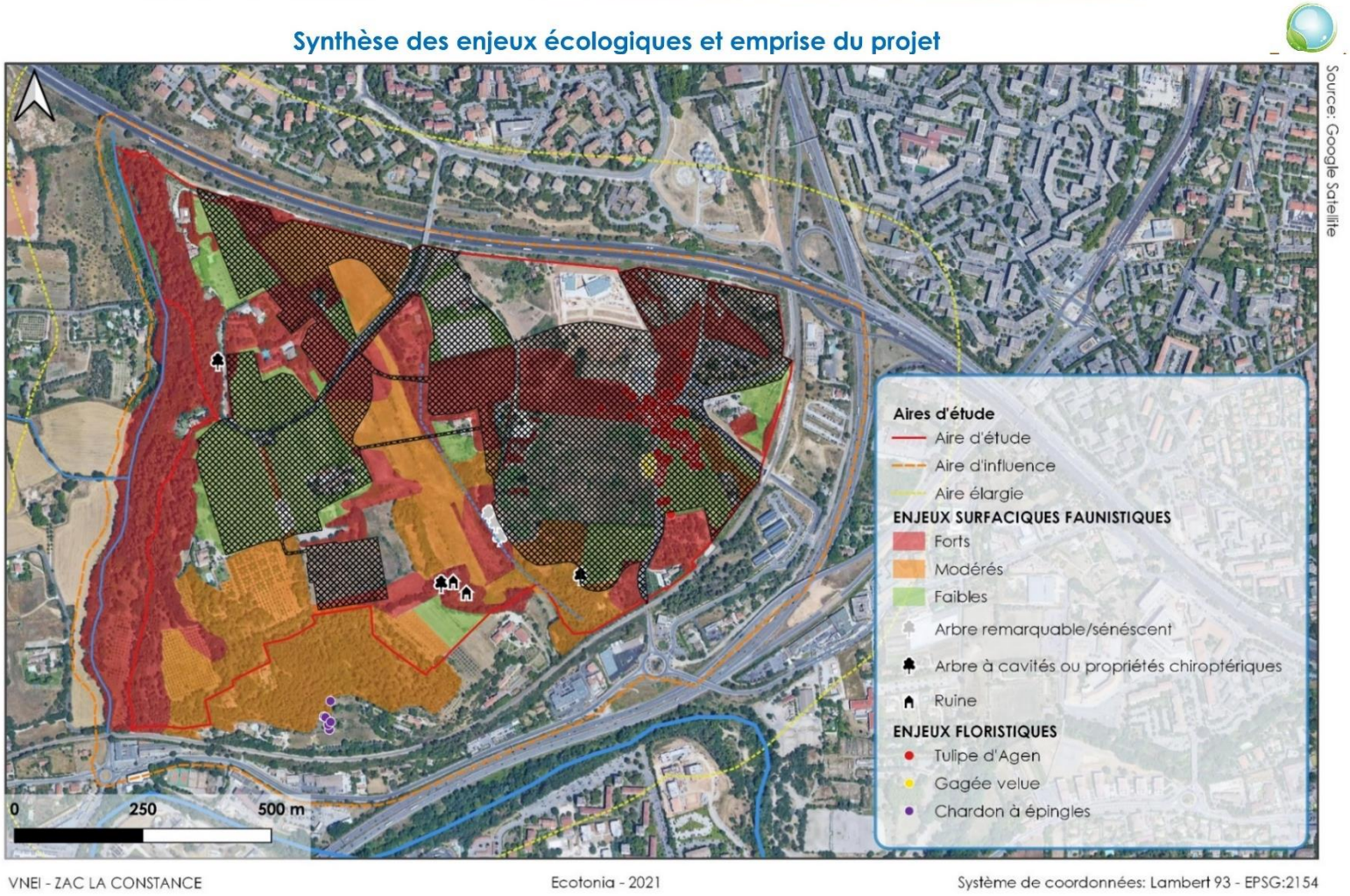


Figure 3 -Cartographie des enjeux surfaciques cumulés du site d'étude en 2021 par rapport à l'emprise du projet

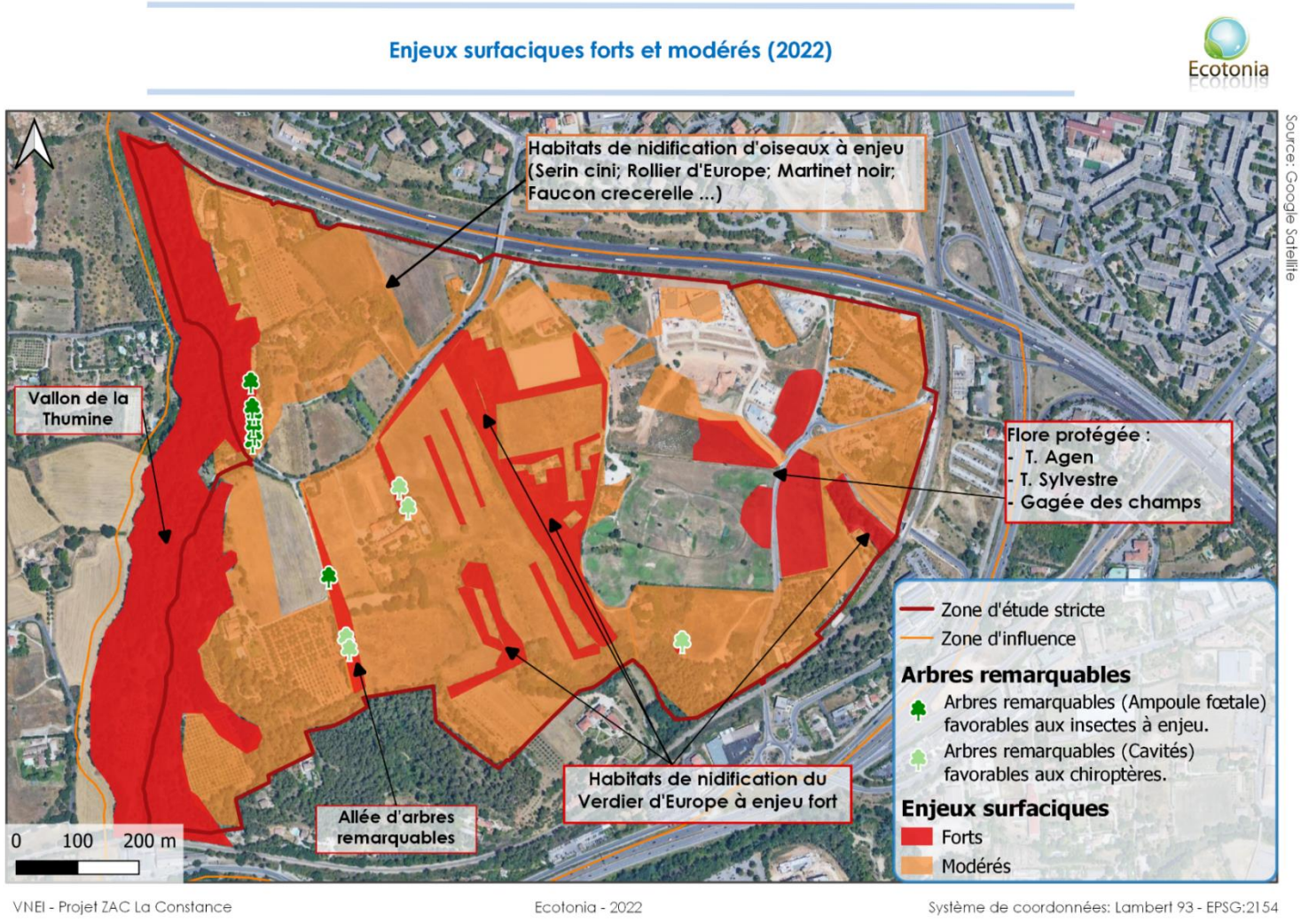


Figure 4 -Cartographie des enjeux surfaciques forts et modérés avant réalisation du projet

1.3 Description des impacts

1.3.1 Impacts bruts sur les habitats naturels

Seul l'habitat de Chênaie pubescente présente un enjeu modéré sur le site d'étude. L'ensemble des autres habitats présente un enjeu faible, très faible ou négligeable.

1.3.1.1 Impacts en phase chantier et d'exploitation

Le projet d'aménagement occasionnera la destruction totale ou partielle, la dégradation et/ou l'altération de certains habitats, en phase chantier et exploitation.

Les habitats naturels impactés par le projet sont :

- Allée d'arbres : **0,26 ha**
- Chênaie pubescente : **1,13 ha**
- Culture : **2.23 ha**
- Friche : **16,76 ha**
- Friches et gravats : **2,41 ha**
- Friche post-culturale à dominante graminéenne : **8,18 ha**
- Friches et décombres : **1,97 ha**
- Jardins : **5,26 ha**
- Oliveraie : **2,72 ha**
- Pelouse de parc : **0,51 ha**
- Pinède à Pin d'Alep : **29,13 ha**
- Prairie mésotrophe : **1,82 ha**
- Sol nu : **0,66 ha**
- Vignes : **0,74 ha**

Les habitats de chênaie pubescente (enjeu modéré) sont conservés à hauteur de 78 %. Les impacts bruts du projet d'aménagement s'évaluent donc en termes de destruction partielle d'habitats à enjeux et sont évalués à **forts.**

Concernant les autres habitats, les impacts bruts du projet s'évaluent en termes de destruction d'habitats à moindre enjeu en phase chantier. Compte tenu des surfaces affectées, ces impacts bruts sont donc évalués à faibles.

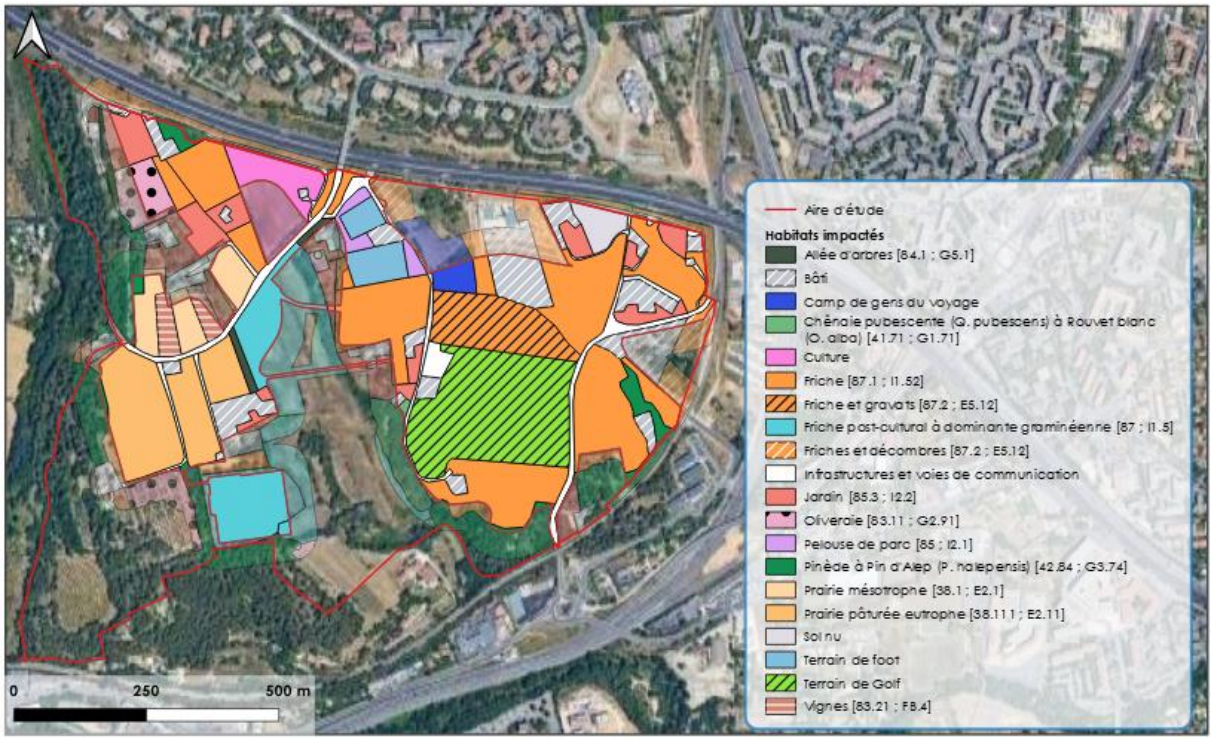


Figure 5 - Habitats impactés par le projet d'aménagement

1.3.1.2 Impact de l'Obligation Légale de Débroussaillement (phase exploitation)

Le site de la Constance est situé dans un « espace exposé » publié par arrêté préfectoral à partir des zones exposées aux incendies d'après le code forestier (bandes de 200 m de largeur autour des bois et forêts). Il est donc soumis aux Obligations Légales de Débroussaillement (OLD).

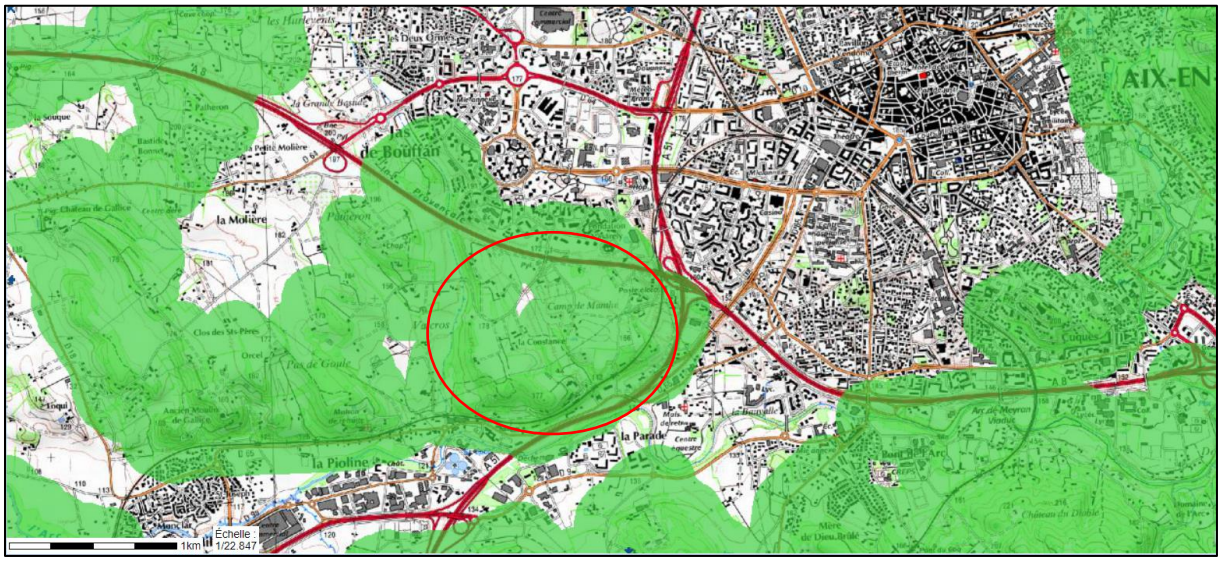


Figure 6 : Localisation du site d'étude par rapport aux « espaces exposés » aux risques d'incendie dans la localité (Carte des risques – ministère de la Transition écologique – Zonage d'application de l'OLD)

ÉVOLUTION DES OLD DANS LE TEMPS :

Actuellement, la règlementation départementale prévoit que **les Zones d'Aménagement Concerté et zones urbaines des Plans Locaux d'Urbanisme sont soumises intégralement à l'obligation de débroussaillement.** Or, le périmètre d'étude strict est plus réduit que celui de la Zone d'Aménagement Concerté (ZAC) dont le dossier de réalisation a été approuvé le 16 décembre 2019.

Les OLD pèsent donc à ce jour sur une surface des 96 ha. Cette limitation au libre développement des biotopes est une conséquence de la procédure d'aménagement approuvé le 23 juillet 2015. Cet impact n'est pas en soi une résultante de l'évaluation environnementale en cours (au titre de la loi sur l'eau). Les projets sont liés. Néanmoins, le présent dossier ne porte que sur les aspects tirés de développements ultérieurs à 2015.

À terme, quand le périmètre de la ZAC sera abrogé, l'obligation continuera à toucher l'ensemble de la zone urbaine du Plan Local d'Urbanisme d'Aix-en-Provence, c'est-à-dire les 26 ha représentant la superficie des aménagements et des lots à bâtir. Actuellement, cette assiette des futurs lots et espaces publics à aménager est classée zone « à urbaniser » « AU » d'après le PLU (modification n° 6 approuvée le 19 décembre 2019).

La carte ci-dessous montre en rouge le périmètre de ZAC (96 ha) actuellement entièrement soumis aux OLD et l'ajout d'un second périmètre-tampon de 50 m qui s'étendra au-delà de la ZAC et même au-delà des propriétés une fois que les constructions et aménagements (voirie notamment) auront été terminés.

➲ **Une fois l'urbanisation achevée, les OLD ne toucheront plus que la zone urbaine du PLU,** calée en 2019 sur le périmètre précis de l'assiette à aménager (71,5 hectares – dont assiette du bâti – 26 ha hors assiette du bâti), augmentée encore des tampons de 50 m autour du bâti et 10 autour des voies. Dans le temps donc, les impacts potentiels des OLD se réduiront avec la réalisation du projet.

L'OLD consiste en un débroussaillement de 50 m autour du bâti et 10 m de part et d'autre des infrastructures linéaires et il doit être réalisé régulièrement, selon dynamique de la végétation (tous les deux ans environ). La végétation ligneuse ne doit pas dépasser 40 cm de hauteur.

L'impact de l'OLD sur les habitats naturels est malgré tout temporaire. Il s'évalue en termes de dégradation et perturbation des milieux naturels sur environ 26 ha. **Contrairement à un défrichement, le débroussaillement ne fait pas perdre la vocation boisée du lieu ni définitivement, ni même momentanément.**

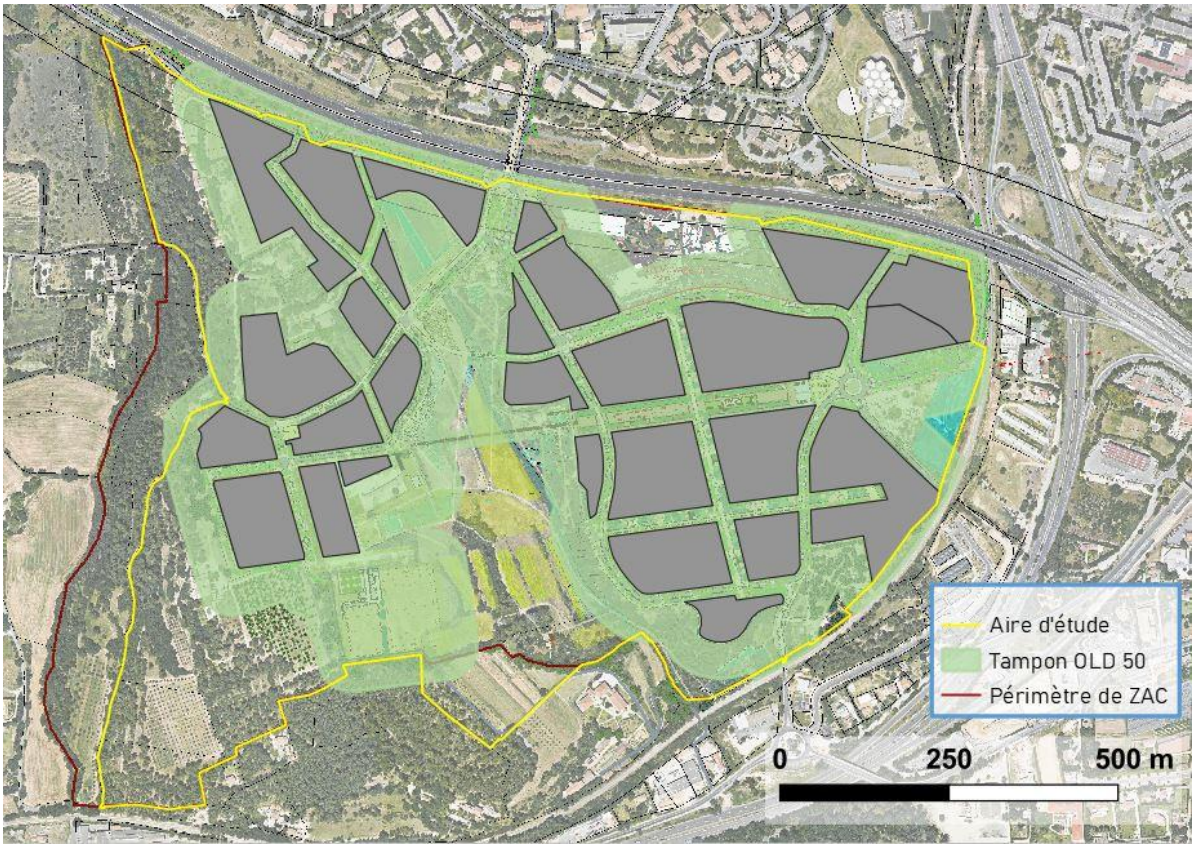


Figure 7 : Emprise simplifiée du projet d'aménagement et emprise des travaux avec pourtour soumis aux Obligations Légales de Débroussaillement

Concernant les habitats de chênaie pubescente, les opérations ne concerneront pas (ou peu) les sujets arborescents, mais principalement les arbustes et les branches basses.

Les opérations à conduire pour répondre à l'obligation de débroussailler (cf. Arrêté du 12 novembre 2014 *relatif au débroussaillement et au maintien en état débroussaillé dans les espaces exposés aux risques d'incendies de forêt pour les Bouches-du-Rhône*) concerneront principalement les branches basses, les sujets situés trop proches d'une construction, la strate arbustive, les arbres morts. Il s'agira également d'éclaircir les espaces arborés afin d'éviter la propagation des incendies d'un sujet à l'autre.

Les emprises du chantier dont réseau viaire, zones de stockage et de nettoyage, zone de cantonnement, aires de stationnement, seront strictement limitées au périmètre de l'opération présentée.

➲ Le cahier des charges de chantier rappellera ces obligations s'agissant des baraquements de chantier et toutes constructions et aménagements (notamment voirie). Par ailleurs, ce cahier des charges technique reprenant l'ensemble des mesures environnementales présentées ci-dessous sera imposé aux différents lots par l'aménageur, la SPLA Pays d'Aix Territoires.

Les impacts de l'OLD sur les habitats naturels sont évalués à négligeables dès lors que les recommandations techniques destinées à préserver la biodiversité seront respectées.

1.3.2 Impacts bruts sur la Trame Verte et Bleue

Les enjeux concernant la trame verte et bleue sont principalement localisés au niveau du vallon de la Thumine (à l'ouest du site) et au niveau du vallon central dit « de Valcros ». La ceinture verte au sud du site représente également une composante de la trame verte favorable au déplacement de nombreuses espèces.

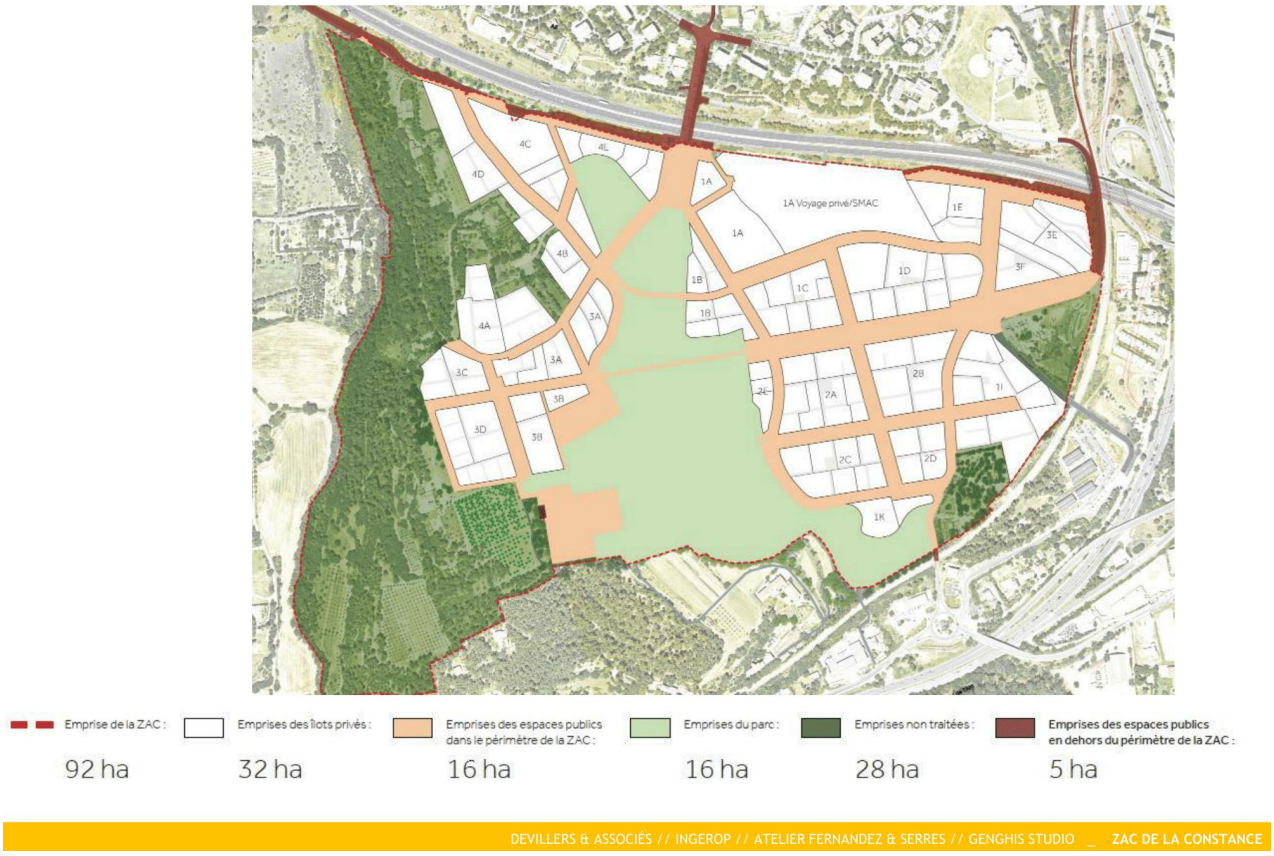


Figure 8 -Cartographie des corridors de la Constance dans sa phase initiale

Le projet urbain actuellement prévu s'insère dans un cadre d'espaces boisés et de paysages composites peu artificialisés et qui constituent un arc de cercle périphérique dominant puis une trame verte secondaire organisant les corridors écologiques pour la faune :



Figure 9 -Cartographie des corridors de la Constance dans sa phase initiale

- **Les grandes flèches de couleur orangée** matérialisent **les grands axes de corridors terrestres**, concernant les milieux ouverts qui s'étendent sur la grande plaine des Milles et au-delà.
- **Les flèches vertes** représentent **le déplacement des espèces mobiles de chiroptères**, ou de la faune mobile, et matérialisent de bons corridors terrestres pour la faune.
- **Les flèches bleues** représentent les bons **corridors de la Trame Bleue**. Ces continuums hygrophiles seront renforcés par les mesures de préservation, de restauration, et de créations de mares.
- **Les petites flèches orange** matérialisent **les mauvais corridors en approche de l'anthropisation,** ainsi que de grands axes de circulation au nord qui créent une forte rupture écologique.

TRAME VERTE :

Les espaces ouverts (vergers, friches) seront recouverts pour partie par l'assiette du projet. L'impact demeure cependant modéré compte tenu du faible enjeu patrimonial de ces espaces (évalués de négligeable à très faible ou faible).

Les ceintures ouest et sud végétales seront maintenues ainsi que certains alignements d'arbres. Les allées d'arbres qui en tant qu'élément arboré ne revêtent qu'un enjeu **faible**, jouent un **rôle structurel important** dans ce paysage de milieux ouverts dominé par les cultures. Ainsi, la trame verte est représentée par ces alignements d'arbres ainsi que les chênaies qui jouent également un rôle de corridor écologique pour les espèces animales. Les boisements en « pas d'âne » participent à la trame verte aussi bien au plan paysager que pour les espèces animales terrestres, les insectes et donc les chauves-souris. On considère ici le fait que plusieurs habitats à faible enjeu peuvent structurer le site et impactent la trame verte, prise comme une entité à part entière. **Les impacts bruts du projet d'aménagement s'évaluent donc en termes de destruction et d'altération de la trame verte et sont ainsi relevés à modérés sur les allées et alignements d'arbres en particulier et même forts sur la chênaie à chênes pubescents.**

TRAME BLEUE / « TURQUOISE » (RIPISYLVE ET VEGETATION RIPARIENNE) :

La Thumine ne sera pas impactée par les aménagements. Ce torrent temporaire ne sera pas perturbé. Il faut tout de même soulever que les Obligations Légales de Débroussaillement (OLD)qui pèsent actuellement déjà sur le faciès de ce vallon par un entretien poussé de la végétation, impliquent une régulation de la biomasse végétale sur le moyen-terme, à savoir jusqu'à l'abrogation du périmètre de Zone d'Aménagement Concerté (ZAC) au profit du seul zonage du Plan Local d'Urbanisme en zone urbaine (du tiers moins vaste). Ainsi, **l'obligation de tailles, coupes et abattages, même en Espace Boisé Classé (EBC) conduit à amoindrir la complexité des micro-milieux, la diversité des habitats d'espèces et donc la biodiversité en général.** Les OLD pèsent depuis 2015 sur ce milieu naturel. La concrétisation du plan de masse engendrera une OLD de 50 m autour des bâtiments et aménagements. Ceci va générer une bande de débroussaillement qui se confondra avec celle qui préexiste, mais qui pourra localement déborder sur les propriétés voisines (**Figure 6**).

Cette bande d'intervention accrue sur 50 m à partir des constructions et de 10 m à compter des voies est un impact indirect induit et subi par le projet du maitre d'ouvrage. Il convient malgré tout d'en minimiser les effets néfastes. Pour cela, ce dernier a missionné le bureau d'études INVEO pour lui proposer des prescriptions techniques conformes aux exigences règlementaires de l'arrêté préfectoral de 2014 tout en optimisant la qualité reconnue des formations végétales de la ripisylve de la Thumine. **C'est l'objet d'une mesure de réduction spécialement dédiée, destinée à assurer l'intégrité et l'efficience des fonctions écologiques de la formation végétale dite « ripisylve ».** L'impact sur la Thumine en tant que corridor aquatique et végétal « turquoise » est intrinsèquement négligeable puisqu'elle ne fera l'objet d'aucune urbanisation. Néanmoins, l'objectif du maitre d'ouvrage est de pérenniser cette situation écologique en adoptant une mesure d'atténuation des OLD déjà applicables pour le maitriser encore davantage.

Le vallon central sera maintenu et le cours d'eau restauré dans le cadre du projet « parc ». **L'impact brut global sera négligeable.**

CONCLUSION :

Négligeable sur la trame bleue, l'impact brut du projet est plutôt modéré sur la trame verte. Au global, l'impact sur la trame verte et bleue est modéré en phase chantier et exploitation.

Les impacts de l'OLD sur cette composante demeureront négligeables dans la mesure où les opérations seront menées dans le cadre d'un cahier des charges techniques annexé aux Cahiers des Charges de Cessions de Terrains.

1.3.3 Impacts bruts sur la flore

Depuis 2018, le site de la ZAC de la Constance a été étudié au plan botanique avec pour objectif de relever les indicateurs écologiques. Entre 2018 et 2021, les inventaires ont permis de trouver quatre espèces remarquables : La Gagée velue, la Tulipe d'Agen, Tulipe sylvestre et le Chardon à épingles. Cette dernière espèce n'a été observée que dans l'aire d'étude élargie (une dizaine de pieds dans l'ourlet à Dactyle aggloméré). En dernier lieu, l'accent a été mis sur la recherche des plantes messicoles, mais les espèces à enjeu modéré à fort demeurent ces mêmes espèces.

Tableau 1 - Listes des espèces messicoles contactées en 2018 et 2022

Nom scientifique	Nom vernaculaire	Protections (BE, PN, PR)	LR France	LR PACA	Statut ZNIEF	Niveau de rareté
Gagea villosa	Gagée velue/des champs	PN1, (PNA)	LC	LC	-	2
Gladiolus italicus Mill.	Glaïeul des moissons	(PNA)	LC	LC	-	2
Papaver hybridum	Pavot hybride	(PNA)	LC	LC	-	2
Papaver rhoeas	Coquelicot	(PNA)	LC	LC	-	3
Scandix pecten-veneris	Scandix Peigne-de-Vénus	(PNA)	LC	LC	-	3
Tulipa agenensis	Tulipe d'Agen	Introduite, PN1, (PNA)	NA	NA	DT	1
Tulipa sylvestris subsp. sylvestris	Tulipe sylvestre	(PNA)	LC	NT		1
Vicia pannonica	Vesce de Hongrie	(PNA)	LC	LC	-	3
Avena fatua	Folle-avoine	(PNA)	LC	LC		3
Nigella damascena.	Nigelle de Damas	CBNA & CBMed (messicoles PACA)	LC	LC	-	-
Ranunculus arvensis	Renoncule des champs	CBNA (messicoles PACA)	LC	LC	-	-

Les enjeux floristiques du site d'étude concernent donc uniquement les trois espèces protégées au niveau national ou régional (PACA) observées dans l'aire d'étude stricte. Il s'agit de :

- La Gagée velue dite aussi « Gagée des champs » (*Gagea villosa* (M.Bieb.) Sweet) – protection nationale
- La Tulipe d'Agen (*Tulipa agenensis* DC.) – protection nationale

– La Tulipe sylvestre (*Tulipa sylvestris* sous-espèces *sylvestris* L.)

Concernant la Gagée des champs, soixante-et-un individus ont été piquetés au total. Les pieds sont situés à la limite est du golf. En 2022, un seul pied a été recensé.
La Tulipe d'Agen a été suivie en 2018, 2019 et 2020. Au total, 328 pieds ont été relevés au cours des trois années. En 2022, 68 nouveaux pieds ont été relevés.
La Tulipe sylvestre a été confirmée en 2022 après que la sous-espèce *australis* a été tout d'abord à tort identifiée. Pas moins de 101 pieds ont été piquetés. Elle se développe dans les mêmes milieux que la Tulipe d'Agen.

Une méthodologie[1] est appliquée aux données récoltées lors de ces suivis afin de modéliser la dispersion possible de ces deux populations.

Une **carte de chaleur** est utilisée pour montrer cette dispersion. Ce type de carte permet d'avoir un gradient de présence potentielle. Mais pour réaliser une carte de chaleur, il faut fournir un rayon de dispersion. Ce rayon peut être estimé grâce à l'écologie de la plante ou alors grâce à une méthode se basant sur la répartition actuelle des différents individus présents. Cette méthodologie utilise un logiciel expérimental qui permet, à l'aide d'un algorithme, d'optimiser la distance idéale pour modéliser la dispersion d'une population.

La carte obtenue permet de donner une surface sur laquelle la population est capable de se disperser, et donc où elle est potentiellement présente. La dispersion n'est pas mesurée avec des paramètres écologiques ou des connaissances scientifiques, mais se fait à partir de la répartition spatiale des individus déjà présents. Une découpe de la carte en fonction des connaissances sur l'espèce est nécessaire une fois la carte de dispersion obtenue.

Sur la carte suivante, le calcul des cartes de chaleur a été fait indépendamment pour les trois espèces, car elles n'ont pas du tout les mêmes répartitions spatiales.

La carte suivante représente donc la potentialité de dispersion pour les deux espèces protégées, dans des conditions favorables à leur développement. Actuellement, la gestion du site n'est pas entièrement favorable à ces trois espèces messicoles, qui ont besoin de conditions particulières pour bien se développer. C'est pour cela qu'aucune tulipe n'a été retrouvée en plein champ par exemple.

[1] Méthode élaborée dans le cadre de la thèse sur les translocations végétales par Margaux JULIEN, au sein du bureau d'étude Ecotonia et du Centre d'Ecologie Fonctionnelle et Evolution (CEFE), basé à Montpellier, sous la direction de Bertrand SCHATZ (directeur de recherche au CNRS) et Bruno COLAS (professeur à l'Université Paris-Saclay).

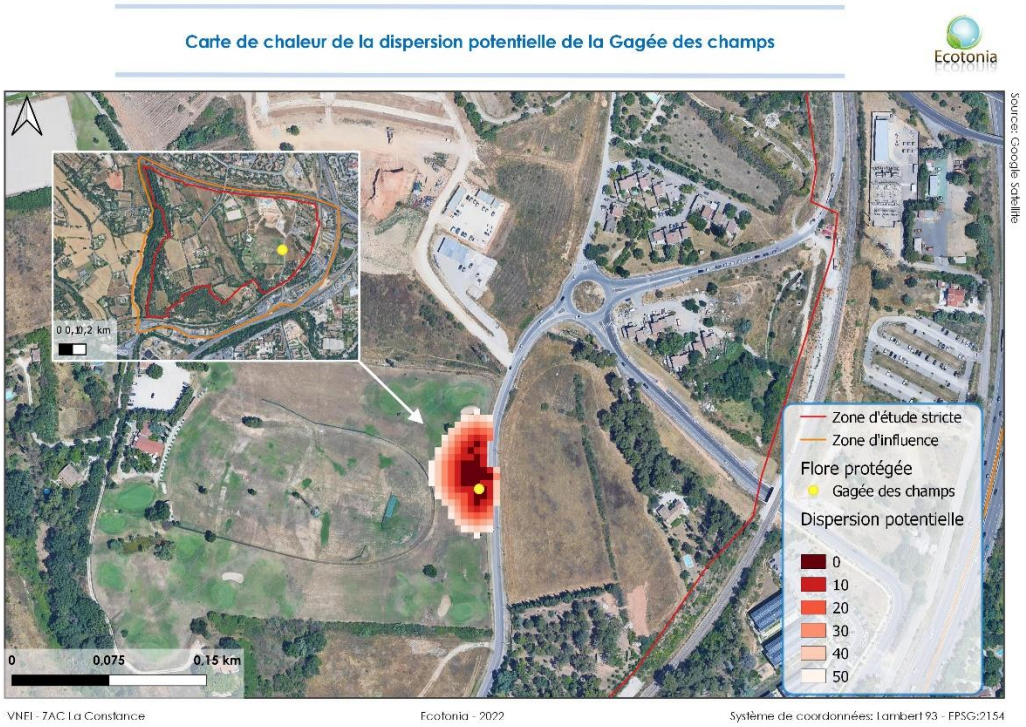


Figure 10 -Cartographie de la dispersion potentielle pour la flore protégée (Gagée des champs).

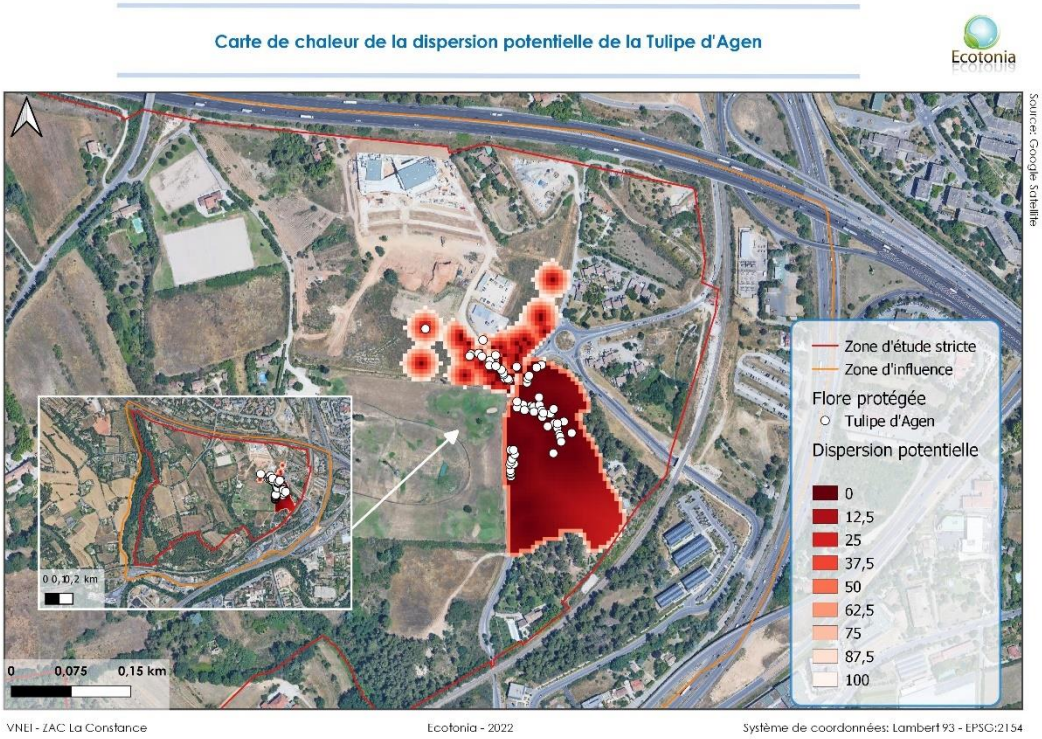


Figure 11 -- Cartographie de la dispersion potentielle pour la flore protégée (Tulipe d'Agen).

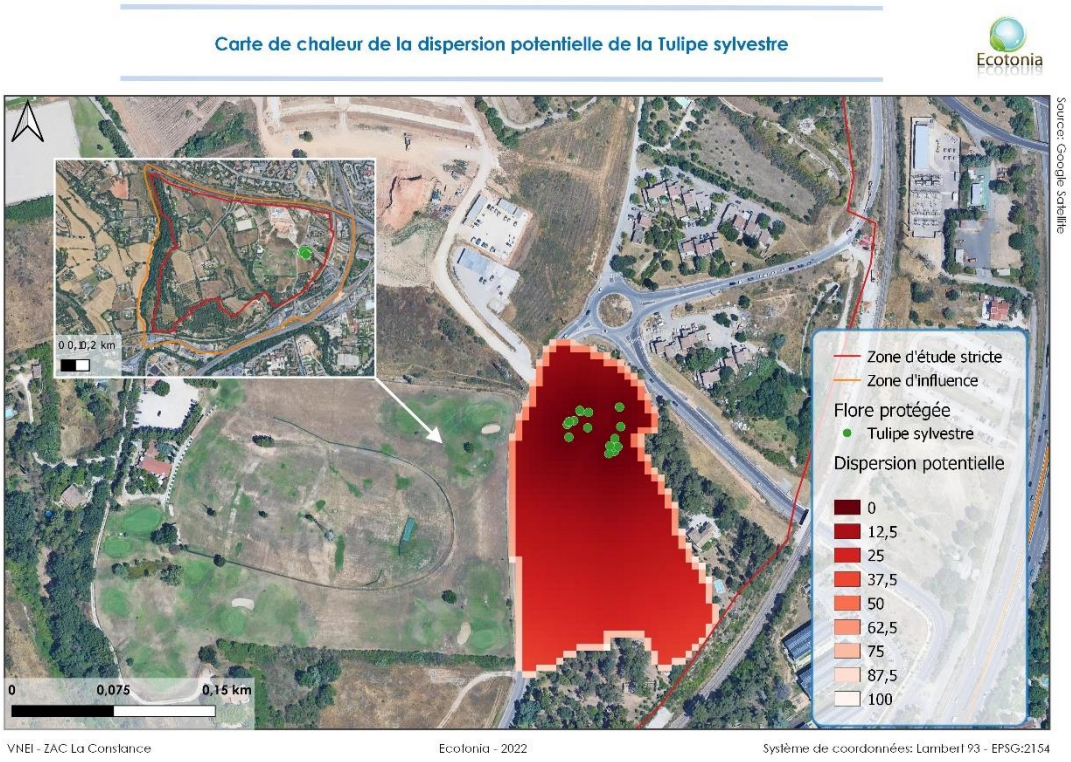


Figure 12 -Cartographie de la dispersion potentielle pour la flore protégée (Tulipe sylvestre).

Impacts en phase chantier et exploitation

Le projet d'aménagement occasionnera la destruction totale ou partielle, la dégradation et/ou l'altération de certains habitats d'espèces floristiques en phase chantier et exploitation ainsi que la destruction d'individus en phase chantier.

L'impact brut du projet, en phase chantier et exploitation, sur le Chardon à épingles est nul. Le projet n'impactera pas les pieds ni l'habitat de l'espèce située au sud, en dehors de l'aire d'étude stricte.

L'impact brut du projet sur la Gagée velue s'évalue en termes de **destruction totale des pieds** de l'espèce relevés sur le site (**61 pieds au moins comptabilisés en 2020**) et de la **surface de dispersion potentielle (0,4 ha). L'impact brut du projet, en phase chantier et exploitation, sur la Gagée velue est ainsi estimé à très fort.**

L'impact brut du projet sur la Tulipe d'Agen s'évalue en termes de **destruction totale des pieds** de l'espèce relevés sur le site (**environ 400 pieds**) et de **surface de dispersion potentielle (4,2 ha). L'impact brut du projet, en phase chantier et exploitation, sur la Tulipe d'Agen est ainsi estimé à très fort.**

L'impact brut du projet sur la Tulipe sylvestre s'évalue en termes de **destruction totale des pieds** de l'espèce relevés sur le site (**101 pieds**) et de **surface de dispersion potentielle (2,7 ha)**. **L'impact brut du projet, en phase chantier et exploitation, sur la Tulipe d'Agen est ainsi estimé à très fort.**

N.B : La méthodologie utilisée pour l'estimation de l'habitat sur le site des espèces floristiques protégées recensées est présentée au chapitre 7.1.1. Il retient la notion d'aire de dispersion potentielle qui est plus vaste que le périmètre de la seule station relevée sur le terrain.

Impact de l'OLD

Actuellement, l'impact de la ZAC en termes de débroussaillement réside dans une charge d'entretien pour les propriétaires (dont l'aménageur). Avec l'adoption du projet, les OLD se réduiront au seul périmètre des lots et aménagements de desserte et d'infrastructure. Aucune flore à enjeu ne s'y trouve. La strate herbacée est préservée par la pratique des OLD.

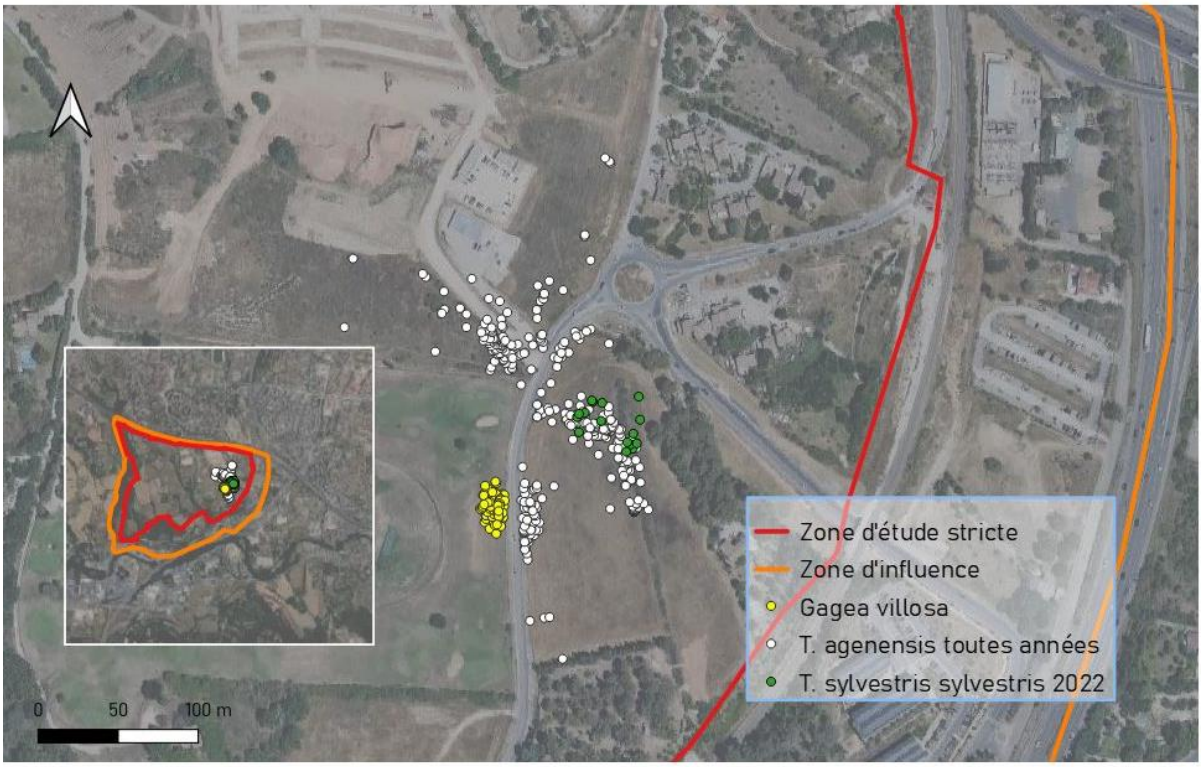


Figure 13 - Flore protégée impactée par le projet d'aménagement

1.3.4 Impacts bruts sur l'avifaune

Les enjeux sur la faune aviaire du site d'étude concernent principalement 17 espèces, dont **l'enjeu de conservation sur site est évalué au minimum à modéré**.

Impacts en phase chantier et exploitation

Le projet d'aménagement occasionnera ainsi la destruction totale ou partielle, la dégradation et/ou l'altération de certains habitats d'espèces en phase chantier et exploitation, la perturbation d'individus en phase chantier et exploitation ainsi que la destruction potentielle d'individus en phase chantier.

Les oiseaux ont une forte capacité de fuite. Aussi, le risque de destruction d'individus est limité au stade juvénile, quand l'oiseau ne peut pas encore voler. De plus, si la phase de chantier a

lieu au cours de la période de reproduction des espèces, elle peut occasionner un dérangement, une perte de territoire ou des échecs de reproduction.

1.3.4.1 Espèces à enjeu sur site fort

Le Verdier d'Europe est granivore et fréquente les parcs, vergers, jardins et en hiver les friches. Il est nicheur et hivernant sur le site et son enjeu fort de conservation l'expose aux incidences éventuelles du projet. En particulier, ses lieux de nidification dans des arbustes et arbres d'alignements et des haies ou des parcs, impactés en phase chantier et après, font considérer comme fort l'impact sur cette espèce, notamment aussi du fait du risque sur les nichées. **C'est donc à la fois sur les individus et sur ses habitats que l'impact brut est jugé fort. Les espaces qu'il occupe et utilise se confondent avec ceux qui abritent le cycle de vie du Chardonneret élégant et du Serin cini, soit 5,2 ha s'élevant à 80 % de son aire de nidification.**

1.3.4.2 Espèces à enjeu sur site modéré

Le Chardonneret élégant et le Serin cini sont des passereaux granivores relativement anthropophiles et assez communs des milieux boisés ouverts : haies, parcs, jardins, vergers situés à proximité de milieux ouverts possédant une strate herbacée dense et riche en graines pour l'alimentation (friches). Ces espèces sont sédentaires sur l'aire d'étude et probablement nicheuses. L'impact brut du projet sur ces espèces s'évalue donc en termes de **perte d'une partie de leur habitat de vie dont nidification (10,8 ha – 76 % de leur aire de nidification)**, de dérangement d'individus en phase chantier et exploitation et de destruction potentielle d'individus en phase chantier. **L'impact brut du projet est ainsi estimé à fort sur les individus et l'habitat de reproduction (nidification et alimentation). Il est modéré sur l'habitat en raison des Obligations Légales de Débroussaillement**.

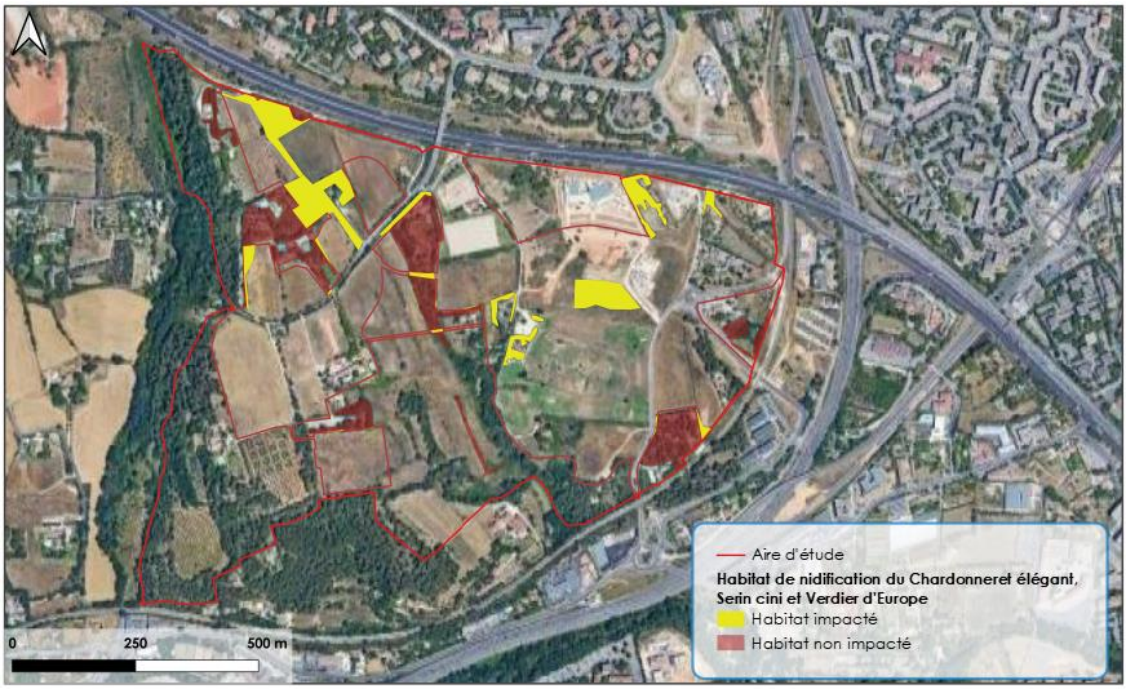


Figure 14 -Habitat de nidification favorable au Chardonneret élégant, Serin cini et Verdier d'Europe impacté par le projet d'aménagement

La Cisticole des joncs fréquente les milieux ouverts plus ou moins humides (friches, lisières de cultures, prairies…). L'espèce niche possiblement sur l'aire d'étude. L'impact brut du projet sur l'espèce s'évalue donc en termes de **perte la quasi-totalité de son habitat de nidification (5,5 ha soit 96 %)**, de dérangement d'individus en phase chantier et exploitation et de destruction potentielle d'individus en phase chantier. **L'impact brut du projet sur les individus est ainsi estimé de fort** (en raison de la présence de jeunes à l'issue de la reproduction) **à modéré** (en termes de dérangement des adultes y compris pendant la nidification où il est constitué par un risque de dérangement). **L'impact est fort sur l'habitat d'espèce étant donné le pourcentage d'habitat détruit**, même si cet impact pour les seules dégradations reste modéré.



Figure 15 : Habitat de nidification favorable à la Cisticole des joncs, impacté par le projet

La Fauvette mélanocéphale fréquente principalement les maquis d'une hauteur d'un ou deux mètres avec ou sans arbres clairsemés. Elles nichent dans les habitats buissonnants. L'espèce est sédentaire et nicheuse probable sur l'aire de projet. L'impact brut du projet sur l'espèce s'évalue donc en termes de **perte d'une partie de son habitat de vie dont nidification (10,7 ha soit 73,8 %)**, de dérangement d'individus en phase chantier et exploitation et de destruction potentielle d'individus en phase chantier. Étant donné le pourcentage d'habitat de l'espèce qui sera détruit mais aussi l'importance de cette destruction en valeur absolue, **l'impact brut du projet est estimé à fort, y compris sur les individus dont les jeunes seront exposés**.



Figure 16 : Habitat de nidification favorable à la Fauvette mélanocéphale, impacté par le projet

Le Faucon crécerelle utilise des habitats tels que des espaces cultivés ou peu boisés et landes. La présence de perchoirs, d'arbres et de milieux agricoles servant de terrain de chasse lui permet de satisfaire ses besoins à l'année. L'espèce est considérée comme sédentaire sur le site et possiblement nicheuse dans les boisements de l'aire d'étude. L'impact brut du projet sur cette espèce s'évalue donc en termes de **perte d'une partie de son habitat de vie y compris de nidification (4,3 ha soit 40,2 %)**, de dérangement d'individus en phase chantier et exploitation et de destruction très éventuelle d'individus (pontes ou pulli) en phase chantier. **L'impact brut du projet est ainsi estimé à fort sur les individus et l'habitat de l'espèce, hormis en fonctionnement du projet en ce qui concerne les Obligations Légales de Débroussaillement jugées de faible impact.**



Figure 17 : Habitat de nidification favorable au Faucon crécerelle et à la Tourterelle des bois, impacté par le projet d'aménagement

Le Pic épeichette vit dans les espaces boisés de feuillus, préférant les boisements humides de type ripisylve. Il est nécessaire pour l'espèce de pouvoir y trouver des arbres tendres, sénescents ou morts, pour y créer ou trouver des cavités. L'espèce est considérée comme sédentaire sur le site et nicheuse dans certains boisements de l'aire d'étude.

Le Rollier d'Europe est une espèce qui a été observée sur le site. Cet estivant-nicheur cavernicole arboricole est probablement nicheur sur la zone d'étude.

L'essentiel des vieux arbres favorables au Rollier ou au Pic épeichette ne seront pas touchés par le projet. Néanmoins, les incidences sur certains arbres potentiellement accueillants pour leur nidification conduisent à retenir **un impact brut fort pour ces oiseaux dont les jeunes pourraient être victimes**. Pendant la reproduction, les adultes peuvent être dérangés ou perturbés si bien qu'**un impact modéré sur la nidification peut être considéré**.

Quant à leur habitat typique de vieux arbres, l'impact reste fort pour le Rollier si l'on considère la forte proportion de destruction à prévoir et les dérangements en phase chantier ou en raison des OLD. En revanche, le Pic épeichette se contente d'arbres de moins grandes dimensions et moins âgés, bien plus abondants dans le boisement de la Thumine. Ainsi, **l'impact brut pour l'habitat de l'Épeichette reste faible** en raison de la très faible portion de son territoire favorable dégradé ou détruit par le projet (moins de 1 %).



Figure 18 : Habitat de nidification favorable au Pic épeichette et au Rollier d'Europe, impacté par le projet d'aménagement

La Linotte mélodieuse et le Tarier pâtre tout deux d'enjeu modéré sur site, occupent des milieux similaires. Alors que les deux espèces sont observées en passage et en fin d'hivernage / début de printemps, ces observations ont permis de conclure à une situation de nidification pour le Tarier et non pour la Linotte. En effet, le Tarier pâtre est nicheur précoce et a été observé dans des conditions favorables. Les impacts sont donc à distinguer entre ces deux espèces.

La Linotte mélodieuse : en raison de son statut de passage et son enjeu sur site, les impacts sur elle sont **faibles, voire négligeables** s'agissant des dégradations possibles de son milieu propice à l'hivernage qui pourraient résulter des seules obligations de débroussaillement, son habitat se reconstituant entre deux saisons.

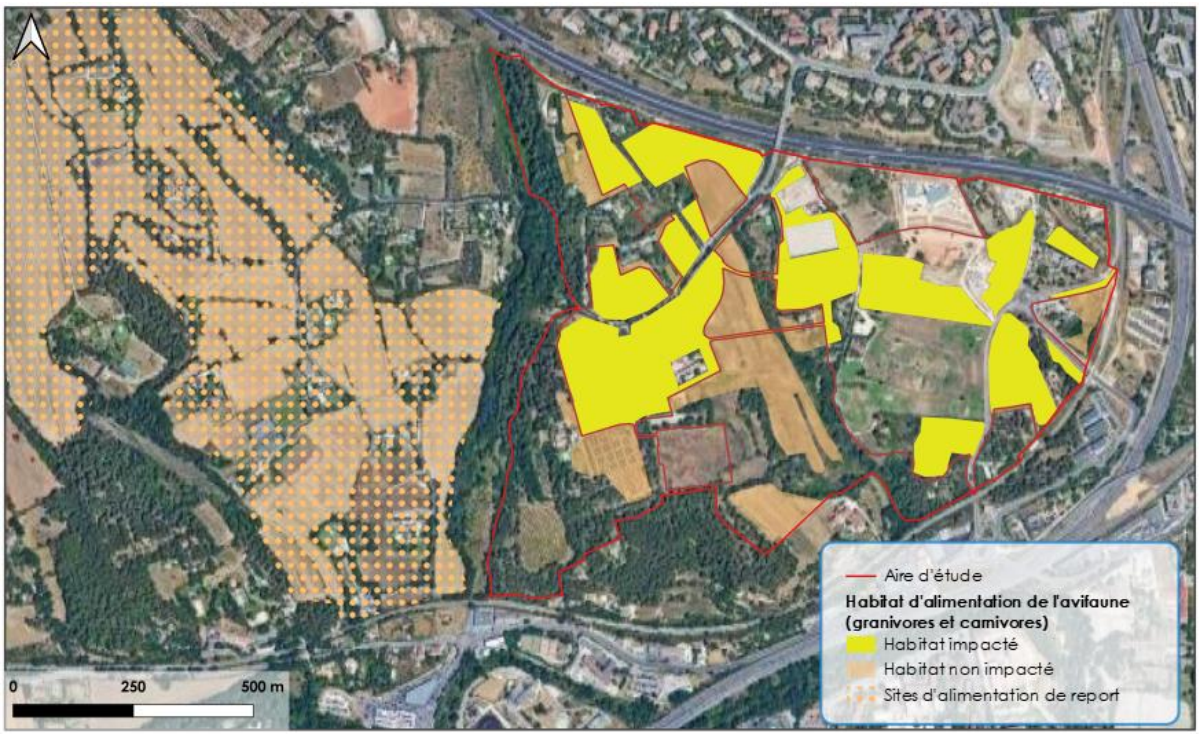
Le Tarier pâtre : s'agissant d'un oiseau considéré comme nicheur sur le site d'étude, les **impacts sont estimés à fort sur les individus et sur les habitats**, sauf ceux qui ne relèveraient que de perturbation ou dégradation du milieu.

Le Bruant des roseaux a été vu en période caractéristique d'escale migratoire mais il est susceptible de demeurer en hivernage. L'impact brut du projet sur l'espèce s'évalue en termes de perte d'une partie des sites de repos de l'espèce et en termes de dérangement d'individus au cours de la phase chantier et exploitation. N'étant pas nicheur sur l'aire d'étude, le risque de destruction d'individus et le dérangement des espèces en phase de reproduction sont nuls. En revanche, l'atteinte que subiraient ses habitats privilégiés se matérialise par la reconfiguration du talweg en eau et la disparition des friches à ses abords. Ainsi, les **impacts bruts du projet sur le Bruant des roseaux sont faibles.**

La Chevêche d'Athéna fréquente les vergers et milieux semi-ouverts, friches arborées et ruines ou rocailles. Sur le site, ces milieux sont surtout en dehors du projet, mais une haie favorable

pourrait être impactée par l'emprise des travaux. L'**impact brut sur l'espèce est donc fort pour les individus.**

Le milieu de recherche de nourriture pour l'élevage des jeunes et les espaces de repos étant



perturbés ou dégradés à l'occasion du chantier ou pendant la vie du quartier, y compris au terme des travaux d'OLD, **l'impact brut sur les habitats est également fort.**

Figure 19 : Sites d'alimentation favorables aux espèces de granivores à enjeu de conservation, impactés par le projet et zone de report possible

L'Hirondelle rustique, l'Hirondelle de fenêtres et le Martinet noir utilisent le site en période de migration (halte migratoire). Ces espèces se nourrissent au-dessus des surfaces urbaines sous rurales pendant la reproduction. Le site n'est pas favorable à la nidification de l'Hirondelle de fenêtres et au Martinet noir. Les deux bâtis en ruine potentiellement favorables ont été inspectés. Ils n'étaient pas occupés, mais sont susceptibles d'accueillir les hirondelles rustiques. L'impact brut du projet sur l'espèce s'évalue en termes de perte d'une partie de l'habitat d'escale migratoire et de zones de chasse (22,3 ha soit 66%) et en termes de dérangement d'individus au cours de la phase chantier et exploitation ; le secteur où des sites de nidification potentiels ont été relevés n'est pas impacté. Ainsi, **les impacts bruts du projet sur ces espèces sont forts pour les nichées** au moins en ce qui concerne l'Hirondelle rustique voire dans une moindre mesure, l'Hirondelle de fenêtre et le Martinet noir. Dans la mesure où toutes ont besoin des espaces de chasse riches en ressources alimentaires (insectes), **la dégradation et la perturbation momentanée de leur milieu d'évolution font partie des impacts sur les habitats d'espèces.**

La Corneille noire est ubiquiste, mais niche dans les arbres exclusivement. Les bosquets et lisières de la Thumine lui sont les plus favorables. Son enjeu régional est modéré et les impacts qui la menacent sur le site sont essentiellement liés à l'abattage des arbres où elle nicherait avec

risque de destruction des individus (risque sur les nichées et perturbation des adultes). La destruction partielle de ses espaces d'alimentation est aussi en cause. Le projet ne touche pas le boisement de la Thumine qui lui est le plus favorable, mais presque 20 % de son habitat de reproduction sera détruit si bien que **les impacts bruts sur les individus et les espaces de reproduction (repos-alimentation) demeurent modérés.** Le projet n'impactant cependant pas le boisement ouest, les incidences du projet sont faibles en termes de dégradation et de perturbation des habitats de cette espèce.

La Tourterelle des bois n'a été observée qu'une fois sur le site et avait été supposée présente auparavant du fait de la présence des habitats forestiers qui lui sont favorables.
L'impact encouru réside surtout dans la destruction des nichées. Il est modéré compte tenu du maintien des surfaces boisées de la Thumine. Pour les adultes nicheurs, il est seulement faible eu égard à leur capacité de fuite. Comme la superficie des biotopes favorables qui sont atteints ne représente que 20 % de ceux qui sont répertoriés sur le site d'étude, **l'impact sur ses habitats est modéré**, notamment s'agissant des dégradations potentielles.

1.3.4.3 Espèces à enjeu sur site faible

Le Pipit farlouse et le Bruant proyer fréquentent le site en période d'hivernation et/ou pour le transit, mais les habitats présents sont très favorables. D'ailleurs, des pipits farlouses ont été vus en avril et leur nidification est possible.
Ces espèces utilisent les cultures et les friches du site pour l'alimentation.

- Étant essentiellement hivernants quoique potentiellement nicheurs dans l'aire d'étude, le risque de destruction d'individus et le dérangement pour ces espèces est jugé **faible**.
- L'impact brut du projet sur ces espèces s'évalue en termes de perte d'une partie de l'habitat d'hivernage, de sites de repos et de zones d'alimentation (22,3 ha soit 66%). Ce risque peut être évalué à **faible**.

Ainsi, les impacts bruts du projet sur ces espèces sont globalement **faibles**.

La Bouscarle de Cetti fréquente le site uniquement en période d'hivernation et/ou pour le transit. Les **impacts bruts du projet sur cette espèce sont négligeables.** Ils s'évaluent uniquement en termes de dérangement d'individus au cours de la phase chantier et exploitation. N'étant pas nicheurs sur l'aire d'étude, le risque de destruction d'individus et le dérangement des espèces en phase de reproduction sont nuls. Les habitats favorables au repos et/ou à l'hivernation de l'espèce : ripisylve de la Thumine et boisement du vallon central ne sont pas impactés par le projet d'aménagement.

Lors des campagnes d'inventaires, d'autres espèces à faible enjeu de conservation sur site ont été contactées. La Buse variable, la Chouette hulotte, l'Autour des palombes, l'Épervier d'Europe sont sédentaires et potentiellement nicheuses dans les boisements de l'aire d'étude, dont les plus favorables sont situés à l'ouest (ripisylve de la Thumine) et au sud, non impactés par le projet d'aménagement. **L'impact concernant leurs lieux de nidification est donc négligeable** même si **celui qui concerne les perturbations et atteintes à leurs terrains de chasse (22,3 ha) est encore estimé à 'faible'**. À noter que des zones de chasse potentielles sont présentes à proximité du site. Le Grand duc d'Europe est éventuellement nicheur à proximité

et semble utiliser le site comme terrain de chasse seulement, si bien que l'impact dessus est uniformément négligeable. Quoique migrateurs, la Huppe fasciée et le Hibou Petit-duc scops ont des exigences proches et donc un impact encouru similaire.

Pour les espèces migratrices présentes seulement en halte de repos, les impacts sur les habitats sont encore moindres et sont donc classés « négligeables ». Il en va de même concernant les risques de destruction et dérangements des individus. C'est le cas pour le Rossignol philomèle et le Pouillot véloce, le Circaëte Jean-le-Blanc, l'Alouette lulu.

1.3.4.4 Espèces à enjeu sur site très faible à négligeable

Vingt-six espèces à enjeu de conservation ont été évaluées de très faible à négligeable sur le site : Bondrée apivore, Milan noir, Busard des roseaux, Grand Cormoran, Grue cendrée, Héron garde-bœufs fréquentent le site lors de transits, pour l'hivernation et/ou l'alimentation. Le Héron cendré, l'Alouette des champs et le Tarin des aulnes viennent surtout en hivernage. Toutes ces espèces ne nichent pas sur le site. Les risques de destruction d'individus et de dérangement des espèces en période de reproduction sont donc nuls. Les **impacts bruts du projet sur ces espèces sont négligeables.** Ils s'évaluent uniquement en termes de dérangement d'individus en phase chantier et exploitation et en termes de perte d'une partie de zones d'alimentation. À noter que des zones d'alimentation (cultures…) sont présentes à proximité du site.

Impact de l'OLD sur les espèces patrimoniales à enjeu

L'impact de l'OLD sur les espèces d'oiseaux est temporaire, mais régulier. Il s'évalue en termes de perturbation d'individus, destruction potentielle d'individus nichant à faible hauteur et dégradation et perturbation des habitats d'espèces, notamment de nidification.

Les impacts de l'OLD sont en moyenne faibles, toutes espèces confondues. Cependant, les impacts sont plus élevés sur les individus (nichées surtout) que sur les habitats y compris ceux qui sont favorables à la nidification. En outre, moyennant un dégagement suffisant et le respect des isolements entre « bouquets » arborés prescrits dans l'arrêté préfectoral, les arbres remarquables seront conservés sur l'emprise des OLD.

Toutes les espèces pouvant être impactées par les OLD feront l'objet d'une vigilance accrue dans la façon de traiter les chantiers de débroussaillage. Une mesure de réduction et d'accompagnement sera prévue à cet effet.

1.3.5 Impacts bruts sur les amphibiens

La zone d'étude présente un site globalement peu favorable aux amphibiens. Seule la mare sur l'aire de projet du golf abrite des espèces au cycle de vie aquatique. Des zones humides temporaires de type flaques ou ornières peuvent être présentes sur toute l'aire de projet lors d'épisodes pluvieux et permettre la ponte d'espèces, principalement celle d'espèces à phase terrestre prépondérante. L'enjeu réside principalement dans le fait que le lieu puisse être une zone de transit. Quatre espèces (ou groupe d'espèces) d'amphibiens à enjeu faible ont été contactées sur l'aire d'étude : la Rainette méridionale, le Crapaud épineux et des individus de Grenouille « verte » dont Grenouille rieuse.

Impacts en phase chantier et exploitation

Les travaux de défrichement, terrassements, constructions… engendrés lors de la phase chantier du projet seront situés sur des milieux propices aux cycles biologiques des différents amphibiens comprenant notamment la mare du golf.

Les amphibiens ont une faible capacité de fuite. Aussi le risque de destruction d'individus est fort, d'autant plus aux stades larvaires. Ces espèces sont cantonnées aux milieux aquatiques. De plus, si la phase de chantier a lieu au cours de la période de reproduction des espèces, elle peut occasionner un dérangement, une perte de territoire ou des échecs de reproduction.

Le projet d'aménagement occasionnera la destruction totale du site de reproduction principal (397 m² soit 100%), la destruction partielle des sites d'hivernation (1,17 ha soit 8 %), la perturbation et la destruction d'individus en phase chantier. De ce fait, **l'impact brut du projet est estimé à fort sur les individus, fort sur les habitats de reproduction et faible sur les habitats d'hibernation et axes de déplacement** étant donné les surfaces importantes hors impact (vallon de la Thumine et sud de l'aire d'étude).



Figure 20 : Sites de reproduction et d'hivernation favorables aux espèces d'amphibiens, impactés par le projet

Impact de l'OLD

L'impact de l'OLD sur les espèces d'amphibiens est temporaire, mais régulier. Il s'évalue en termes de perturbation et destruction potentielle d'individus en transit et sur les sites d'hivernation et dégradation et perturbation des habitats d'hivernation. Il s'agit de noter que les interventions risquent d'entrainer la suppression de caches et autres micro-habitats favorables aux espèces.

Les impacts de l'OLD sont forts pour les individus et faibles pour les habitats (qui se reconstituent). À terme, le projet dans sa phase de fonctionnement (exploitation) verra l'impact des OLD réduit au périmètre de zone urbaine, passant ainsi de 100 ha à **26 ha** (non compris l'assiette du bâti).

1.3.6 Impacts bruts sur les reptiles

Cinq espèces de reptiles sont présentes sur l'aire d'étude. Les enjeux de conservation à l'échelle du site concernant ce groupe sont modérés.

Les reptiles même s'ils sont réactifs ont une faible capacité de fuite, et ceux-ci ont tendance à trouver une cache très proche voire à s'enfouir plus profondément sur place. Ils réalisent leur cycle de vie dans un rayon allant jusqu'à 10 km de leur site de naissance.

Impacts en phase chantier et exploitation

Les travaux de libération des emprises peuvent entrainer la destruction de reptiles qui sont potentiellement présents le long des lisières et des friches. Cet impact est susceptible d'arriver

si les travaux sont conduits pendant la période d'activité des reptiles, à savoir au printemps et en été. Si l'individu est rendu actif en période hivernale, il ne survivra pas s'il ne retrouve pas un gite à proximité. Effectivement, durant la période de léthargie hivernale, leur capacité de fuite est fortement affaiblie, dès fin novembre jusqu'en mars.

Le projet d'aménagement occasionnera ainsi la destruction totale ou partielle, la dégradation et/ou l'altération de certains habitats d'espèces en phase chantier et exploitation, la rupture de continuité écologique, la perturbation d'individus en phase chantier et exploitation ainsi que la destruction potentielle d'individus en phase chantier.

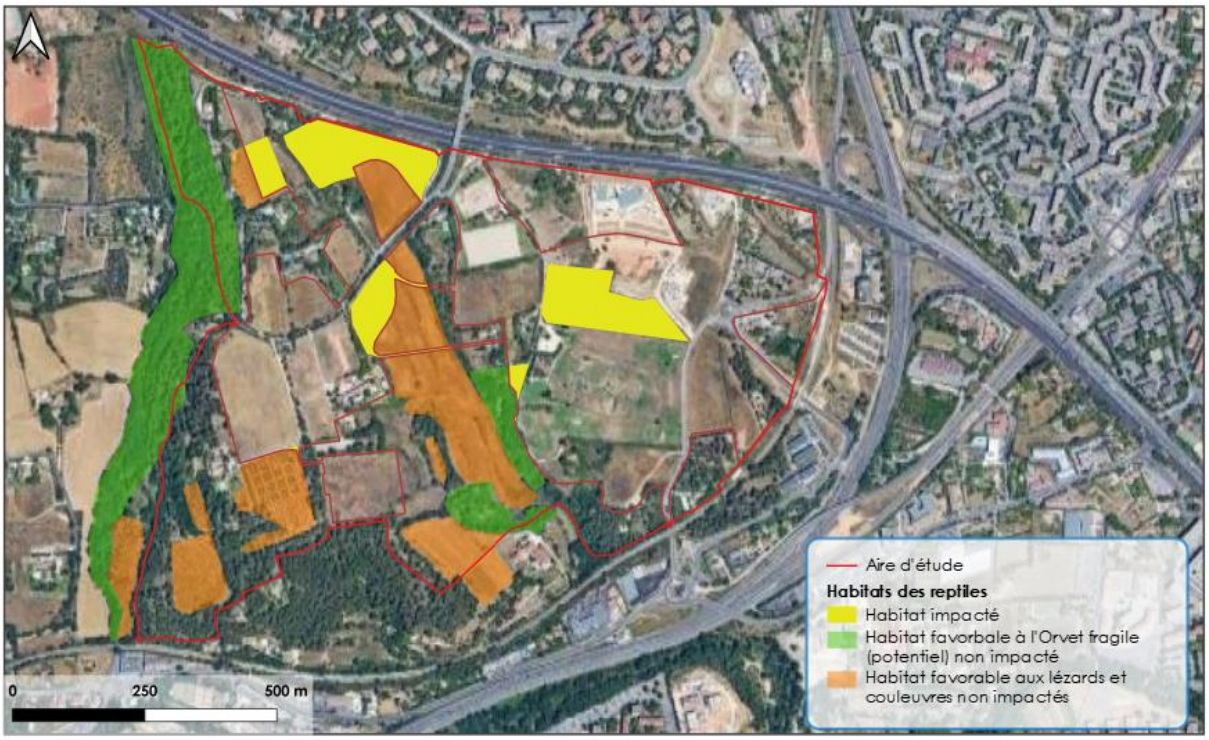


Figure 21 : Habitats favorables aux reptiles, impactés par le projet

1.3.6.1 Espèces à enjeu de conservation modéré

Le Psammodrome d'Edwards est un lézard qui affectionne les zones arides méditerranéennes, les milieux ouverts avec une couverture faible notamment garrigues et maquis bas, plaine caillouteuse, pâturages, les pelouses à brachypodes, à thym, romarin… L'impact sur l'espèce s'estime donc en termes de perturbation et destruction potentielle d'individus, de destruction de l'habitat le plus favorable à l'espèce (2,2 ha soit 100 %), de dérangement et de rupture de continuité écologique. **L'impact brut du projet sur l'espèce est estimé à fort sur les individus et modéré sur l'habitat d'espèce** étant donné son statut sur le site (modéré).

La Couleuvre de Montpellier est particulièrement ubiquiste. Elle est préférentiellement présente en milieux ouverts et zone d'écotones. L'impact sur l'espèce s'estime donc en termes de perturbation et destruction potentielle d'individus, de destruction d'une partie de l'habitat de vie (6 ha soit 32 %), de dérangement et de rupture de continuité écologique. À noter que de nombreux milieux ouverts situés à proximité du site sont favorables à l'espèce. **L'impact brut du**

projet est ainsi estimé à fort sur les individus et faible sur l'habitat d'espèce étant donné le pourcentage d'habitat détruit.

1.3.6.2 Espèces à faible enjeu de conservation

Le Lézard des murailles est une espèce avérée. Très ubiquiste et commensale de l'homme, cette espèce se rencontre dans une multitude de milieux naturels ou anthropiques. Le projet d'aménagement entrainera la perte d'une partie de l'habitat de vie (non évaluable), le dérangement d'individus en phase chantier et exploitation et la destruction potentielle d'individus en phase chantier. **L'impact brut du projet est estimé à modéré sur les individus et très faible sur l'habitat d'espèce** compte tenu de son écologie anthropophile.

Le Lézard à deux raies est présent en végétation basse, en garrigues, dans les jardins, en lisière de forêt, mais nécessite un certain calme. L'impact sur l'espèce s'estime donc en termes de perturbation et destruction potentielle d'individus, de destruction d'une partie de l'habitat de vie (6 ha soit 32 %), de dérangement et de rupture de continuité écologique. **L'impact brut du projet est ainsi estimé à fort sur les individus et faible sur l'habitat d'espèce** étant donné le faible pourcentage d'habitat détruit et les habitats naturels présents à proximité.

L'Orvet fragile est potentiel sur le site. Très ubiquiste, ne nécessitant que peu d'humidité, l'Orvet fragile se rencontre dans multitude de milieux où la végétation est abondante (ourlets herbacés, ronces, ou encore litière végétale.). L'impact brut du projet sur l'espèce s'évalue en termes de dérangement d'individus en phase chantier et exploitation. Le risque de destruction directe résulte surtout des débroussaillements lors du passage des machines et engins (**enjeu fort sur les individus combiné à un enjeu faible de dérangements et perturbations dû au chantier en cours d'exploitation**). **L'incidence sur le milieu de vie est très faible,** car les espaces potentiellement occupés sont surtout ceux qui sont intouchés par le projet (Thumine). En effet, la surface de boisements favorables à l'espèce impactée représente 0,16 ha soit 1%. Autour de ce biotope forestier et buissonnant, les corridors en espaces semi-ouverts et boqueteaux (« patchs » ou « pas-d'âne ») risque d'être dégradés par le chantier de débroussaillement surtout, en phase exploitation, et donc l'impact attendu existe. Il est **faible**.

Méditerranéenne stricte, avec une forte affinité anthropophile, la Tarente de Maurétanie se rencontre quasiment exclusivement sur les zones urbaines. Le projet d'aménagement entrainera la perte d'une partie de l'habitat de vie, le dérangement voire un risque de destruction d'individus en phase chantier et exploitation (dont débroussaillement). **L'impact brut du projet est estimé à fort sur les individus et très faible sur l'habitat d'espèce** compte tenu du caractère provisoire des dégradations consécutives au débroussaillement et à l'exploitation et au caractère artificiel presque absent de son habitat.

Impact de l'OLD

L'impact de l'OLD sur les reptiles est temporaire, mais régulier. Il s'évalue en termes de perturbation et destruction potentielle d'individus et dégradation et perturbation des habitats de vie. Il s'agit de noter que les interventions risquent d'entrainer la suppression de caches et autres micro-habitats favorables aux espèces.

Les impacts de l'OLD sont forts pour les individus et faibles pour les habitats (qui se reconstituent), mais varient à la marge selon que l'espèce occupe de toute manière un milieu

anthropisé comme la Tarente ou le Lézard des murailles. Dans ce cas, l'impact brut des débroussaillements concernant leur habitat sera faible. À terme, le projet dans sa phase de fonctionnement (exploitation) verra l'impact des OLD réduit au périmètre de zone urbaine, passant ainsi de 100 ha à **26 ha** (non compris l'assiette du bâti).

1.3.7 Impacts bruts sur les invertébrés

Une espèce d'invertébrés à enjeu de conservation fort a été contactée sur l'aire d'étude : le Grand Capricorne. L'Écaille chinée et le Lucane Cerf-volant sont à enjeu modéré sur site.

Les insectes ont une faible capacité de fuite. En effet, la plupart ont de faibles vitesses de déplacements, et certains passent une partie de leur cycle de vie sous forme immobile ou quasi immobile : chrysalide, larve… Certains sont très inféodés à leur milieu. Notamment, les papillons, très spécialisés en période de reproduction, qui, pour la plupart nécessitent la présence de leur plante hôte (nourricière) au développement de la chenille. Les coléoptères saproxylophages, ne se nourrissant que de bois mort, sont spécialisés par leur alimentation…

Les insectes réalisent leur cycle de vie en grande partie à l'état larvaire très peu mobile, voire statique, si bien que le risque de destruction d'individu est élevé.

Impacts en phase chantier et exploitation

Le Grand Capricorne et le Lucane cerf-volant sont des espèces xylophages. Les larves consomment le bois vivant des chênes, généralement sénescents. Leur présence est avérée sur les habitats de chênaies ou sur les chênes isolés, notamment au niveau du boisement au sud du vallon central et dans la ripisylve de la Thumine. L'impact brut du projet sur ces deux espèces s'évalue donc principalement en termes de dérangement d'individus en phase chantier et exploitation, les boisements qui leur sont favorables n'étant pas impactés. Toutefois, au moins deux arbres sénescents pouvant être potentiellement favorables aux espèces seront détruits. Il peut donc, sur ce secteur, y avoir également destruction potentielle d'individus en phase chantier. **L'impact brut du projet est ainsi estimé à fort sur les individus** (œufs et larves voire adultes potentiellement en danger pendant le chantier et les OLD notamment). L'habitat qui est constitué de quelques arbres sénescents repérés est, lui, mieux connu, et considéré comme **négligeable** du fait de la préservation du vallon de la Thumine. Les éventuelles dégradations des milieux favorables par les OLD sont considérées comme un impact **faible**.

L'Écaille chinée est une espèce commune notamment dans les zones rudérales. L'habitat de vie le plus favorable à l'espèce sur le site est situé dans la ripisylve de la Thumine. Celle-ci n'étant pas impactée par le projet d'aménagement, **les impacts bruts sont faibles sur les habitats favorables et négligeables pour les adultes et chenilles en termes de perturbations.** En revanche, les individus, quel que soit leur stade peuvent être détruits lors d'opérations d'OLD, d'où un **impact fort** à ce stade.

Impact de l'OLD

L'impact de l'OLD sur les habitats d'espèces d'insectes à enjeu est temporaire. En outre, moyennant un dégagement suffisant et le respect des isolements entre « bouquets » arborés

prescrits dans l'arrêté préfectoral, les arbres remarquables favorables aux espèces xylophages seront conservés sur l'emprise des OLD.

Les impacts de l'OLD sont forts pour les individus et faibles pour les habitats d'hivernation (qui se reconstituent), s'agissant d'espèce communes. À terme, le projet dans sa phase de fonctionnement (exploitation) verra l'impact des OLD réduit au périmètre de zone urbaine, passant ainsi de 100 ha à **26 ha** (non compris l'assiette du bâti).



Figure 22 : Habitats favorables aux insectes à enjeu, impactés par le projet

1.3.8 Impacts bruts sur les mammifères terrestres

Cinq espèces de mammifères terrestres ont été contactées sur le site. **Les enjeux de conservation sont évalués de faibles à négligeables pour ces espèces.** De plus, trois espèces sont considérées potentielles sur l'aire de projet global. Elles ont un enjeu de faible à modéré.

Les mammifères ont une relativement forte capacité de fuite. En effet, la plupart ont d'assez grandes vitesses de déplacements, et font preuve d'agilité.

Impacts en phase chantier et exploitation

Si la phase de chantier a lieu au cours de la période de reproduction des espèces, elle peut occasionner un dérangement, une perte de territoire ou des échecs de reproduction. Si elle a lieu pendant la période d'élevage des juvéniles et que les nids ou terriers sont présents sur l'emprise, l'impact de destruction d'individus est à prendre en compte.

La Musaraigne commune ou musette est anthropophile. On la rencontre partout et surtout dans les jardins et près des habitations, fermes et hameaux. Toutefois, elle fréquente plutôt les milieux semi-ouverts à tendance sèche (haies, friches, prairies avec buissons, milieux rocheux et murets de pierres sèches). Elle est avérée sur le site et peut donc être présente sur les terrains concernés par l'assiette du projet. Étant donnée l'écologie anthropophile de l'espèce, l'impact sur l'espèce s'estime en termes de destruction potentielle d'individus et dérangement durant la phase chantier et exploitation. Quoique d'enjeu faible, le risque de destruction d'une

portion importante de son habitat sur le site du projet représente en définitive un impact modéré. **L'impact brut du projet sur l'espèce est estimé à modéré.**

Le Lapin de Garenne est avéré sur le site. Il peut fréquenter presque tous les milieux ouverts du site d'étude hormis les parcelles en monoculture. Étant donnée l'écologie de l'espèce, les impacts bruts s'estiment en termes de destruction potentielle d'individus et dérangement durant la phase chantier et exploitation. Quoique d'enjeu faible, le risque de destruction d'une portion importante de son habitat sur le site du projet représente en définitive un impact modéré. **L'impact brut du projet sur l'espèce est estimé à modéré.**

Le Hérisson d'Europe se rencontre partout où il peut trouver gite et nourriture. On peut ainsi l'observer ainsi en lisière de forêt, dans les prés bordés de haie (paysage de bocage) ou dans les parcs et jardins. Potentiel sur l'ensemble de l'aire d'étude, les impacts retenus s'estiment en termes de destruction potentielle d'individus et dérangement durant la phase chantier et exploitation. Quoique d'enjeu faible, le risque de destruction d'une portion importante de son habitat sur le site du projet représente en définitive un impact modéré. **L'impact brut du projet sur l'espèce est estimé à modéré.**

L'Écureuil roux est strictement forestier et arboricole, présent dans les boisements. Il fréquente essentiellement la frondaison des arbres, mais est également observé au sol pour la recherche de nourriture. Il peut se rencontrer dans l'ensemble des boisements sur site y compris haies avec grands arbres. Les principaux boisements de l'aire d'étude n'étant pas impactés, **l'impact brut du projet sur l'espèce est estimé à modéré** (perturbation/dégradation de ses habitats) et en termes de perturbation et destruction potentielle d'individus.

Les impacts bruts du projet sont évalués à négligeables pour les trois espèces avérées à enjeu négligeable (Sanglier, Chevreuil européen, Renard roux).

Impact de l'OLD

L'impact de l'OLD sur les espèces de mammifères à enjeu est temporaire. Il s'évalue en termes de perturbation et destruction potentielle d'individus et perturbation de leurs habitats de vie.

Considérant la capacité de fuite des mammifères non volants, les impacts de l'OLD sont considérés modérés pour les individus (mobiles) et modérés pour les habitats d'espèces.

À terme, le projet dans sa phase de fonctionnement (exploitation) verra l'impact des OLD réduit au périmètre de zone urbaine, passant ainsi de 100 ha à **26 ha** (non compris l'assiette du bâti).

1.3.9 Impacts bruts sur les chiroptères

Les enjeux concernant les chiroptères du site d'étude concernent 8 espèces ou groupes d'espèces à enjeu de conservation évalué de très faibles à modéré.

Les chiroptères peuvent posséder des gites d'hivernage différents de leurs gites d'estive. Les gites d'hivernage sont utilisés à des fins d'hibernation. Ils n'en sortent que très peu, durant la

mauvaise saison. Les gites d'estive sont des gites permettant de passer la journée au calme. Les chauves-souris sont très cantonnées aux gites de repos. Ils peuvent être de différentes sortes, arboricoles, cavernicoles, parfois anthropiques.

Les chauves-souris se déplacent beaucoup, parfois migratrices, elles peuvent effectuer des déplacements jusqu'à 2000 km entre leurs gites estivaux et hivernaux. Durant la période estivale, elles se déplacent toutes les nuits à des fins de chasse. Les distances pour se rendre à leur zone de chasse varient entre 5 km et 30 km. Pour leurs déplacements, les chiroptères empruntent les structures linéaires du paysage : les alignements de buissons et d'arbres, les haies, les cours d'eau, les lisières forestières, les fossés… Leurs zones de chasse de prédilection sont souvent des forêts de feuillus, des friches, ou des zones humides. Ces zones sont riches en insectes. Certaines espèces utilisent aussi les sources lumineuses des agglomérations pour chasser.

Deux espèces utilisent le site uniquement lors de déplacements, sept espèces pour la chasse et le gite, notamment dans la ripisylve et/ou le boisement au sud du vallon central présentant des sujets arboricoles aux propriétés chiroptériques et des bâtis en ruine.

Impacts en phase chantier et exploitation

Le projet d'aménagement occasionnera ainsi la perturbation et la destruction partielle de site de chasse et de corridors écologiques ainsi que la perturbation d'individus en phase chantier et exploitation. La ripisylve et le boisement au sud du vallon central sont situés hors de l'emprise du projet et du chantier.

Représentation cartographique des enjeux surfaciques et habitats favorable aux chiroptères

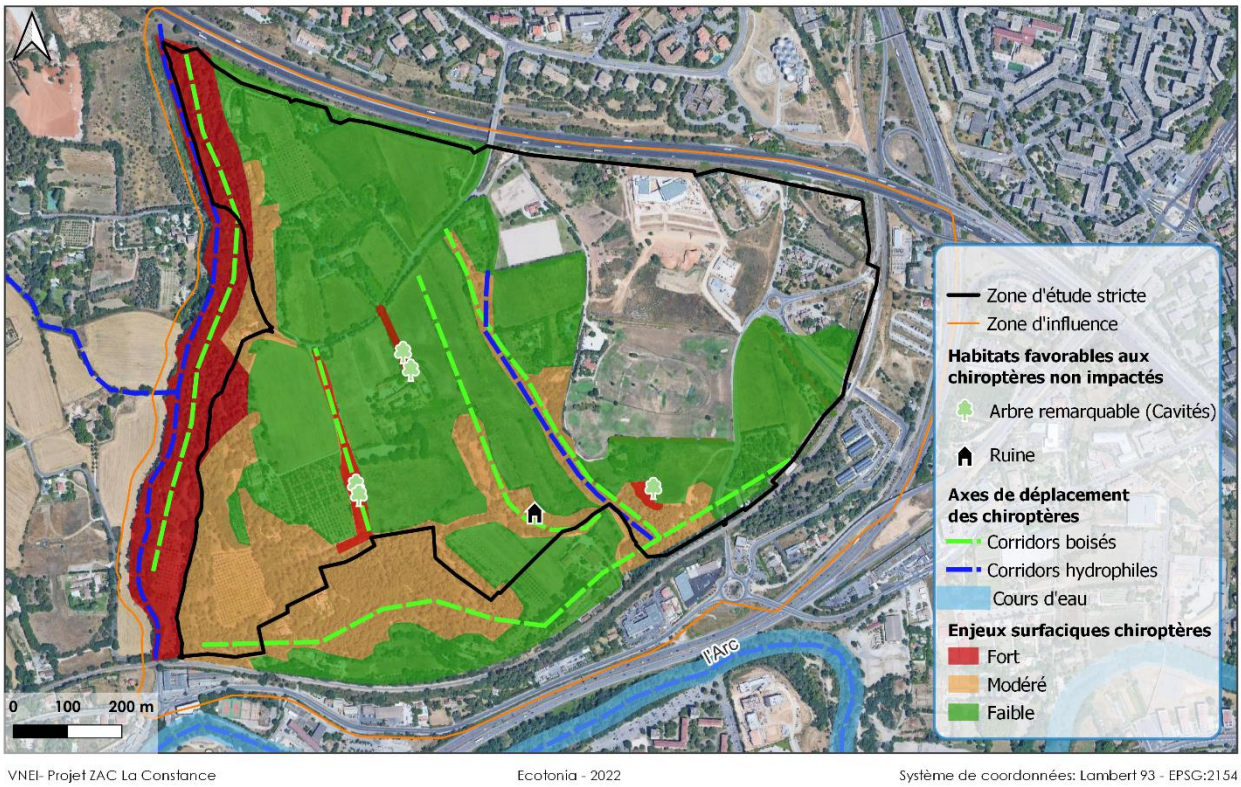


Figure 23 : Habitats favorables aux chiroptères, impactés par le projet

1.3.9.1 Espèces à enjeu sur site modéré

Le Minioptère de Schreibers est une espèce strictement cavernicole. Elle est uniquement en transit sur le site d'étude du fait de son écologie, de l'activité relevée et de la fréquence des contacts. Elle peut chasser sur le site, mais de manière très ponctuelle, lors de ses déplacements, aucun gite favorable à l'espèce n'étant située à proximité immédiate de l'aire d'étude. Ainsi, les impacts bruts du projet d'aménagement s'évaluent en termes de perturbation de couloir de déplacement uniquement, en phase chantier et exploitation (pollution lumineuse engendrée par le projet) et perturbation d'individus en transit. Toutefois, les corridors écologiques les plus favorables ne seront pas impactés par le projet d'aménagement. **L'impact brut du projet sur l'espèce est estimé à faible pour les individus et négligeable pour les couloirs de déplacement.**

La Noctule de Leisler est une espèce forestière. Elle fréquente ainsi les forêts de feuillus ou de résineux. Elle utilise le site lors de ses déplacements et potentiellement les milieux semi-ouverts et les boisements pour chasser. Aucun signe d'activité social relevé ne peut laisser supposer que l'espèce gite sur le site. Son terrain de chasse sera partiellement détruit ou endommagé d'où, tout de même, un **enjeu modéré sur son habitat.** Mais en ce qui concerne le risque sur les animaux eux-mêmes, l'impact est estimé à **faible sur les individus.**

Les murins (dont les espèces contactées n'ont pas pu être discriminées), fréquentent le site lors de transits et potentiellement pour chasser. Ainsi, les impacts bruts du projet d'aménagement s'évaluent en termes de destruction partielle de zones de chasse (milieux ouverts uniquement) (26,8 ha soit 31 %), de perturbation de couloir de déplacement en phase chantier et exploitation (pollution lumineuse engendrée par le projet) et perturbation d'individus. À noter que les corridors écologiques les plus favorables ne seront pas impactés par le projet d'aménagement et que des zones de chasse potentielles sont présentes à proximité du site (cultures, pâtures...). **L'impact brut du projet sur ces espèces est estimé à faible pour les individus et les couloirs de déplacement et modéré pour les zones de chasse** étant donné le pourcentage de surface favorable détruite.

La Pipistrelle pygmée fréquente les habitats liés aux zones humides. Ses gites estivaux sont généralement localisés à proximité de milieux boisés (notamment ripisylve). Elle peut giter dans les bâtiments.

L'Oreillard gris est une espèce méditerranéenne qui fréquente les milieux ouverts.

Les individus du groupe Pipistrelle de Nathusius/Kuhl qui ont été relevés sur le site chassent potentiellement dans les milieux semi-ouverts et les boisements. Ils peuvent également giter sur le site.
Les milieux où des gites potentiellement favorables aux espèces ont été identifiés ne seront pas impactés par le projet (ripisylve de la Thumine et boisement au sud du vallon central). Quelques arbres sénescents, situés sur l'emprise du projet, seront détruits. Toutefois, ils se situent dans l'emprise des OLD (uniquement débroussaillés et non défrichés). **Ainsi, les impacts bruts du projet d'aménagement s'évaluent en termes de destruction partielle de zones de chasse (milieux ouverts uniquement) (26,8 ha soit 31 %), jugé modéré au même titre que la perturbation des individus eux-mêmes. On retient également un impact de perturbation des couloirs de déplacements et de chasse voire des gites en phase chantier et exploitation (pollution lumineuse engendrée par le projet notamment).**

1.3.9.2 Espèces à enjeu sur site faible et très faible

Le Molosse de Cestoni est commun dans les milieux méditerranéens. L'espèce utilise le site pour le transit et pour la chasse. Du fait de son écologie, elle n'utilise pas les gites arboricoles ou ruines de l'aire d'étude.
Ainsi, les impacts bruts du projet d'aménagement s'évaluent en termes de destruction partielle de zones de chasse (milieux ouverts uniquement) (26,8 ha soit 31 %), de perturbation de couloir de déplacement en phase chantier et exploitation (pollution lumineuse engendrée par le projet) et perturbation d'individus. À noter que les corridors écologiques les plus favorables ne seront pas impactés par le projet d'aménagement et que des zones de chasse potentielles sont présentes à proximité du site (cultures, pâtures...). **L'impact brut du projet sur l'espèce est estimé à faible pour les individus et les couloirs de déplacement / chasse** (perturbations et dégradations essentiellement) **et modéré pour les zones de chasse** (destruction partielle) étant donné le pourcentage de surface favorable détruite.

La Pipistrelle commune et la Pipistrelle de Kuhl sont des espèces bien répandues dans la région. Le Vespère de Savi gite, essentiellement dans les fissures de falaises et parois rocheuses. Il peut toutefois également être présent en été dans les fentes d'arbres. Sur le site, ces espèces peuvent potentiellement giter dans les ruines et dans les arbres à propriétés chiroptériques de la ripisylve de la Thumine et du boisement au sud du vallon central. Elles utilisent également le site pour le transit et pour la chasse.
Les zones de gite étant préservées, les impacts bruts du projet d'aménagement s'évaluent en termes de destruction partielle de zones de chasse (milieux ouverts uniquement) (26,8 ha soit 31 %), de perturbation de couloir de déplacement en phase chantier et exploitation (pollution lumineuse engendrée par le projet) et de perturbation d'individus pouvant giter sur le site. Les risques les plus élevés résultent pour les individus en gite des opérations de débroussaillement et pour leurs habitats d'une destruction partielle. **Pour les individus et les habitats, l'impact est jugé modéré s'agissant de destructions pures et simples**. **Mais les perturbations et dégradations tant sur les individus que sur les habitats sont jugées d'impact faible** en dehors de ces situations.

Impact de l'OLD

L'impact de l'OLD sur les espèces de chiroptères est temporaire, mais régulier. Il s'évalue en termes de perturbation d'individus, notamment celles qui peuvent potentiellement giter en périphérie de l'emprise du projet, et dégradation et perturbation des habitats d'espèces : chasse, gite et couloirs de déplacement.

Les impacts de l'OLD sont modérés pour les individus qui peuvent giter sur le site, faibles pour les zones de gites et sites de chasse et pour les couloirs de déplacement. En outre, moyennant un dégagement suffisant et le respect des isolements entre « bouquets » arborés prescrits dans l'arrêté préfectoral, les arbres favorables aux chauves-souris seront conservés sur l'emprise des OLD.

À terme, le projet dans sa phase de fonctionnement (exploitation) verra l'impact des OLD réduit au périmètre de zone urbaine, passant ainsi de 100 ha à **26 ha** (non compris l'assiette du bâti).

1.3.10 Synthèse des impacts bruts

Les tableaux ci-dessous reprennent **les enjeux et impacts** pour l'ensemble des habitats naturels et des groupes taxonomiques floristiques et faunistiques. Les pourcentages indiqués concernent la portion de l'habitat favorable à l'espèce qui sera détruite ou fortement dégradée par l'assiette des emprises (bâti + aménagements + bande des OLD) :

Tableau 2 : Synthèse des enjeux et impacts bruts pour les habitats

Composante	Habitat	Habitat d'intérêt communautaire	Enjeu sur site	Type impact	Type	Durée	Phase du projet	Impact brut
Habitats	Trame verte	NON	-	Destruction partielle des allées d'arbres (0,26 ha – 47 %) Destruction partielle de la chênaie (1,00 ha – 19%)	Direct	Permanent	Chantier	Modéré
				Dégradation et perturbation	Direct	Temporaire	OLD	Négligeable
	Chênaie pubescente (*Q. pubescens*) à Rouvet blanc (*O. alba*) [41.71 ; G1.71]	NON	Modéré	Destruction partielle (1,00 ha – 19 %)	Direct	Permanent	Chantier	Modéré
				Dégradation et perturbation	Direct	Temporaire	OLD	Négligeable

Tableau 3 : Synthèse des enjeux et impacts bruts pour la flore

Composante	Nom vernaculaire *Nom scientifique*	Espèce protégée	Enjeu sur site	Type impact	Type	Durée	Phase du projet	Impact brut
Flore	**Gagée velue** *Gagea villosa*	OUI	Fort	Destruction totale de spécimens (61 pieds)	Direct	Permanent	Chantier	Très fort
				Destruction totale de l'habitat (0,4 ha de surface de dispersion potentielle = 100 %))	Direct	Permanent	Chantier	
	Tulipe d'Agen *Tulipa agenensis*	OUI	Fort	Destruction totale de spécimens (328 pieds)	Direct	Permanent	Chantier	Très fort
				Destruction totale de l'habitat (4.2 ha de surface de dispersion potentielle = 100 %)	Direct	Permanent	Chantier	
	Tulipe sylvestre *Tulipa sylvestris ssp sylvestris*	OUI	Fort	Destruction totale de spécimens (101 pieds)	Direct	Permanent	Chantier	Très fort
				Destruction totale de l'habitat (2,7 ha de surface de dispersion potentielle = 100 %)	Direct	Permanent	Chantier	

	Chardon à épingles *Carduus acicularis*	OUI	**Fort**	Aucun		-		**Nul**

Tableau 4 : Synthèse des enjeux et impacts bruts pour la faune

Composante	Nom vernaculaire *Nom scientifique*	Espèce protégée	Enjeu sur site	Type impact	Type	Durée	Phase du projet	Impact brut
Oiseaux	**Pipit farlouse** (*Anthus pratensis*), **Bruant proyer** (*Miliaria calandra*)	OUI	**Faible**	Perturbation d'individus en hivernation et/ou transit	Direct	Temporaire	Chantier	**Faible**
					Indirect	Permanent	Exploitation	
					Direct	Temporaire	OLD	
				Destruction partielle de l'habitat d'hivernation et/ou repos (non évaluable) et zone d'alimentation (22,3 ha – 66 %)	Direct	Permanent	Chantier	
				Dégradation et perturbation de l'habitat d'hivernation et/ou repos	Direct	Temporaire	OLD	**Négligeable**
	Linotte mélodieuse *Carduelis cannabina*	OUI	**Modéré**	Perturbation d'individus en hivernation et/ou transit	Direct	Temporaire	Chantier	**Faible**
					Indirect	Permanent	Exploitation	
					Direct	Temporaire	OLD	
				Destruction partielle de l'habitat d'hivernation et/ou repos (non évaluable) et zone d'alimentation (22,3 ha – 66 %)	Direct	Permanent	Chantier	
				Dégradation et perturbation de l'habitat d'hivernation et/ou repos	Direct	Temporaire	OLD	**Négligeable**
	Tarier pâtre *Saxicola rubicola*	OUI	**Modéré**	Destruction potentielle d'individus (jeunes)	Direct	Permanent	Chantier	**Fort**
				Perturbation d'individus en reproduction Destruction partielle de l'habitat de nidification (2 ha– 100 %) et zones d'alimentation (22,3 ha – 66 %)	Direct	Temporaire	Chantier	
					Indirect	Permanent	Exploitation	
					Direct	Temporaire	OLD	
				Dégradation et perturbation de l'habitat de nidification	Direct	Permanent	Chantier	**Modéré**
	Chardonneret élégant *Carduelis carduelis*, **Serin cini** *Serinus serinus*	OUI	**Modéré**	Destruction potentielle d'individus (jeunes)	Direct	Permanent	Chantier	**Fort**
				Perturbation d'individus en reproduction	Direct	Temporaire	Chantier	

					Indirect	Permanent	Exploitation	
					Direct	Temporaire	OLD	
				Destruction partielle de l'habitat de nidification (10,8 ha – 76 %) et zones d'alimentation (22,3 ha – 66 %)	Direct	Permanent	Chantier	
				Dégradation et perturbation de l'habitat de nidification	Direct	Temporaire	OLD	**Modéré**
	Faucon crécerelle (*Falco tinnunculus*)	OUI	**Modéré**	Destruction potentielle d'individus (jeunes)	Direct	Permanent	Chantier	**Modéré**
				Perturbation d'individus en reproduction	Direct	Temporaire	Chantier	
					Indirect	Permanent	Exploitation	
					Direct	Temporaire	OLD	
				Destruction partielle de l'habitat de nidification (4,3 ha – 40 %)	Direct	Permanent	Chantier	
				Dégradation et perturbation de l'habitat de nidification	Direct	Temporaire	OLD	**Faible**
	Corneille noire (*Corvus corone*)	OUI	**Modéré**	Destruction potentielle d'individus (jeunes)	Direct	Temporaire	OLD	**Modéré**
				Perturbation d'individus en reproduction	Direct	Permanent	Chantier	
					Direct	Temporaire	Chantier	
					Indirect	Permanent	Exploitation	
				Destruction partielle de l'habitat de nidification (6,7 ha – 19 %)	Direct	Temporaire	OLD	
				Dégradation et perturbation de l'habitat de nidification	Direct	Permanent	Chantier	**Faible**
	Chevêche d'Athéna (*Athene noctua*)	OUI	**Modéré**	Destruction potentielle d'individus (jeunes)	Direct	Temporaire	OLD	**Fort**
				Perturbation d'individus en reproduction	Direct	Permanent	Chantier	
					Direct	Temporaire	Chantier	
					Indirect	Permanent	Exploitation	
				Destruction totale de l'habitat de nidification (0,58 ha – 100 %)	Direct	Temporaire	OLD	
				Dégradation et perturbation de l'habitat de nidification	Direct	Permanent	Chantier	

	Fauvette mélanocéphale *Sylvia melanocephala*	OUI	**Modéré**	Destruction potentielle d'individus (jeunes)	Direct	Permanent	Chantier	**Fort**
					Direct	Temporaire	OLD	
				Perturbation d'individus en reproduction	Direct	Temporaire	Chantier	
					Indirect	Permanent	Exploitation	
					Direct	Temporaire	OLD	
				Destruction partielle de l'habitat de vie dont nidification (10,7 ha – 74 %)	Direct	Permanent	Chantier	
				Dégradation et perturbation de l'habitat de nidification	Direct	Temporaire	OLD	
	Verdier d'Europe *Carduelis chloris*	OUI	**Fort**	Destruction potentielle d'individus (jeunes)	Direct	Permanent	Chantier	**Fort**
				Perturbation d'individus en reproduction	Direct	Temporaire	Chantier	**Fort**
					Indirect	Permanent	Exploitation	
					Direct	Temporaire	OLD	
				Destruction partielle de l'habitat de nidification (5,2 ha – 80 %) et zones d'alimentation (22,3 ha – 66 %)	Direct	Permanent	Chantier	
				Dégradation et perturbation de l'habitat de nidification	Direct	Temporaire	OLD	**Modéré**
	Pic épeichette *Dendrocopos minor*	OUI	**Modéré**	Destruction potentielle d'individus (jeunes)	Direct	Permanent	Chantier	**Fort**
				Perturbation d'individus en reproduction	Direct	Temporaire	Chantier	**Modéré**
					Indirect	Permanent	Exploitation	
					Direct	Temporaire	OLD	
				Destruction partielle de l'habitat de nidification (< 1 %)	Direct	Permanent	Chantier	**Négligeable**
				Dégradation et perturbation de l'habitat de nidification	Direct	Temporaire	OLD	
	Cisticole des joncs *Cisticola juncidis*	OUI	**Modéré**	Destruction potentielle d'individus (jeunes)	Direct	Permanent	Chantier	**Fort**
					Direct	Temporaire	OLD	
				Perturbation d'individus en reproduction	Direct	Temporaire	Chantier	**Modéré**

					Indirect	Permanent	Exploitation	
					Direct	Temporaire	OLD	
				Destruction partielle de l'habitat de vie dont nidification (5,5 ha - 96 %)	Direct	Permanent	Chantier	**Fort**
				Dégradation et perturbation de l'habitat de nidification	Direct	Temporaire	OLD	**Modéré**
	Tourterelle des bois *Streptopelia turtur*	NON	**Fort**	Destruction potentielle d'individus (jeunes)	Direct	Permanent	Chantier	**Modéré**
				Perturbation potentielle d'individus en reproduction	Direct	Temporaire	Chantier	**Faible**
					Indirect	Permanent	Exploitation	
					Direct	Temporaire	OLD	
				Destruction partielle de l'habitat de nidification (7,3 ha – 20%)	Direct	Permanent	Chantier	**Modéré**
				Dégradation et perturbation de l'habitat de nidification	Direct	Temporaire	OLD	
	Rollier d'Europe *Coracias garrulus*	OUI	**Modéré**	Destruction potentielle d'individus (jeunes)	Direct	Permanent	Chantier	**Fort**
				Perturbation potentielle d'individus en reproduction	Direct	Temporaire	Chantier	**Modéré**
					Indirect	Permanent	Exploitation	
					Direct	Temporaire	OLD	
				Destruction partielle de l'habitat de nidification (14,5 ha – 71%)	Direct	Permanent	Chantier	**Fort**
				Dégradation et perturbation de l'habitat de nidification	Direct	Temporaire	OLD	
	Bruant des roseaux *Emberiza schoeniclus*	OUI	**Modéré**	Perturbation d'individus en halte migratoire ou transit	Direct	Temporaire	Chantier	**Faible**
					Indirect	Permanent	Exploitation	
					Direct	Temporaire	OLD	
				Destruction partielle de l'habitat de repos (non évaluable)	Direct	Permanent	Chantier	
				Dégradation et perturbation de l'habitat de repos	Direct	Temporaire	OLD	
	Bouscarle de Cetti	OUI	**Faible**		Direct	Temporaire	Chantier	**Négligeable**

	(*Cettia cetti*), **Rossignol philomèle** (*Luscinia megarhynchos*), **Pouillot véloce** (*Phylloscopus collybita*)			Perturbation d'individus en halte migratoire ou transit	Indirect	Permanent	Exploitation	
					Direct	Temporaire	OLD	
				Dégradation et perturbation de l'habitat de repos	Direct	Temporaire	OLD	
	Hirondelle rustique *Hirundo rustica*, **Hirondelle de fenêtres** (*Delichon urbica*), **Martinet noir** (*Apus apus*)	OUI	**Modéré**	Destruction potentielle d'individus (jeunes)	Direct	Permanent	Chantier	**Modéré**
				Perturbation potentielle d'individus en reproduction	Direct	Temporaire	Chantier	
					Indirect	Permanent	Exploitation	
				Destruction partielle de l'habitat de nidification (6,5 ha – 54%)	Direct	Temporaire	OLD	
				Dégradation et perturbation de l'habitat de nidification	Direct	Permanent	Chantier	**Faible**
	Buse variable (*Buteo buteo*), **Chouette hulotte** (*Strix aluco*), **Petit-duc** (*Otus scops*), **Autour des palombes** (*Accipiter gentilis*), **Épervier d'Europe** (*Accipiter nisus*), **Huppe fasciée** (*Upupa epops*)	OUI	**Faible**	Destruction et Perturbation d'individus en reproduction	Direct	Temporaire	Chantier	**Faible**
					Indirect	Permanent	Exploitation	
					Direct	Temporaire	OLD	
				Destruction partielle de zones d'alimentation (22,3 ha)	Direct	Permanent	Chantier	
				Destruction et perturbation de l'habitat de nidification	Direct	Temporaire	OLD	**Négligeable**
	Circaète Jean-le-Blanc (*Circaetus gallicus*), **Grand-duc d'Europe** (*Bubo bubo*), **Alouette lulu** (*Lullula arborea*)	OUI	**Faible**	Perturbation d'individus en hivernation, halte migratoire ou transit	Direct	Temporaire	Chantier	**Négligeable**
					Indirect	Permanent	Exploitation	
					Direct	Temporaire	OLD	
				Destruction partielle de l'habitat de repos (non évaluable) et zones d'alimentation (22,3 ha)	Direct	Permanent	Chantier	
				Dégradation et perturbation de l'habitat de repos	Direct	Temporaire	OLD	
	26 espèces	OUI (sauf Alouette des champs)	**Très faible à négligeable**	Destruction potentielle d'individus (jeunes)	Direct	Permanent	Chantier	**Faible**
				Perturbation potentielle d'individus en reproduction	Direct	Temporaire	Chantier	**Négligeable**
					Indirect	Permanent	Exploitation	
					Direct	Temporaire	OLD	

				Destruction partielle de l'habitat de nidification (non évaluable)	Direct	Permanent	Chantier	
				Dégradation et perturbation de l'habitat de nidification	Direct	Temporaire	OLD	
Amphibiens	**Crapaud épineux** (*Bufo spinosus*), **Grenouille « verte »** (*Pelophylax sp.*), **Grenouille rieuse** (*Pelophylax ridibundus*), **Rainette méridionale** (*Hyla meridionalis*)	OUI	**Faible**	Perturbation et destruction potentielle d'individus	Direct	Permanent	Chantier	**Fort**
					Indirect	Permanent	Exploitation	
					Direct	Temporaire	OLD	
				Destruction totale de l'habitat de reproduction (397 m² - 100 %))	Direct	Permanent	Chantier	
				Destruction partielle de l'habitat d'hivernation (1,17 ha – 8 %)	Direct	Permanent	Chantier	**Faible**
				Dégradation et perturbation de l'habitat d'hivernation et corridor écologique	Direct	Temporaire	OLD	
Reptiles	**Psammodrome d'Edwards** *Psammodromus edwarsianus*	OUI	**Modéré**	Perturbation et destruction potentielle d'individus	Direct	Permanent	Chantier	**Fort**
					Indirect	Permanent	Exploitation	
					Direct	Temporaire	OLD	
				Destruction totale de l'habitat de vie le plus favorable (2,2 ha – 100%)	Direct	Permanent	Chantier	**Modéré**
	Couleuvre de Montpellier *Malpolon monspessulanus*	OUI	**Modéré**	Perturbation et destruction potentielle d'individus	Direct	Permanent	Chantier	**Fort**
					Indirect	Permanent	Exploitation	
					Direct	Temporaire	OLD	
				Destruction partielle de l'habitat de vie (6 ha – 32 %)	Direct	Permanent	Chantier	**Faible**
				Dégradation et perturbation de l'habitat de vie et corridor écologique	Direct	Temporaire	OLD	
	Lézard à deux raies *Lacerta bilineata*	OUI	**Faible**	Perturbation et destruction potentielle d'individus	Direct	Permanent	Chantier	**Fort**
					Indirect	Permanent	Exploitation	
					Direct	Temporaire	OLD	
				Destruction partielle de l'habitat de vie (6 ha – 32 %)	Direct	Permanent	Chantier	**Faible**
				Dégradation et perturbation de l'habitat de vie et corridor écologique	Direct	Temporaire	OLD	

	Orvet fragile* *Anguis fragilis*	OUI	**Faible**	Destruction potentielle d'individus	Direct	Temporaire	OLD	**Fort**
				Perturbation potentielle d'individus	Indirect	Permanent	Exploitation	**Faible**
					Direct	Permanent	Chantier	
					Direct	Temporaire	OLD	
				Destruction partielle de l'habitat de vie (0,16 ha – 1 %)	Direct	Permanent	Chantier	**Très faible**
				Dégradation et perturbation de l'habitat de vie et corridor écologique	Direct	Temporaire	OLD	**Faible**
	Lézard des murailles *(Podarcis muralis),* **Tarente de Maurétanie** *(Tarentola mauritanica)*	OUI	**Faible**	Perturbation et destruction potentielle d'individus	Direct	Permanent	Chantier	**Modéré**
					Indirect	Permanent	Exploitation	
					Direct	Temporaire	OLD	
				Destruction partielle de l'habitat de vie (non évaluable)	Direct	Permanent	Chantier	**Très faible**
				Dégradation et perturbation de l'habitat de vie et corridor écologique	Direct	Temporaire	OLD	
Entomofaune	**Grand Capricorne** *Cerembyx cerdo*	OUI	**Fort**	Perturbation et destruction potentielle d'individus	Indirect	Permanent	Exploitation	**Fort**
					Direct	Permanent	Chantier	
					Direct	Temporaire	OLD	
				Destruction partielle de l'habitat de vie (2 ou trois arbres sénescents potentiellement favorables)	Direct	Permanent	Chantier	**Négligeable**
				Dégradation et perturbation de l'habitat de vie	Direct	Temporaire	OLD	**Faible**
	Lucane Cerf-volant *Lucanus cervus*	OUI	**Modéré**	Perturbation et destruction potentielle d'individus	Indirect	Permanent	Exploitation	**Fort**
					Direct	Permanent	Chantier	
					Direct	Temporaire	OLD	
				Destruction partielle de l'habitat de vie (2 ou trois arbres sénescents potentiellement favorables)	Direct	Permanent	Chantier	**Négligeable**
				Dégradation et perturbation de l'habitat de vie	Direct	Temporaire	OLD	**Faible**

	Ecaille chinée *Euplagia quadripunctaria*	NON	**Faible**	Destruction potentielle d'individus	Direct	Temporaire	OLD	**Fort**
				Perturbation d'individus	Indirect	Permanent	Exploitation	**Négligeable**
					Direct	Permanent	Chantier	
				Dégradation et perturbation de l'habitat de vie	Direct	Temporaire	OLD	**Faible**
Mammifères terrestres	**Lapin de Garenne** *(Oryctolagus cuniculus)*, **Musaraigne commune** *(Crocidura russula)*, **Hérisson d'Europe*** *(Erinaceus europaeus)*	OUI	**Faible**	Perturbation et destruction potentielle d'individus	Direct	Permanent	Chantier	**Modéré**
					Indirect	Permanent	Exploitation	
					Direct	Temporaire	OLD	
				Destruction partielle, dégradation et perturbation de l'habitat de vie (70 ha – 80%)	Direct	Permanent	Chantier	
					Direct	Temporaire	OLD	
	Écureuil roux *Sciurus vulgaris*	OUI	**Faible**	Perturbation et destruction potentielle d'individus	Direct	Permanent	Chantier	**Modéré**
					Indirect	Permanent	Exploitation	
					Direct	Temporaire	OLD	
				Dégradation et perturbation de l'habitat de vie (Allées d'arbres : 0,26 ha – 47 % / chênaie : 1,00 ha – 19%)	Direct	Temporaire	OLD	
Chiroptères	**Miniopтère de Schreibers** *Miniopterus schreibersii*	OUI	**Modéré**	Perturbation d'individus en transit	Direct	Permanent	Chantier	**Faible**
					Indirect	Permanent	Exploitation	
				Perturbation des couloirs de déplacement	Direct	Permanent	Chantier	
					Indirect	Permanent	Exploitation	
				Dégradation et perturbation des couloirs de déplacement	Direct	Temporaire	OLD	**Négligeable**
	Noctule de Leisler *(Nyctalus leisleri)*, **Murin indéterminé** *(Myotis sp.)*	OUI	**Modéré**	Perturbation d'individus en transit et en chasse	Direct	Permanent	Chantier	**Faible**
					Indirect	Permanent	Exploitation	
				Destruction partielle des zones de chasse (26,8 ha – 31 %)	Direct	Permanent	Chantier	**Modéré**
				Perturbation des couloirs de déplacement	Direct	Permanent	Chantier	**Faible**

					Indirect	Permanent	Exploitation	
				Dégradation et perturbation des couloirs de déplacement et zones de chasse	Direct	Temporaire	OLD	
	Pipistrelle pygmée *(Pipistrellus pygmaeus)*, **Oreillard gris** *(Plecotus austriacus)*	OUI	**Modéré**	Perturbation d'individus en transit, en chasse ou en gîte	Direct	Permanent	Chantier	**Modéré**
					Indirect	Permanent	Exploitation	
					Direct	Temporaire	OLD	
				Destruction partielle des zones de chasse (26,8 ha – 31 %)	Direct	Permanent	Chantier	
				Perturbation des couloirs de déplacement	Direct	Permanent	Chantier	**Faible**
					Indirect	Permanent	Exploitation	
				Dégradation et perturbation des couloirs de déplacement, zones de chasse et de gîte	Direct	Temporaire	OLD	
	Pipistrelle de Nathusius/Kuhl *(Pipistrellus nathusii/kuhlii)*	OUI	**Modéré à faible**	Perturbation d'individus en transit, en chasse ou en gîte	Direct	Permanent	Chantier	**Modéré**
					Indirect	Permanent	Exploitation	
					Direct	Temporaire	OLD	
				Destruction partielle des zones de chasse (26,8 ha – 31 %)	Direct	Permanent	Chantier	
				Perturbation des couloirs de déplacement	Direct	Permanent	Chantier	**Faible**
					Indirect	Permanent	Exploitation	
				Dégradation et perturbation des couloirs de déplacement, zones de chasse et de gîte	Direct	Temporaire	OLD	
	Molosse de Cestoni *Tadarida teniotis*	OUI	**Faible**	Perturbation d'individus en transit et en chasse	Direct	Permanent	Chantier	**Faible**
					Indirect	Permanent	Exploitation	
				Destruction partielle des zones de chasse (26,8 ha – 31 %)	Direct	Permanent	Chantier	**Modéré**
				Perturbation des couloirs de déplacement	Direct	Permanent	Chantier	**Faible**
					Indirect	Permanent	Exploitation	
				Dégradation et perturbation des couloirs de déplacement et zones de chasse	Direct	Temporaire	OLD	
	Pipistrelle commune	OUI	**Faible**		Direct	Temporaire	OLD	**Modéré**

	(Pipistrellus pipistrellus), **Pipistrelle de Kuhl** *(Pipistrellus kuhlii)*			Perturbation d'individus en transit, en chasse ou en gîte	Direct	Permanent	Chantier	**Faible**
					Indirect	Permanent	Exploitation	
				Destruction partielle des zones de chasse (26,8 ha – 31 %)	Direct	Permanent	Chantier	**Modéré**
				Perturbation des couloirs de déplacement	Direct	Permanent	Chantier	**Faible**
					Indirect	Permanent	Exploitation	
				Dégradation et perturbation des couloirs de déplacement, zones de chasse et de gîte	Direct	Temporaire	OLD	
	Vespère de Savi *Hypsugo savii*	OUI	**Très faible**	Perturbation d'individus en transit, en chasse ou en gîte	Direct	Temporaire	OLD	**Modéré**
					Direct	Permanent	Chantier	**Faible**
					Indirect	Permanent	Exploitation	
				Destruction partielle des zones de chasse (26,8 ha – 31 %)	Direct	Permanent	Chantier	**Modéré**
				Perturbation des couloirs de déplacement	Direct	Permanent	Chantier	**Faible**
					Indirect	Permanent	Exploitation	
				Dégradation et perturbation des couloirs de déplacement, zones de chasse et de gîte	Direct	Temporaire	OLD	

* espèce non contactée mais considérée comme présente

1.4 Effets cumulés

1.4.1 Méthodologie pour l'analyse des effets cumulés

Conformément au décret n° 2011-2019 du 29 décembre 2011 portant réforme des études d'impact des projets de travaux, d'ouvrages ou d'aménagements, cette partie consiste à tenir compte « *du cumul des incidences avec d'autres projets existants ou approuvés, en tenant compte le cas échéant des problèmes environnementaux relatifs à l'utilisation des ressources naturelles et des zones revêtant une importance particulière pour l'environnement susceptible d'être touchées. Ces projets sont ceux 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 ;
- ont fait l'objet d'une évaluation environnementale au titre du présent code et pour lesquels un avis de l'autorité environnementale a été rendu public.

« Ne sont plus considérés comme "projets" ceux qui sont abandonnés par leur maitre d'ouvrage, ceux pour lesquels l'autorisation est devenue caduque ainsi que ceux qui sont réalisés. »

Les projets répertoriés sont repris ci-après. Sur la base de la nature, de la localisation, et des impacts potentiels de ces projets, la possibilité d'impacts cumulés potentiels est déterminée. Il y a notamment une possibilité d'impacts cumulés en cas de même nature d'impact pouvant concerner une cible commune.

En cas de possibilité d'impacts cumulés potentiels, une analyse plus précise des impacts permettra de conclure à l'existence ou non d'effets cumulés.

D'après les sites de la DREAL PACA, de la DDTM des Bouches-du-Rhône, du CGDD et du CGEDD, plusieurs avis ont été rendus pour des projets situés à moins de 10 km environ du projet étudié depuis 2015.

1.4.2 Présentation des projets à proximité

Tableau 5 : Projets à proximité de l'aire d'étude (moins de 10 km) pour lesquels un avis de l'autorité environnementale a été rendu entre 2015 et 2020

Num.	Nom du projet	Commune	Date de l'avis	Principaux enjeux environnementaux et incidences identifiées	État du projet
1	ZAC Barida	Aix-en-Provence	Aout 2017	Enjeux : Alignements d'arbres à chiroptères, Grand capricorne et Lucane cerf-volant ; et plusieurs espèces faunistiques (reptiles, oiseaux dont l'Aigle de Bonelli, chiroptères). Impacts : non significatifs si alignement d'arbres existants préservé – perte potentielle de territoire de chasse/espace vital	-

				pour les oiseaux (rapaces en particulier).	
2	Palais des sports et pôle d'échange multi-modal	Aix-en-Provence	Janvier 2016	Enjeux : habitats naturels liés à la petite Jouine ; amphibiens, oiseaux (Busard Saint-Martin, Buse variable, Faucon crécerelle, Pouillot siffleur, Chevalier culblanc), chiroptères. Impacts : du défrichement sur les oiseaux et leur cycle de vie ; de la pollution lumineuse sur les chiroptères et l'avifaune.	Travaux finis
3	Aménagement des accès à la ZAC de la Gare-Plateau de l'Arbois	Aix-en-Provence	Décembre 2015	Enjeux : absence d'habitats remarquables ou d'espèces (faune et flore) protégées Impacts : négligeables pour la destruction d'habitats de l'Aigle de Bonelli. Les mesures de sauvegarde du Chardon à épingle ont été réalisées.	-
4	Bus à haut niveau de service Aixpress	Aix-en-Provence	2016	Absence d'observation de l'autorité environnementale émise dans le délai imparti de 2 mois	-
5	Liaison routière entre le RD65 et la RD9	Aix-en-Provence	Octobre 2017	Enjeux : ripisylve de l'Arc et boisements associés, Ophrys de la passion et plusieurs espèces faunistiques (reptiles, oiseaux, chiroptères). Impacts : impacts résiduels faibles compte tenu des mesures d'évitement des Ophrys de la passion et de la quasi-totalité des arbres à chiroptères et des souches favorables au Grand Capricorne. Perte de territoires de chasse pour les oiseaux (rapaces en particulier) et les reptiles.	Travaux en cours
6	Parc photovoltaïque « Les Brègues d'Or »	Aix-en-Provence	Janvier 2017	Enjeux : espèces d'oiseaux nicheurs inféodées aux falaises, Grand-Duc d'Europe et Circaète Jean-le-Blanc ; chiroptères (Vespère de Savi), habitats (fronts de taille, garrigues à thym). Impacts : sur les habitats (garrigues à thym et friches), territoires de chasse des chauve-souris, zone de chasse et de	-

				reproduction du Grand-Duc d'Europe.	
7	Parc d'activités du Puits Morandat	Gardanne	Décembre 2015	Absence d'éléments à enjeu de conservation significatif	Travaux finis
8	Création d'un barreau de liaison entre la RD6 et l'A8 (contournement de la Barque)	Châteauneuf-le-Rouge, Fuveau, Meyreuil	Septembre 2015	Enjeux : Chardon à épingles, Gagée des champs, Spéculaire pentagonale, chiroptères, Milan noir. Impacts : destruction d'espèces végétales et d'habitats d'espèces végétales ; dérangement et destruction d'individus, altération du territoire de chasse et des corridors de déplacements de plusieurs espèces de chiroptères ; dérangement d'un couple de Milan noir ; augmentation potentielle de la mortalité d'individus de la faune par collision avec les véhicules en circulation.	-
9	Centrale solaire le défens	Meyreuil	2017	Absence d'observation de l'autorité environnementale émise dans le délai imparti de 2 mois	-
10	Mise en sécurité des accès de la RD6 entre l'A51 et Gardanne	Gardanne, Bouc-Bel-Air, Simiane-Collongue	Novembre 2016	Enjeux : ripisylve du valat du Pibou, Agrion de Mercure, oiseaux cavicoles, chiroptères Impacts : dégradation d'un habitat d'intérêt communautaire, altération des continuités et fonctionnalités écologiques du valat	-
11	Parc photovoltaïque de Château-Blanc	Ventabren	Mai 2019	Enjeux : Aigle de Bonelli (domaine vital), Pie-grièche méridionale, Coucou geai, reptiles (dont Lézard des murailles), chiroptères (trois peuvent potentiellement gîter), le Faune, la Proserpine, l'Ophrys de Provence. Impacts : fragmentation des espaces naturels et limitation des déplacements de certaines espèces ; incidences sur le domaine vital de l'Aigle de Bonelli ; destruction de spécimens floristiques protégés.	-

La carte ci-après présente la localisation des projets étudiés, situés à proximité du projet de ZAC la Constance.



Figure 24 - Carte de la localisation des projets pris en compte dans l'analyse des effets cumulés

1.4.3 Analyse des effets cumulés

Les projets pris en compte dans l'analyse des effets cumulés avec le projet ZAC de la Constance sont les projets :

- Projet 1 : ZAC Barida
- Projet 3 : Aménagement des accès à la ZAC de la Gare-Plateau de l'Arbois
- Projet 6 : Parc photovoltaïque « Les brègues d'Or »
- Projet 8 : Création d'un barreau de liaison entre la RD6 et l'A8 (contournement de la Barque)
- Projet 10 : Mise en sécurité des accès de la RD6 entre l'A51 et Gardanne
- Projet 11 : Parc photovoltaïque de Château-Blanc

Pour lesquels l'état actuel n'est pas connu (travaux finis, projet avorté…).

Ces projets présentent des enjeux en commun avec le projet étudié notamment pour le Grand Capricorne, le Lucane Cerf-volant, le groupe des chiroptères, le groupe des reptiles et le groupe des oiseaux. Concernant la flore, les enjeux en commun sont le Chardon à épingle et la Gagée des champs.

Pour le Grand Capricorne et le Lucane cerf-volant, les effets cumulés du projet de la ZAC la Constance sont négligeables, les habitats favorables à ces espèces étant maintenus.

Concernant le groupe des oiseaux, les impacts cumulés s'évaluent en termes de destruction ou altération de l'habitat et destruction ou dérangement des individus. Ainsi, les effets cumulés sont notables. Le projet va entrainer, en phase chantier, la perturbation ou la destruction d'individus d'espèces à enjeu lors de travaux de défrichement (sauf évitement à la saison de nidification). Est encourue aussi la perte d'habitats de vie (sites de nidification et zones d'alimentation) pour les espèces de milieux ouverts et semi-ouverts.

Concernant le groupe des chiroptères, les impacts cumulés s'évaluent en termes de perturbation lumineuse, destruction ou altération des territoires de chasse et altération des corridors de déplacement. Ainsi, les effets cumulés sont notables. Le projet va entrainer de la pollution lumineuse altérant le déplacement et la chasse des espèces. Toutefois, les principaux corridors seront évités pas le projet.

Concernant le groupe des reptiles, les impacts cumulés s'évaluent en termes de perte d'habitats de vie et altération des couloirs de déplacement. Ainsi, les effets cumulés sont notables. Le projet implique la destruction potentielle d'individus en phase chantier, la destruction du milieu de vie d'espèces et la rupture de continuités écologiques. Cependant, les sites sont très distants les uns des autres et les espaces qui les séparent concourent à constituer des échappatoires et des espaces vitaux vastes.

Concernant le Chardon à épingle, les effets cumulés du projet de la ZAC la Constance sont négligeables, les stations identifiées n'étant pas impactées. Pour la Gagée des champs, les impacts cumulés s'évaluent en termes de destruction de spécimens et d'habitats de l'espèce. Ainsi, les effets cumulés sont notables. Le projet va entrainer la destruction d'une cinquantaine de pieds et de l'habitat de l'espèce à hauteur de 850 m², en sus des superficies menacées par le projet de ZAC de la Constance (1200 m²).

⇨Le projet de palais des sports et pôle d'échange multi-modal et le projet de liaison routière entre la RD65 et la RD9 à Aix-en-Provence ainsi que le projet de parc d'activités du Puits Morandat à Gardanne ne sont pas pris en compte dans l'analyse des effets cumulés, les travaux étant finis.

⇨Le projet de bus à haut niveau de service Aixpress à Aix-en-Provence ainsi que le projet de centrale solaire le défens à Meyreuil ne sont pas concernés par l'analyse des effets cumulés, aucune observation de l'autorité environnementale n'ayant été émise dans le délai imparti de 2 mois. L'avis favorable de l'autorité environnementale a ainsi pu être obtenu de façon tacite, mais le projet représente des incidences très mineures sur la nature.

1.4.4 Conclusion

Ainsi, le projet d'aménagement de la ZAC la Constance devrait avoir des effets cumulés avec six projets connus à proximité site d'étude.

Les impacts cumulés concernent la Gagée des champs (destruction d'individus et d'habitat d'espèce), le groupe des oiseaux (destruction potentielle d'individus et destruction d'habitats pour les espèces de milieux ouverts à semi-ouverts), le groupe des chiroptères (dérangement des espèces et fragmentation des corridors de déplacement), le groupe des reptiles (destruction potentielle d'individus, destruction d'habitats d'espèces, fragmentation des corridors de déplacement).

Ainsi, les mesures d'atténuation, de compensation et d'accompagnement proposées pour le projet de ZAC la Constance s'attacheront à prendre en compte les effets cumulés mis en évidence.

2 Proposition de mesures d'atténuation

2.1 Mesures d'évitement

2.1.1 ME1 : Réflexion sur l'impact de l'emplacement du projet

Le secteur de la Constance, par sa position géographique et son potentiel foncier, a été identifié depuis plusieurs décennies comme lieu d'accueil d'une future extension urbaine de la Ville d'Aix-en-Provence vers l'Ouest, cohérente avec ses besoins de croissance. **Dès 1996** une **Zone d'Aménagement Différée** (ZAD) avait d'ailleurs été créée. Le site s'étend sur presque une centaine d'hectares délimités par l'autoroute A8 au Nord, l'autoroute A51 de l'Est au Sud et le vallon de la Thumine à l'Ouest.

Le périmètre de la Zone d'Aménagement Concerté approuvé en 2015 porte sur un vaste espace de milieux ouverts, de friches et de bois incluant le vallon du torrent de la Thumine et le valat de Valcros. Une zone à urbaniser différée (2AU) du PLU a en même temps été approuvée, assortie d'une Orientation d'Aménagement et de Programmation.

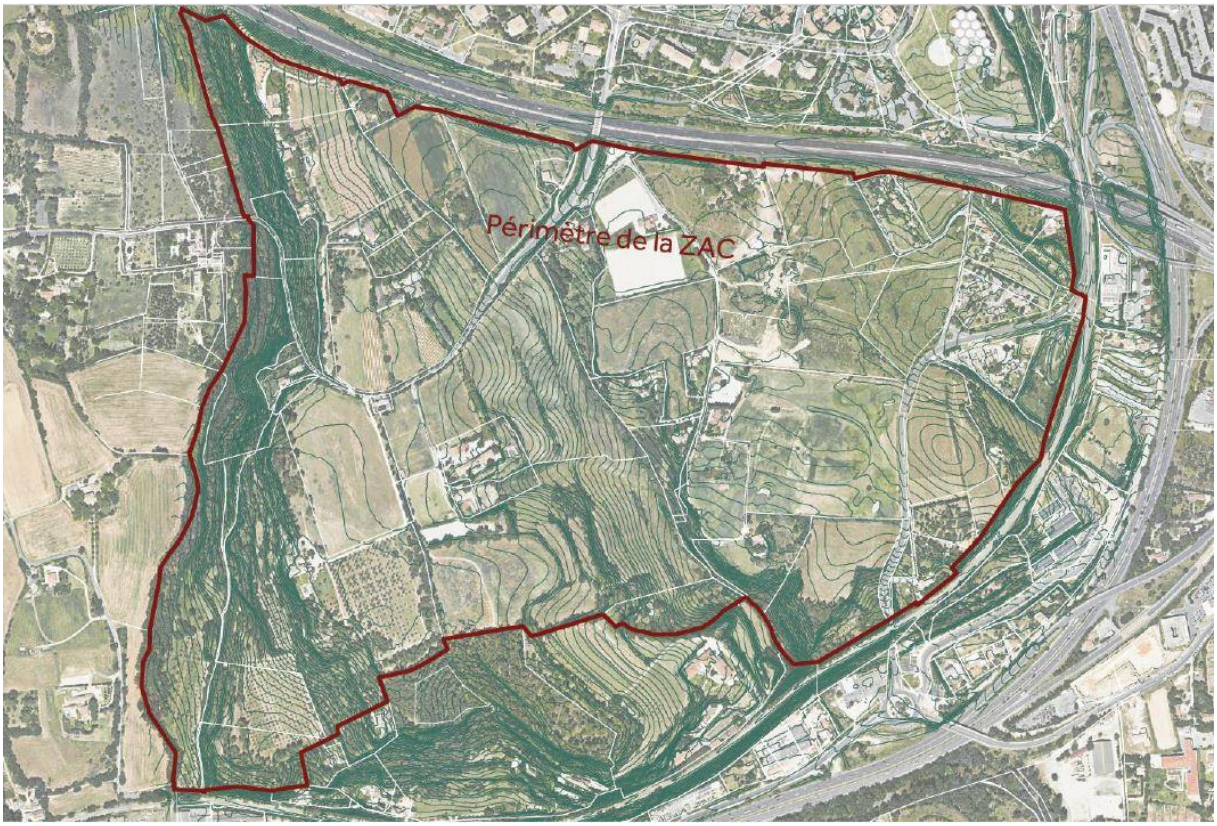


Figure 25 -Délimitation du périmètre de la ZAC de la Constance

Une réflexion sur l'emplacement du projet a déjà été réalisée après une première étude, soit, en préalable de cette procédure d'évaluation environnementale. Cette réflexion a permis l'amélioration du plan d'aménagement pris en compte dans ce dossier. Elle a permis de réduire l'impact encouru du projet sur le valat de Valcros, mais elle a surtout permis un réel évitement d'une large frange forestière en ripisylve en corridor écologique pour en maintenir un couloir de la trame verte et bleue.

De ce fait, nous jugeons judicieux de rappeler les espèces que cela protègera et favorisera même au stade d'hivernage ou de passage.

ME1 : Réflexion sur l'impact de l'emplacement du projet : Maintien d'une frange boisée de la trame verte et bleue

Espèces concernées :

ME1a : Maintien des secteurs à enjeux sur le vallon de la Thumine

Avec astérisques* : espèces dont l'enjeu sur site et en région est modéré, fort ou très fort, mais seulement potentielles ou considérées comme présentes et dont les populations bénéficieront aussi de la mesure.

Chiroptères

- Murins sp.
- Noctule de Leisler
- Pipistrelle de Nathusius
- Pipistrelle pygmée
- Oreillard gris
- Vespère de Savi
- Pipistrelle de Kuhl
- Pipistrelle commune

Mammifères terrestres

- Crocidure des jardins*
- Musaraigne commune
- Lérot*
- Écureuil roux
- Hérisson d'Europe*

Insectes

- Écaille chinée
- Biodiversité ordinaire de bois et milieux semi-ouverts…

Amphibiens

- Crapaud épineux
- Rainette méridionale
- Grenouille « verte »
- Grenouille rieuse

Oiseaux (essentiellement des bois et bocages)

- Bruant des roseaux
- Bouscarle de Cetti
- Verdier d'Europe
- Serin cini
- Faucon crécerelle
- Rollier d'Europe
- Tourterelle des bois
- Pic épeichette
- Fauvette mélanocéphale
- Buse variable
- Chevêche d'Athéna
- Chouette hulotte
- Pouillot véloce,
- Huppe fasciée,
- Héron cendré
- Autour des palombes
- Rossignol philomèle,
- Epervier d'Europe,
- Grand-duc d'Europe,
- Tarin des aulnes,
- Bondrée apivore,
- Milan noir

Reptiles

- Couleuvre de Montpellier
- Lézard à deux raies
- Orvet fragile*

ME1b : Maintien des arbres à propriétés cavernicoles

Insectes

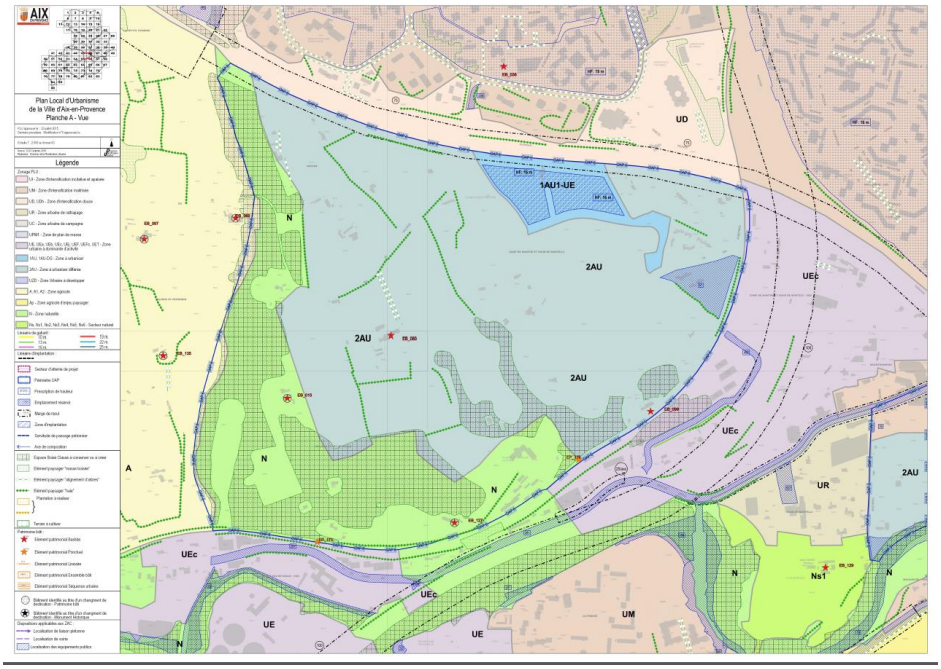
- Grand capricorne
- Lucane cerf-volant

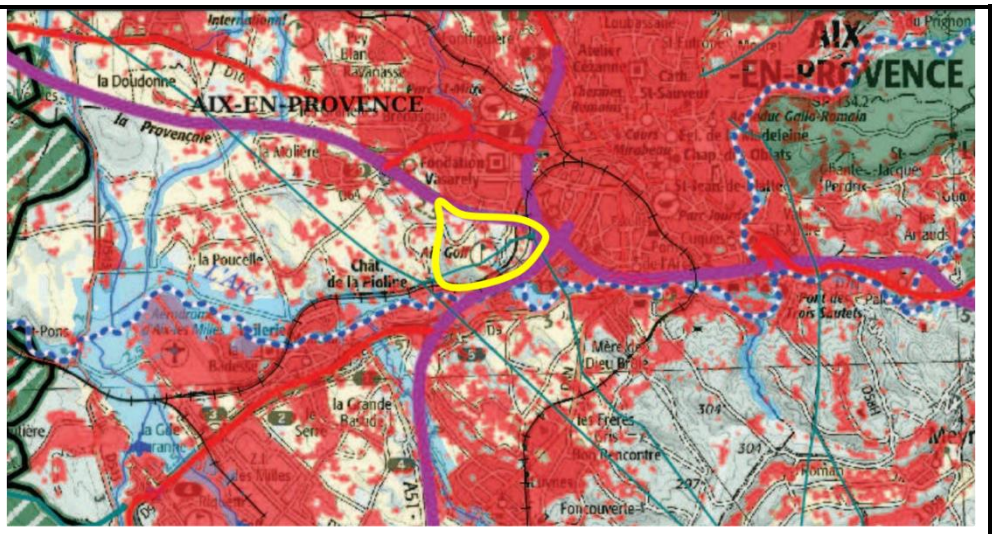
Oiseaux

- Rollier d'Europe
- Huppe fasciée,
- Hibou Petit-duc,
- Pic épeichette,
- Chevêche d'Athéna

Chiroptères

- Pipistrelle pygmée
- Pipistrelle de Nathusius
- Pipistrelle de Kuhl
- Oreillard gris
- Pipistrelle commune
- Vespère de Savi
- Murin de Natterer

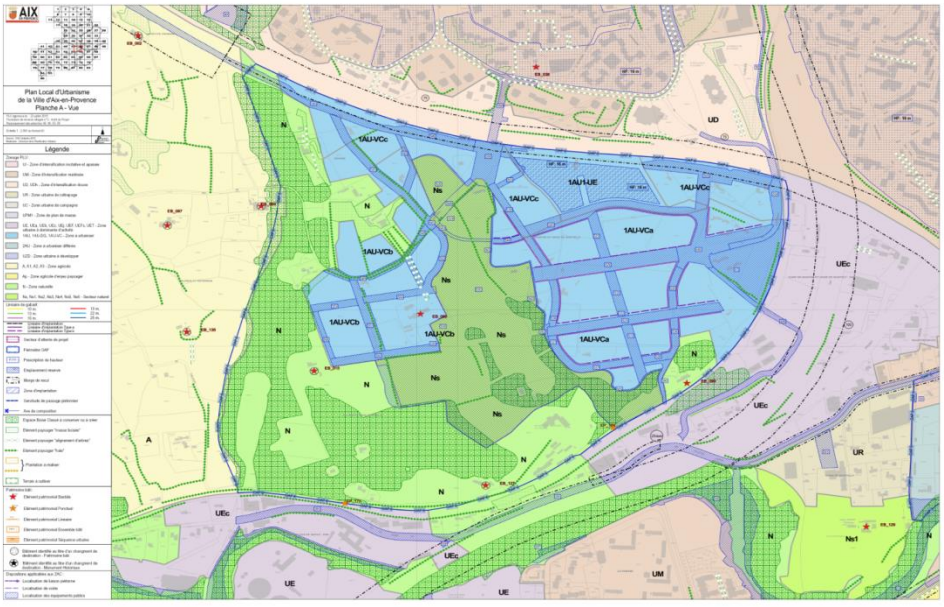
Objectifs :	L'**intégration paysagère** des éléments particulièrement intéressants pour la sauvegarde de la biodiversité comme les **arbres cavernicoles, les zones humides**, les ripisylves, est particulièrement bénéfique pour l'ensemble des espèces et milieux à enjeux présents sur l'aire du projet. **L'intégration réalisée par le porteur de projet entre 2015 et 2019 permet de maintenir la ripisylve de la Thumine et son corridor important pour la faune** chiroptérique, l'avifaune, ainsi que la microfaune… Elle permet, en plus de maintenir le corridor du sud (zone N du PLU), la préservation d'une espèce végétale protégée : le Chardon à épingles.
Protocole :	Le dossier de création d'une ZAC sur le site de la Constance a été approuvé en juillet 2015. Suite à l'examen des premiers partis d'aménagement, le périmètre du projet a été inscrit au PLU de façon à **maintenir le vallon de la Thumine hors de l'urbanisation**. La **zone à urbaniser** (zone 2AU) représentait alors **75 ha.**  **Zonages du site de la Constance dans le Plan Local d'Urbanisme en 2015** Suite à l'avis de l'autorité environnementale concernant la première étude d'impact réalisée en 2015 sur le site, le PLU a fait l'objet d'une révision allégée en 2019. La **zone à urbaniser** (1AU) ne représentait plus que **quarante-huit hectares**. **Vingt hectares ont été inscrits en zone naturelle** (zone Ns).



Source : Région PACA : https://www.paca.developpement-durable.gouv.fr

Extrait du Schéma Régional de Cohérence Écologique Provence-Alpes-Côte d'Azur

L'extrait du Schéma Régional de Cohérence Écologique ci-dessus n'a pas relevé de corridor ou de réservoir de biodiversité à créer ou à préserver. C'est donc suite à la concertation, à la consultation des services de l'État et des prestataires écologues que le Maitre d'Ouvrage a fait le choix de restreindre l'aire urbanisable.

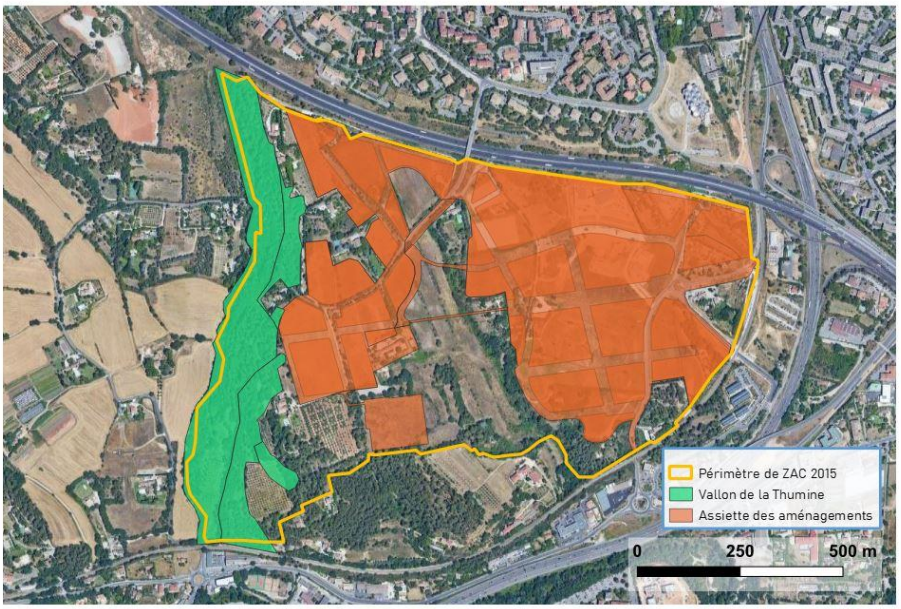


Zonages du site de la Constance dans le Plan Local d'Urbanisme en 2019

Planification :

Ces mesures ont été réfléchies en **amont du projet**. Les stratégies d'intégration écologiques ont été prises en compte dans la mesure du possible après la première étude en 2015. Cette réduction du périmètre d'urbanisation future a ainsi circonscrit les espaces à aménager et à bâtir. Cet évitement d'une grande portion de la zone d'étude élargie n'avait pas été prévu dans la décision d'ouverture à l'urbanisation en 2012 lors du lancement de la procédure de Zone d'Aménagement Concerté. En juillet 2015, le périmètre de ZAC ne prévoyait pas encore d'épargner le vallon de la Thumine et les pourtours naturels du sud.

Ce sont ainsi que la prise en considération d'enjeux forts de biodiversité sur la Thumine a permis d'éviter tout impact sur 15 hectares :



Représentation de l'espace naturel épargné (en vert) par le projet de travaux d'urbanisation au regard de la Zone d'Aménagement Concerté arrêtée en 2015.

2.2 Mesures de réduction

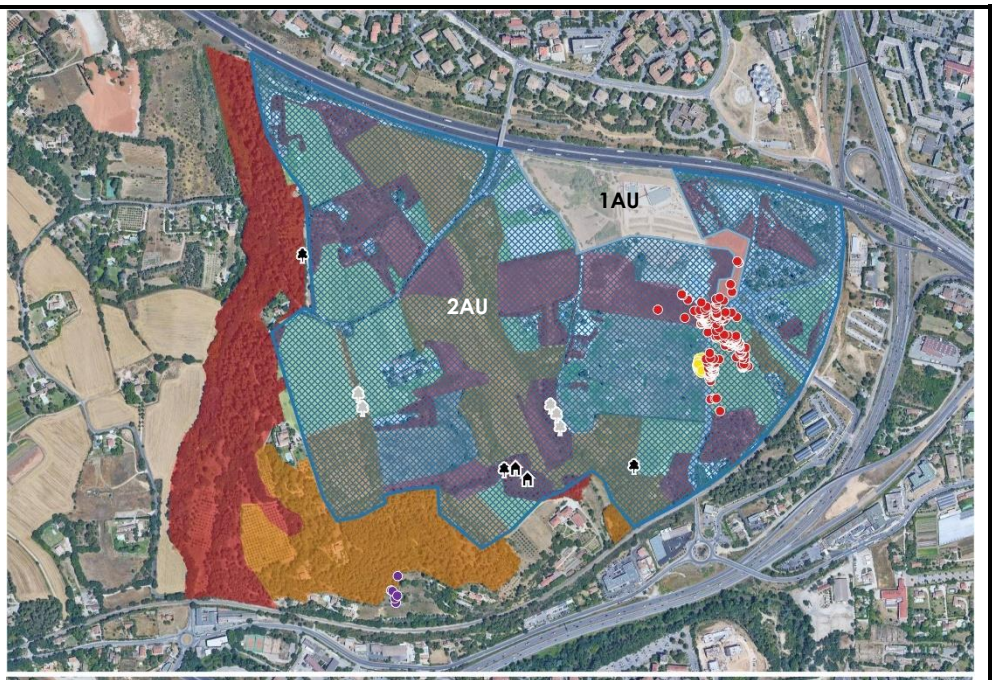
2.2.1 MR1 : Maintien de certains arbres, arbustes et buissons

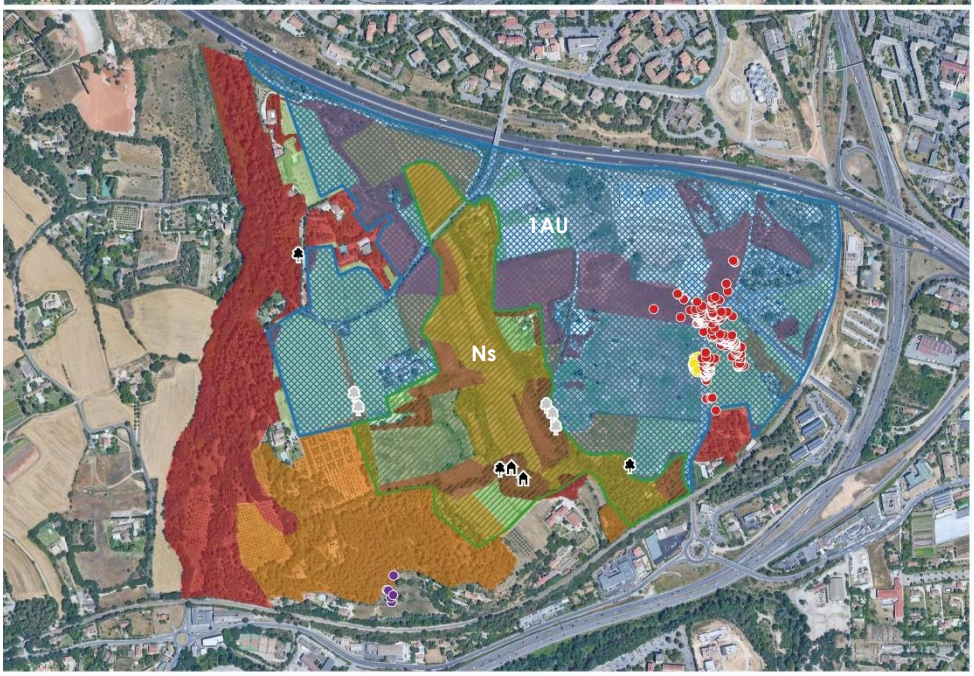
MR1 : Maintien de certains arbres, arbustes et buissons	

Espèces concernées :	**MR1a : Maintien des secteurs à enjeux sur le vallon central**	
	Les espèces ci-après, d'enjeu sur site et en région 'modéré', 'fort' ou 'très fort' fréquentent les milieux ouverts ou semi-ouverts et ont été observées dans des milieux comme celui du vallon central ou sont susceptibles de le coloniser. **Chiroptères** • Murins sp. • Noctule de Leisler • Pipistrelle de Nathusius • Pipistrelle pygmée • Oreillard gris • Vespère de Savi • Pipistrelle de Kuhl • Pipistrelle commune **Mammifères terrestres** • Crocidure des jardins* • Musaraigne commune • Lérot* • Écureuil roux • Hérisson d'Europe* **Insectes** • Écaille chinée • Biodiversité ordinaire de bois et milieux semi-ouverts…	**Amphibiens** • Crapaud épineux • Rainette méridionale • Grenouille « verte » • Grenouille rieuse **Oiseaux** • Bruant des roseaux • Bouscarle de Cetti • Chardonneret élégant • Linotte mélodieuse • Verdier d'Europe • Serin cini • Faucon crécerelle • Rollier d'Europe • Tourterelle des bois • Pic épeichette • Fauvette mélanocéphale • Buse variable • Chevêche d'Athéna • Chouette hulotte • Pouillot véloce, • Huppe fasciée, • Héron cendré Mais aussi des espèces qui quoi que moins dépendantes de ces espaces centraux ont été vues dans l'aire d'étude et peuvent en tirer bénéfice : • Alouette lulu, • Autour des palombes • Rossignol philomèle, • Epervier d'Europe, • Grand-duc d'Europe, • Tarin des aulnes, • Bondrée apivore, • Milan noir • *et toutes espèces* communes (Corneille noire notamment) susceptible de fréquenter ces milieux… **Reptiles** • Couleuvre de Montpellier • Lézard à deux raies • Orvet fragile*

<table>
<tr><td rowspan="5"></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2"><u>MR1b : Maintien des arbres à propriétés cavernicoles</u></td></tr>
<tr><td>Insectes
Grand capricorne
Lucane cerf-volant
Oiseaux
Rollier d'Europe
Huppe fasciée
Hibou Petit-duc
Pic épeichette
Chevêche d'Athéna</td><td>Chiroptères
Pipistrelle pygmée
Pipistrelle de Nathusius
Pipistrelle de Kuhl
Oreillard gris
Pipistrelle commune
Vespère de Savi
Murin sp.</td></tr>
<tr><td colspan="2"><u>MR1c : Maintien de certains arbustes, haies, et buissons.</u></td></tr>
<tr><td colspan="2">Toutes les espèces</td></tr>
<tr><td><u>Objectifs</u> :</td><td colspan="2">L'intégration paysagère des éléments particulièrement intéressants pour la sauvegarde de la biodiversité comme les arbres cavernicoles, les zones humides, les ripisylves, est particulièrement bénéfique pour l'ensemble des espèces et milieux à enjeux présents sur l'aire du projet.

L'intégration réalisée par le porteur de projet depuis 2015 permet de maintenir le corridor du sud (zone N du PLU), la préservation d'une espèce végétale protégée : le Chardon à épingles.</td></tr>
<tr><td><u>Protocole</u> :</td><td colspan="2">La réflexion quant à la surface à urbaniser sur le site a entrainé une réduction de plus de 26 hectares des zones à vocation à urbaniser, ce qui représente une diminution de près de 35% de la superficie de la zone constructible prévue initialement au Plan Local d'Urbanisme.</td></tr>
</table>





Évolution des zonages du site de la Constance dans le PLU en fonction des enjeux écologiques relevés

La modification de la surface à urbaniser sur le site dans le PLU a permis d'éviter :

- des secteurs à enjeux sur le vallon central
- des arbres sénescents remarquables
- des éléments du la trame verte : arbustes, haies et buissons

MR1a : Maintien des secteurs à enjeux sur le vallon central

Le vallon central est une zone humide constituée d'un fossé et d'un boisement à chêne pubescent en sa partie sud. Certains secteurs de ce vallon représentent des habitats de vie pour certaines espèces de reptiles et un corridor écologique favorable au déplacement de l'ensemble des espèces faunistiques identifiées sur le

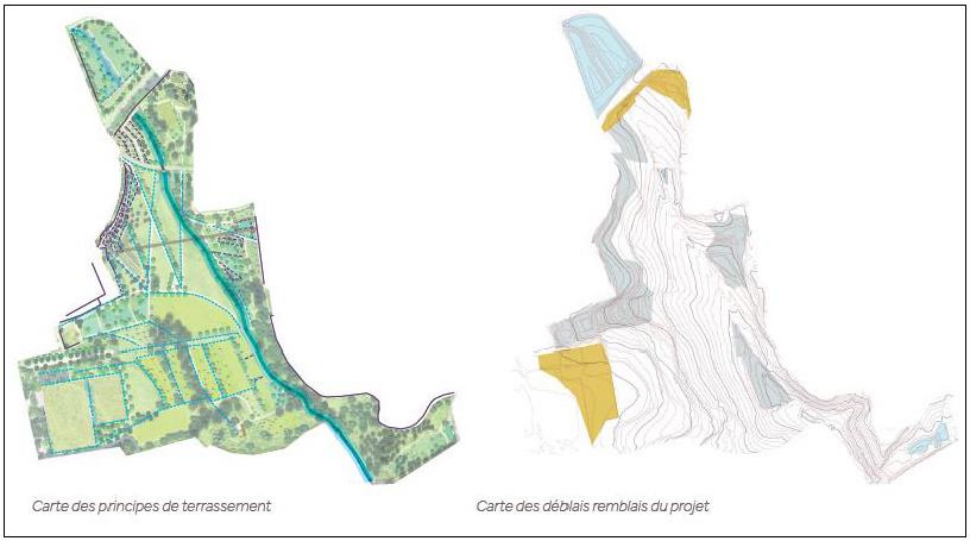
site. Le boisement de chênes pubescents peut être une zone d'hivernation pour les amphibiens et habitat d'intérêt pour certaines espèces aviaires.

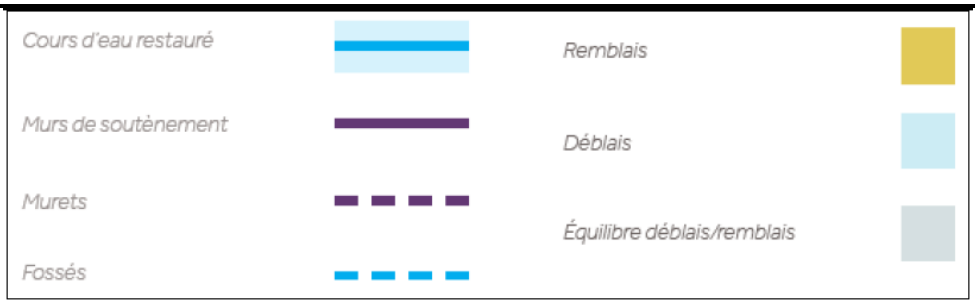
Le projet d'aménagement retenu permet ainsi de maintenir les secteurs à enjeu du vallon central et de les intégrer au projet de parc situé dans la zone naturelle.



Plan d'aménagement du parc du vallon et secteur à enjeu identifié sur le vallon central (en rouge)

Les travaux de terrassement (déblaiement/remblaiement) prévus n'impacteront pas le principal secteur à enjeu identifié sur le vallon central.

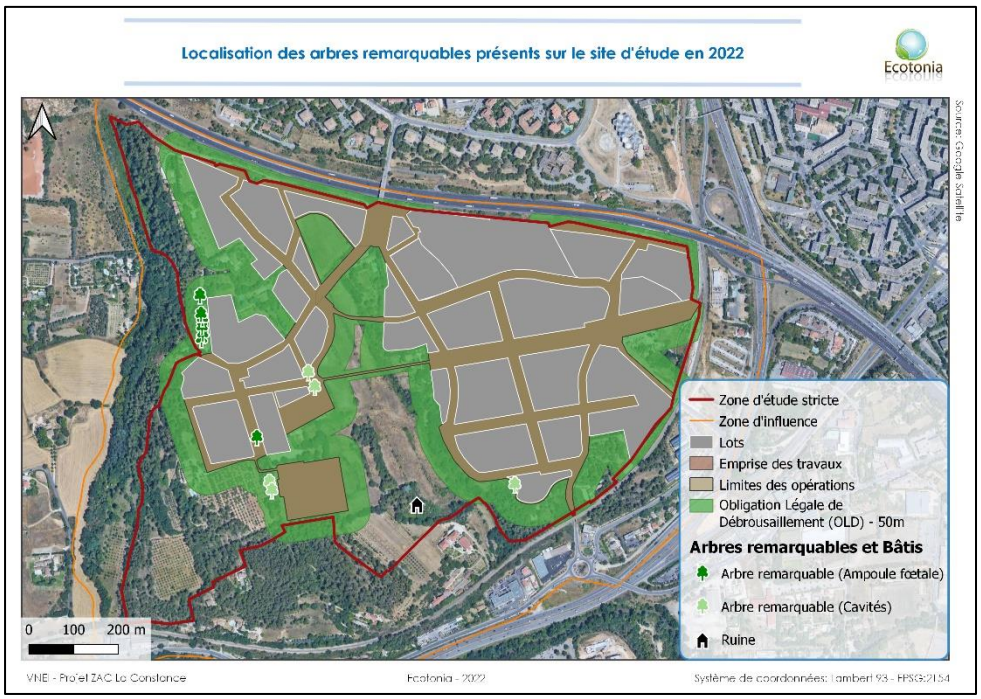




MR1b : Maintien des arbres à propriétés cavernicoles

Certains arbres localisés sur la zone d'étude peuvent constituer un habitat de vie et de reproduction pour deux espèces d'insectes potentielles à enjeu : le **Grand capricorne** et le **Lucane cerf-volant**. De plus, certains d'entre eux possèdent des propriétés cavernicoles, pouvant potentiellement servir de refuge à certains chiroptères, ainsi qu'à des oiseaux cavernicoles.

Le projet d'aménagement retenu permet d'éviter la majorité de ces spécimens remarquables (contrairement au périmètre de projet prévu dans le PLU de 2015).



Localisation des arbres remarquables maintenus dans la zone naturelle du projet d'aménagement.

	Indices de présence du Grand capricorne (source Ecotonia)  **MR1c : Maintien de certains arbustes, haies et buissons.** Le projet retenu permet le maintien d'un plus grand nombre d'éléments de la trame verte. Ceux-ci sont des habitats pour une assez large biodiversité, ils maintiennent une continuité écologique, ils permettent aussi pour beaucoup d'espèces de se cacher et de s'alimenter (baies). Ces arbres, et arbustes intégrés dans le projet d'aménagement paysager, et associées à des essences adaptées amélioreront la qualité écologique du projet. Ils seront utiles à l'avifaune, les oiseaux pourront y nicher, hiverner, mais aussi s'y alimenter. Les chiroptères, y trouveront gite et reposoir d'étape, mais aussi des repères. Quant à l'entomofaune, elle y restera riche.
Planification :	**Les obligations légales de débroussaillement (OLD) seront à rappeler dans les cahiers techniques de mise en œuvre** et mentionner en particulier les obligations d'enlèvement de bois mort et branchages résultant des opérations d'éclaircissement et d'élagage.

2.2.2 MR2 : Mise en place d'un chantier vert, respect des emprises du projet, mise en défens des zones sensibles.

<table>
<tr><td colspan="2">MR2 : Mise en place d'un chantier vert, respect des emprises du projet, mise en défens des zones sensibles.</td><td>Ecotonia</td></tr>
<tr><td><u>Espèces concernées</u> :</td><td><u>MR2a : Respect des emprises du projet</u>
Ensemble des espèces et des milieux
<u>MR2b : Mise en défens des zones sensibles</u>
Zones de maintien ME1
<u>MR2c : Mise en place d'un chantier vert</u>
Ensemble des espèces et des milieux</td><td><u>MR2d : Balisage des arbres à propriétés cavernicoles & chiroptériques</u>
Grand capricorne
Lucane cerf-volant
Rollier d'Europe
Pic épeichette
Huppe fasciée
Hibou Petit-duc
Chevêche d'Athéna
Pipistrelle pygmée
Pipistrelle de Nathusius
Pipistrelle de Kuhl
Oreillard gris
Pipistrelle commune
Vespère de Savi
Murin de natterer
<u>MR2e : Mise en place de dispositifs de protection amphibiens autour des zones de chantier</u>
Rainette méridionale
Grenouille « verte »
Grenouille rieuse
Crapaud épineux</td></tr>
<tr><td><u>Objectifs</u> :</td><td colspan="2">L'objectif de cette mesure est de mettre en place un "chantier vert".

Le respect des emprises du projet et la mise en défens des zones sensibles permettront de protéger ces dernières et d'éviter tous impacts accidentels.

Un balisage des arbres permettra d'éviter la destruction d'espèces protégées.

La mise en place de dispositifs de protection amphibiens (barrières anti-franchissement) permettra d'éviter le déplacement des amphibiens sur la zone des travaux et ainsi la destruction d'espèces protégées.

La mise en place d'un chantier vert a pour objectif principal de gérer les nuisances environnementales engendrées par les différentes activités liées à un chantier.</td></tr>
</table>

	Réduire les nuisances environnementales pour un chantier se décline en deux objectifs : Le premier qui est de **préserver et sauvegarder les espèces naturelles sensibles** identifiées dans l'emprise du chantier ou à proximité ainsi que leurs habitats. Cet objectif fait l'objet d'un cahier des charges distinct. **La maitrise d'ouvrage et la maitrise d'œuvre doivent être informées de l'obligation d'un encadrement** écologique en phase chantier et elles doivent s'engager à respecter les interventions de l'écologue et ses demandes particulières. Le second qui est de **maintenir un « chantier propre** » c'est-à-dire : • Limiter les pollutions lors du chantier (pollutions des eaux, des paysages, du sol, de l'air, nuisances sonores…) ; • Limiter la quantité de déchets lors du chantier et mise en place de bennes de tri ; • Limiter les risques sur la santé des ouvriers.
Protocole :	MR2a : Respect des emprises du projet Les limites du projet seront scrupuleusement respectées lors des travaux, des manœuvres des engins et du stockage des matériaux. Tout emprunt ou dépôt dans les zones seront proscrits. Un suivi de chantier sera effectué pour s'assurer du respect de cette mesure. MR2b : Mise en défens des zones sensibles Les zones jugées sensibles, mises en avant au préalable (ME1) aux abords du projet devront être mises en défens avant le début des travaux à l'aide de piquets, de barriérages éventuels, de rubalise et de panneaux "Zone protégée - Défense d'entrer" par les entreprises intervenantes.  **Matériel pour la mise en défens** MR2c : : Mise en place d'un chantier vert Tout d'abord, chaque entreprise titulaire devra définir un référent chantier propre qui sera chargé du bon déroulement du chantier vert et qui sera directement en contact avec la maitrise d'œuvre tout au long du chantier. Pour limiter les pollutions lors du chantier, plusieurs mesures seront instaurées. Plan d'accès et schéma viaire : ▪ Un schéma viaire sera mis en place, et définira les voies et sens de circulation, les zones de stationnement (véhicules légers, poids lourds, engins), les zones de stockage (carburant, matériaux inertes…) et la base vie. ▪ Les zones de stationnement ainsi les zones émettrices de nuisances (sonores, visuelles, poussières…) devront être éloignées des zones d'habitation. ▪ Le schéma viaire devra éviter le plus possible les marches-arrière des camions générant des nuisances sonores (signal sonore de recul).

	▪ Une signalisation routière devra indiquer l'itinéraire d'accès pour le chantier et les livraisons. <u>Propreté et nettoyage :</u> ▪ Des bâches protectrices au niveau des zones de stockage des carburants et autres produits polluants ainsi que des zones de stationnement des engins et des poids lourds seront mises en place pour éviter toutes pollutions du sol. Les pleins devront également être effectués sur ces espaces. ▪ Pour éviter la pollution du sol et des eaux, des bacs de rétention et de décantation seront installés. ▪ Des bennes pour le tri des déchets seront mises en place et seront protégées par des filets. Le brûlage, l'enfouissement ou dépôts à l'extérieur du site des déchets sera interdit sur le chantier. ▪ Les registres des déchets de chantier, des terres excavées, bordereaux de suivi des déchets dangereux, etc. seront tenus à chaque mouvement de déchets plutôt que par journée ouvrée. ▪ Avant la sortie du chantier, l'aménagement d'une aire de nettoyage des roues des camions sera prévu dans le but de limiter au maximum l'impact des salissures du chantier sur le périmètre immédiat. ▪ Les modalités de sortie des encombrants devront être définies. ▪ À l'intérieur du chantier, il sera procédé régulièrement au nettoyage des cantonnements - intérieurs et extérieurs, des accès et des zones de passages ainsi que des zones de travail. ▪ Chaque intervenant sur le chantier doit être responsabilisé par l'intermédiaire du référent « Chantier propre » en ce qui concerne les personnels d'entreprises, titulaires et sous-traitantes. <u>Sécurité :</u> ▪ Une sensibilisation des intervenants devra être réalisée en amont du chantier, mais également en phase chantier. ▪ L'équipement des intervenants devra être adapté (casque de chantier, chaussures de sécurité, chasubles…). Le respect des consignes de propreté, de nettoyage, mais également du schéma viaire par l'ensemble des équipes permettra de sécuriser le chantier <u>MR2d : Balisages des arbres à propriétés cavernicoles & chiroptériques</u> Plusieurs arbres remarquables à propriétés cavernicoles et chiroptériques sont localisés au sein des boisements de l'aire d'étude, en limite des travaux.



Localisation des arbres remarquables maintenus dans la zone naturelle du projet d'aménagement à baliser (rouge).

Arbres à baliser

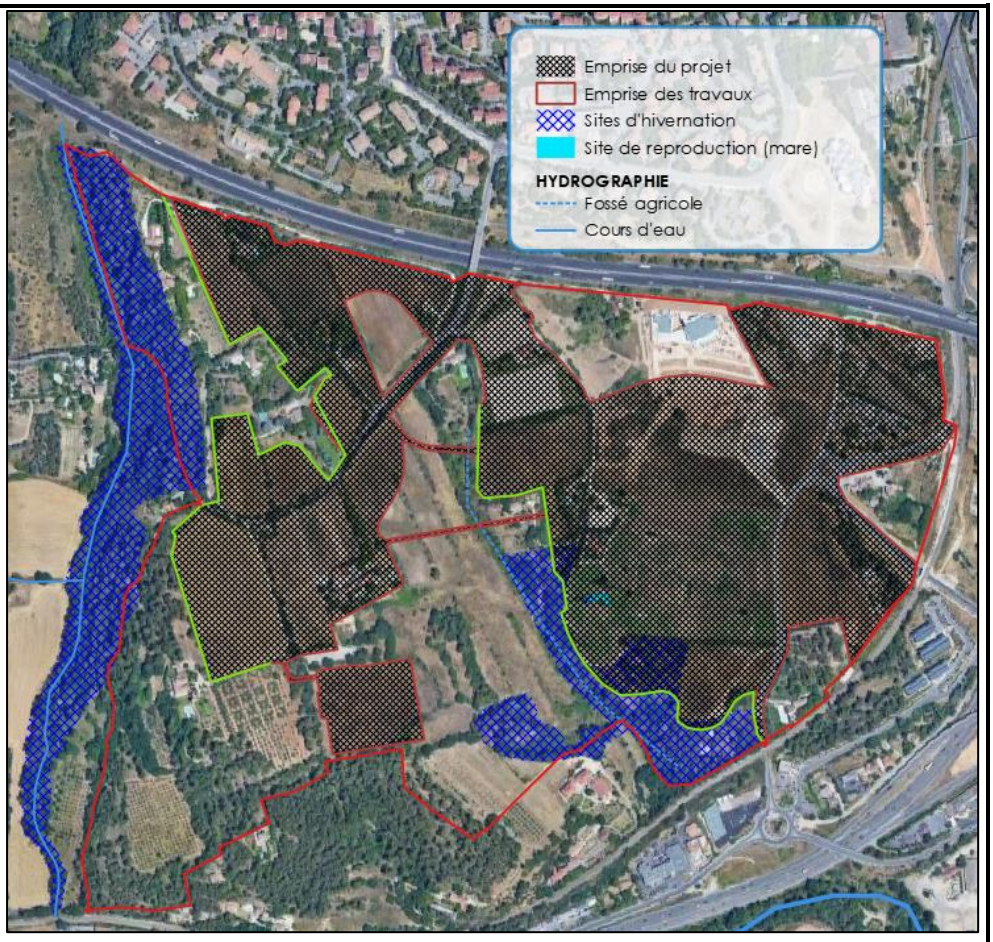
Les arbres sénescents, et notamment les essences nobles, sont ou vont devenir siège de la colonisation d'espèces saproxylophages protégées, leur servant d'habitat de vie et de reproduction. Les arbres présentant des cavités sont favorables aux chiroptères ces cavités peuvent en effet servir de gîtes estivaux, voire hivernaux, aux espèces arboricoles. Les cavités peuvent également être fréquentées par des espèces avifaunistiques cavicoles en période de reproduction.

Le balisage de ces arbres sera effectué en comprenant la largeur de la couronne au moyen d'une rubalise ou d'un barriérage.

MR2e : Mise en place de dispositifs de protection amphibiens autour des zones de chantier

Au sein de l'aire du projet d'aménagement, des sites de reproduction et d'hivernation favorables à plusieurs espèces d'amphibiens contactées ou potentielles ont été identifiés.

Des barrières anti-franchissement pour les amphibiens seront ainsi mises en place autour des zones de chantier, sur les secteurs où des habitats d'espèces ont été relevés. L'objectif est d'éviter que les individus en déplacement n'accèdent aux zones de chantier et ainsi éviter la destruction d'espèces protégées.



Localisation du dispositif de protection amphibiens (en vert) à installer selon les secteurs à enjeu pour les amphibiens identifiés et l'emprise du projet

Le filet amphibiens doit avoir une hauteur minimale de 50 cm de hauteur et être en mailles fines ou pleines. Il sera installé sur des clôtures existantes ou qui seront installées dans le cadre des travaux ou agrafé à des piquets en bois plantés tous les 2 m. Le filet devra être enterré sur 10 cm (les amphibiens étant de très bons fouisseurs).

Le dispositif pourra être installé au fur et à mesure sur les différents secteurs selon l'avancement des travaux. Selon l'emplacement des bases-vie et autres zones de chantier, la mise en place du dispositif autour de ces zones devra également être prévue.





	Exemple d'un dispositif anti-franchissement amphibiens avec filet en mailles fines mis en place sur un chantier à Aix-en-Provence par Ecotonia
Planification :	La **maîtrise d'ouvrage s'engage** à mettre en œuvre les mesures MR2b, MR2d et MR2e **avant le début des travaux** et à appliquer la mesure MR2a et MR2c **tout au long des travaux**. Le dispositif de protection amphibiens (MR2e) devra être maintenu pendant toute la durée des travaux et **remis en état régulièrement** afin de garantir son imperméabilité et l'efficacité de la mesure. Le **suivi du chantier** par un écologue spécialisé devra être mis en place afin de contrôler la bonne réalisation de la mesure MR2, tout au long de la phase chantier.
Précautions particulières :	Le dispositif de protection amphibiens devra être régulièrement vérifié pour en garantir la pérennité. Les travaux ne devront pas dégrader le dispositif.

2.2.1 MR3 : Défavorabilisation écologique et adaptation du phasage des travaux à la biologie des espèces faunistiques

<table>
<tr><td colspan="2">MR3 : Défavorabilisation écologique et adaptation du phasage des travaux à la biologie des espèces faunistiques</td></tr>
<tr><td rowspan="2"><u>Espèces concernées :</u></td><td><u>MR3a : Prise en compte de la période de migration, de reproduction et d'hivernation des amphibiens</u>
▪ Grenouille rieuse
▪ Grenouille « verte »
▪ Rainette méridionale
▪ Crapaud épineux</td><td><u>MR3b : Prise en compte de la période d'hivernation et d'activité des reptiles</u>
• Psammodrome d'Edwards
• Couleuvre de Montpellier
• Lézard des murailles
• Lézard à deux raies
• Tarente de Maurétanie
• Orvet fragile (toujours potentiel)
• Coronelle girondine (potentielle)</td></tr>
<tr><td><u>MR3c : Prise en compte de la période de nidification des oiseaux</u>
• Chardonneret élégant
• Faucon crécerelle
• Fauvette mélanocéphale
• Verdier d'Europe
• Serin cini
• Pic épeichette
• Cisticole des joncs
• Rollier d'Europe
• Tourterelle des bois
• Chevêche d'Athéna
• Buse variable
• Corneille noire
• Huppe fasciée
• Ensembles des espèces à enjeu très faible et faible.</td><td><u>MR3d : Prise en compte de la période d'hibernation et de reproduction des mammifères non volants</u>
• Musaraigne commune
• Lapin de Garenne
• Lérot* (potentiel)
• Hérisson d'Europe* (probable)
• Crocidure des jardins* (toujours potentielle)</td></tr>
<tr><td><u>Objectifs</u> :</td><td colspan="2">L'objectif de la mesure est de limiter le risque de destruction et le dérangement d'espèces animales en phase chantier.

La mesure comprend <u>deux actions complémentaires</u> :
– la défavorabilisation, c'est-à-dire la réduction de l'attractivité du site pour la faune, avant les travaux ;
– l'adaptation du calendrier des travaux dès le démarrage du chantier et tout au long de la phase travaux.</td></tr>
</table>

Protocole :	**MR3a : Prise en compte de la période de migration, de reproduction et d'hivernation des amphibiens** Les espèces d'amphibiens sortent d'hivernation en février, voir dès le 15 janvier lorsque les températures sont clémentes. La période de reproduction s'étale jusqu'à l'été et un certain nombre d'espèces migrent entre zones boisées (milieu d'hivernation) et zones humides (milieu de reproduction). • La **Grenouille rieuse** a une période d'activité qui s'étend de mars à novembre. La période de reproduction a quant à elle lieu d'avril à juin. Les œufs de la Grenouille rieuse éclosent en 1 semaine. Les têtards se développent en 2 à 4 mois et la métamorphose a lieu en été (au plus tard en août). • Le complexe des **Grenouilles vertes** a de manière globale, une période d'activité qui s'étend de mars à novembre. La période de reproduction a lieu d'avril à juin. Les têtards se développent entre 2 à 4 mois, et la métamorphose a lieu en été. • La **Rainette méridionale** possède une période d'activité s'étalant de février à décembre. Sa période de reproduction dure des mois de mars-avril à juin. Sachant que les têtards nécessitent environ 2.5 mois pour arriver à la métamorphose, cette dernière a lieu en juillet ou en août au plus tard. • Le **Crapaud épineux** est actif la nuit et passe la journée à l'abri sous une pierre ou dans un trou sous des branches. Il se reproduit en mars dans un milieu humide (fossé inondé, mare, bordure d'étangs, etc.). Les têtards deviennent adultes au bout de deux mois et sortent alors de l'eau. La défavorabilisation du site pour les amphibiens susceptibles d'y accomplir l'intégralité de leur cycle de vie (reproduction et hivernation) devra consister au **retrait des caches avérées ou potentielles, et ceci manuellement et sous contrôle d'un naturaliste (associatif et/ou professionnel)** : pierres, souches, tas de branches, amas de matériaux… les plus grossiers, sur l'emprise du projet et du chantier et aux abords immédiats, avant le démarrage des travaux. Ceci afin d'empêcher aux individus de pouvoir se cacher sur l'emprise du chantier et ainsi limiter le risque de dérangement et de destruction des espèces lors des travaux qui seront engagés par la suite. L'opération devra être effectuée **en octobre**, période à laquelle les amphibiens cherchent des abris pour l'hivernation. Le défrichement des zones d'hivernation identifiées, impactées par le projet, devra également être effectué à cette période, avant l'hivernation des individus sur ces secteurs. Ensuite, il s'agit de ne pas effectuer de travaux en période de reproduction, c'est-à-dire **éviter la période s'étalant entre mars et septembre.** À cette période, les individus sont dans les points d'eau pour la reproduction, mais également à proximité, pour certaines espèces, lorsque la reproduction est finie. Les juvéniles à leur émergence sont particulièrement vulnérables. Ils se déplacent sur la terre aussi bien la nuit que la journée (contrairement aux adultes qui sont davantage nocturnes). Étant donné l'impossibilité à interrompre annuellement les opérations à cette période, un **dispositif anti-franchissement** pour les amphibiens sera mis en place pendant toute la durée des travaux (cf. mesure MR1e). La **capture et le déplacement éventuels** des amphibiens ne devront être réalisés que par un expert écologue lors du retrait de gîtes (**CERFA n°13 616*01 :** *Demande de dérogation pour la capture ou l'enlèvement, la destruction ou la perturbation intentionnelle de spécimens d'espèces animales protégées.)* **MR3b : Prise en compte de la période d'hivernation et d'activité des reptiles** Les espèces de reptiles sortent généralement d'hivernation à partir de mars – avril.

- Le **Lézard des murailles** possède une période d'activité qui s'étend de février à novembre. La reproduction a lieu en avril, les pontes entre fin mai et fin juin ; l'éclosion a quant à elle lieu entre août et septembre.
- Le **Psammodrome d'Edwards** possède une période d'activité qui s'étend de mars à septembre. La reproduction a lieu en avril, les pontes entre fin mai et fin juin ; l'éclosion a quant à elle lieu entre aout et septembre.
- La **Couleuvre de Montpellier** est active de mars à novembre. Elle commence la saison de reproduction au mois de mai. Le temps d'incubation est en moyenne de 60 jours.
- Le **Lézard à deux raies** est actif de mars à octobre. Il se reproduit dès la fin avril jusqu'au début du mois de juin. La ponte a lieu au bout d'un mois et l'éclosion s'effectue un mois plus tard.
- La **Tarente de Maurétanie** est active de février à novembre. La saison de reproduction a lieu entre mars et juin. Les œufs sont déposés dans des anfractuosités pierreuses ou derrière des écorces de bois. Le temps d'incubation dure entre 55 et 98 jours.
- L'**Orvet fragile** est actif de mars à octobre. La reproduction se déroule d'avril à juin. Les jeunes émergent jusqu'en septembre.

La défavorabilisation du site pour les reptiles devra consister au **retrait des caches avérées ou potentielles** : pierres, souches, tas de branches, amas de matériaux… les plus grossiers, sur l'emprise du projet et du chantier et aux abords immédiats, avant le démarrage des travaux. Ceci afin d'empêcher aux individus de pouvoir se cacher sur l'emprise du chantier et ainsi limiter le risque de dérangement et de destruction des espèces lors des travaux qui seront engagés par la suite. L'opération devra être effectuée **en octobre**, période à laquelle les reptiles commencent à chercher des gîtes d'hivernation et sont toujours actifs pour pouvoir fuir. Le défrichement des habitats favorables aux individus, situés sur l'emprise du chantier, devra être réalisé avant le printemps, afin de rendre défavorable écologiquement le site pour les individus, pour la période de reproduction à venir.

Les travaux prévus dans le cadre du projet d'aménagement devront ensuite **éviter d'être entrepris entre mars et fin septembre,** période de reproduction des individus et d'éclosion des pontes.

MR3c : Prise en compte de la période de nidification des oiseaux

De manière générale, la période de nidification des oiseaux s'étend de février à août en fonction des espèces.

- Le **Chardonneret élégant** construit son nid au niveau de la fourche d'un arbuste ou d'un arbre. La reproduction début en avril et trois couvées peuvent être effectuées par an. Les jeunes quittent le nid après 14 jours, en moyenne.
- Le **Faucon crécerelle** réutilise généralement son site de niche d'une année à l'autre. Il niche dans des cavités rocheuses, dans des nichoirs artificiels ou encore dans le nid abandonné d'autres espèces. La ponte s'effectue dès le mois d'avril et l'incubation dure environ 28 jours. Ensuite, les jeunes s'envolent au bout d'un mois.
- La **Fauvette mélanocéphale** construit généralement son nid à 30-60 cm du sol, dans des petits arbres ou des buissons, parfois dans des touffes d'herbe. Les dates de pontes se répartissent de mi-mars à début juin. Les jeunes quittent le nid à environ 12 jours.

	• Le **Verdier d'Europe** se satisfait de divers types d'habitats tant qu'ils sont végétalisés et pas trop denses. Ainsi, il niche sur une fourche d'arbustes, des petits arbres ou même encore, dans du lierre ou des lianes. La reproduction a lieu dès début mars et jusqu'en juillet. Les jeunes sont nourris pendant environ 18 jours, puis prennent leur envol. Cette espèce peut effectuer jusqu'à trois pontes dans l'année. • Le **Serin cini** niche généralement sur une fourche d'arbres ou d'arbustes au feuillage dense. La reproduction est précoce et a lieu dès fin mars et début avril. Les jeunes sont nourris pendant une quinzaine de jours, puis prennent leur envol, mais sont encore nourris par les deux parents pendant une dizaine de jours. • Le **Pic épeichette** fait son nid dans la cavité d'un arbre mort ou tendre, qu'il aura préalablement créé. La reproduction a lieu au printemps et la ponte, unique, entre mai et juin. • La **Cisticole des joncs** démarre sa nidification dès le mois de mars. Le nid est confectionné au sommet de la végétation herbacée qui le dissimule totalement. La première ponte dépend des conditions météorologiques de l'année (température et humidité). Elle est ainsi effectuée entre fin mars et avril. L'incubation dure 12 jours. Les oisillons ne volent pas avant une quinzaine de jours. Trois couvées ont lieu par saison. La troisième est réalisée fin aout. • Le **Rollier d'Europe** ne construit pas de nid. La ponte est directement posée dans un nid de pic abandonné, dans la cavité d'un arbre, résineux ou feuillu. L'incubation dure une vingtaine de jours. Les jeunes restent au nid pendant 1 mois environ. La saison de nidification est relativement tardive : entre mai et juillet. • La **Tourterelle des boi**s est visiteuse d'été et arrive en avril. Son nid dans les houppiers des bois, lisières, bosquets et haies arborées est placé à mi-hauteur. La nidification peut s'étendre jusqu'en juillet. • La **Chevêche d'Athéna** nidifie dans les vieux arbres des haies ou vergers ou dans les cavités du bâti rural. Sa reproduction démarre tôt en février et dure jusque juillet. • La **Buse variable** est sédentaire. Elle niche dès mars jusque juin et installe son aire dans de grands arbres en réutilisant de grands nids de corvidés le plus souvent. • La **Corneille noire** est sédentaire et niche dans les arbres surtout en lisière. • La **Huppe fasciée** est visiteuse d'été et fréquente les arbres creux. Pour réduire l'impact sur ces populations, l'ensemble de la végétation herbacée située sur l'emprise du chantier devra être supprimée entre octobre et février. Les bosquets et sujets arbustifs et arborés situés sur l'emprise du chantier (et du projet) devront également être supprimés avant le démarrage du chantier, entre octobre et février, afin d'éviter toute nidification sur l'emprise du chantier et risque de destruction d'individus lors de la poursuite des travaux. **En supprimant la végétation avant le mois de mars**, les oiseaux pourront aller nicher sur d'autres secteurs non concernés par les travaux. **Les travaux devront ensuite démarrer rapidement** à la suite de ces interventions de défrichement afin d'éviter la repousse de la végétation et ainsi le retour d'espèces d'oiseaux. Si tous les travaux de défrichement n'avaient pas pu être réalisés avant le démarrage du chantier, ils devraient respecter ce même calendrier et pourront être effectués, chaque saison, uniquement entre octobre et février. **MR3d : Prise en compte de la période d'hibernation et de reproduction des mammifères non volants**

- La **Musaraigne commune** se reproduit de mars à octobre, dans les milieux frais à humides dont la végétation est assez dense. La gestation dure en moyenne 15 à 20 jours. Elle peut avoir quatre portées par an.
- La **Crocidure des jardins*** habite des milieux des plus diversifiés depuis les bois jusqu'aux garrigues en passant par les friches, jardins, lieux humides et vergers. Elle se reproduit de février à octobre.
- Le **Lérot*** fait son nid dans les arbres. La reproduction débute dès avril et s'étend jusqu'en juillet. Cette espèce peut avoir deux portées par an et la gestation dure environ 22 jours. Elle hiberne durant la période hivernale, dès que les températures descendent sous 10°C.
- Le **Lapin de Garenne** présente une large période de reproduction, s'étalant entre janvier et octobre. Il se satisfait de divers types d'habitats, tant qu'il peut y creuser un terrier. Ses capacités de reproduction sont fortes.
- Le **Hérisson d'Europe*** se reproduit entre avril et septembre. La mise bas a ensuite lieu dans le nid, 6 à 7 semaines plus tard. Cette espèce peut effectuer deux portées par an, notamment dans la région où les températures sont plus clémentes.

Pour la réalisation des travaux, il est nécessaire de tenir compte de la période de mise bas et du temps nécessaire à la prise d'indépendance par les jeunes de cette espèce, pour éviter la destruction d'individus. De manière générale, les travaux doivent **éviter un démarrage dans la période de printemps/été**, soit entre mars et septembre afin de ne pas perturber le cycle de reproduction de ces espèces.

Planification :

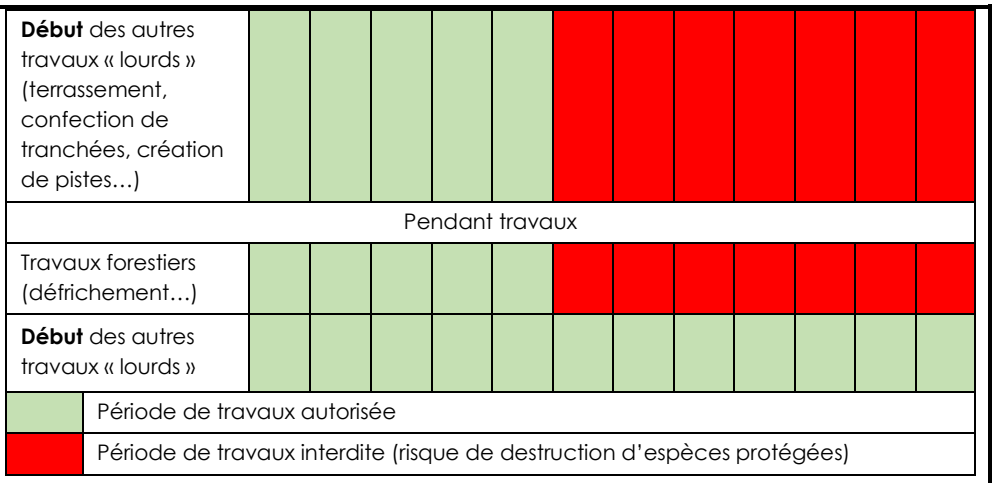
La planification des travaux **en amont** doit tenir compte de la biologie des espèces. **La planification doit être revue mensuellement,** au fur et à mesure de l'avancée des travaux.

Les opérations de défrichement/débroussaillement/abattage/élagage sont interdites sur l'ensemble du site entre mars et septembre que ce soit au début du chantier ou au cours du chantier.

Le démarrage des opérations de terrassement, nivèlement… est interdit sur l'ensemble du site entre mars et septembre. Ces opérations peuvent être réalisées en période « sensible » si elles sont entreprises dans la continuité des travaux de défrichement. Après défrichement, le site étant ainsi devenu moins favorable pour la faune, il y a moins de risque de destruction d'espèces protégées lors des travaux suivants et notamment terrassement.

Les autres travaux moins perturbants (à valider auprès de l'écologue au préalable) pourront être réalisés tout au long de l'année.

Type d'intervention	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S
Défavorabilisation de l'emprise du chantier avant travaux												
Suppression des gîtes et cachettes pour les amphibiens et reptiles												
Suppression de la végétation pour les oiseaux – travaux forestiers (défrichement…)												
Démarrage des travaux												

	 La **maîtrise d'ouvrage s'engage** à mettre en œuvre la mesure **tout au long des travaux**. Le **suivi du chantier** par un écologue spécialisé devra être mis en place afin de contrôler la bonne réalisation de la mesure, tout au long de la phase chantier.
Précautions particulières :	La prise en compte des **prévisions météorologiques** est également requise. En effet, le cycle biologique des espèces est modulé par ce facteur abiotique, notamment la température.

2.2.2 MR4 : Limitation de la formation d'ornières en phase chantier et drainage des fossés

MR4 : Limitation de la formation d'ornières en phase chantier et drainage des fossés	Ecotonia
Espèces concernées :	**Amphibiens :** • Grenouille rieuse • Grenouille « verte » • Rainette méridionale • Crapaud épineux
Objectifs :	Cette mesure a trois objectifs principaux : - **combler les ornières présentes** sur l'aire d'étude à l'état initial - **limiter la formation de nouvelles ornières** en phase chantier - **drainer les éventuels fossés** afin qu'ils soient à sec tout au long des travaux L'atteinte de ces objectifs permettra de réduire les risques d'installation des populations d'amphibiens sur le chantier et en période de reproduction ; en particulier des espèces pionnières (Crapaud épineux). Ils permettront ainsi de réduire le risque de destruction de pontes et de larves.
Protocole :	**MR4a : Comblement des ornières présentes sur l'aire d'étude à l'état initial** **Des ornières éventuellement présentes** sur l'aire de projet **lors du démarrage des travaux devront faire l'objet d'un comblement avant période de reproduction.** Les ornières sont par définition des traces plus ou moins profondes des roues qui sont creusées sur le sillage des engins et notamment des engins de chantier. Elles sont uniquement favorables en termes de zone de reproduction aux espèces pionnières de crapauds (Crapaud épineux) qui ne nécessitent pas de végétation hygrophile et dont le développement des larves est très rapide. Ces ornières peuvent également servir ponctuellement aux espèces de grenouilles telles que celles du complexe *Pelophylax* en tant que zones de rafraichissement et de dispersion des juvéniles. Il est donc indispensable de combler les ornières actuellement présentes sur l'aire d'étude avant la période de reproduction des amphibiens. **La période conseillée est de mi-novembre à mi-février, février au plus tard**. **Avant tout comblement des ornières, il convient de vérifier (sous supervision d'un écologue ou naturaliste (associatif et/ou professionnel) :** - **l'absence de pontes d'amphibiens** **- l'absence de larves d'amphibiens** Si l'ornière ne présente pas de traces de reproduction, le comblement à l'aide de terre directement prélevée sur site peut être réalisé. Il conviendra ensuite de procéder à un tassement de cette terre afin de limiter la formation d'une nouvelle ornière dans le temps. **Si des traces de reproduction sont présentes**, il **est proscrit de combler l'ornière** et il faudra faire appel à un écologue qui décidera ensuite de la marche à suivre

(récupération des pontes, des larves ou mise en défens) en accord avec l'autorité compétente (Préfecture et services déconcentrés de l'État).

MR4b : Limiter la formation d'ornières en phase chantier

Tout au long du chantier, il est nécessaire de veiller à la non-formation de nouvelles ornières qui pourraient créer des corridors de déplacement aux amphibiens et les attirer dans l'emprise des travaux.

Il convient donc de porter une attention particulière à toute cavité et ornière créée (et notamment sur les zones décapées) ainsi que de les combler au fur et à mesure afin de ne pas laisser aux espèces potentielles d'amphibiens le temps de les repérer.

Pour cela, les mêmes dispositions de vérification avant comblement seront prises que dans la MR3a.

Concernant la période d'intervention, une attention particulière devra être mise en place à partir de février et conduite tout au long de la période de reproduction et de dispersion des amphibiens.

Il faudra donc surveiller de manière accrue la formation des ornières entre février et septembre ; et les combler rapidement après vérification.

MR4c : Drainer les fossés présents

Plusieurs fossés, en bordure de parcelle agricole ou friches, qui n'étaient pas en eau lors des dernières prospections réalisées pourraient toutefois présenter des caractéristiques intéressantes pour les espèces d'amphibiens visées par cette mesure en termes de zone de reproduction, de corridor de déplacement et éventuellement de zone refuge, lorsqu'ils sont en eau.

Les fossés situés sur l'emprise du projet seront détruits. Ils devront être drainés en amont afin de limiter le risque de destruction des individus.

La période d'intervention de drainage des fossés est de septembre à octobre au plus tard. Cela permet d'agir en étiage voire en période sèche, d'éviter la période de reproduction des amphibiens, mais également d'intervenir lorsque ces derniers ne sont pas encore léthargiques ou en hivernation et donc aptes à se déplacer. Certaines espèces telles que celles du complexe *Pelophylax* peuvent en effet hiberner dans la vase.

Afin de drainer les fossés, **il convient (sous supervision d'un écologue ou naturaliste (associatif et/ou professionnel) de :**

- **vérifier l'absence de pontes d'amphibiens**

- vérifier l'absence de larves d'amphibiens

- vider le fossé s'il n'est pas à sec

- curer le fond par tronçons lorsque le fossé est à sec afin de permettre aux espèces de se déplacer et de trouver des zones de repli

- étaler la vase collectée à proximité du fossé pendant 1 journée afin de permettre aux individus potentiellement présents de s'échapper.

- combler les fossés dans la continuité de ces travaux afin d'éviter que des espèces y retournent ou que des pluies remplissent les fossés.

	Le **fossé situé dans le vallon central** étant préservé par le projet d'aménagement, il **ne devra pas faire l'objet d'un drainage**.
Planification :	**Le comblement des ornières doit être réalisé préférentiellement de mi-novembre à mi-février.** **La veille à la non-formation de nouvelles ornières** doit être réalisée **tout au long de la phase chantier et doit faire l'objet d'une attention particulière de février à septembre.** Les ornières repérées doivent être **comblées immédiatement.** **Le drainage des fossés doit être réalisé de septembre à octobre**, après la reproduction des amphibiens, mais lorsqu'ils sont encore actifs. **Après l'assec et le curage du fond de fossé, il convient de les combler directement** afin d'éviter tout risque de recolonisation par les amphibiens. La **maîtrise d'ouvrage s'engage** à mettre en application la mesure (protocole et calendrier) **tout au long des travaux**. Le **suivi du chantier** par un écologue spécialisé devra être mis en place afin de contrôler la bonne réalisation de la mesure, tout au long de la phase chantier.
Précautions particulières :	Toujours vérifier si des pontes ou des têtards ne sont pas déjà présents avant de drainer ou de combler.

2.2.3 MR5 : Limitation et adaptation de l'éclairage

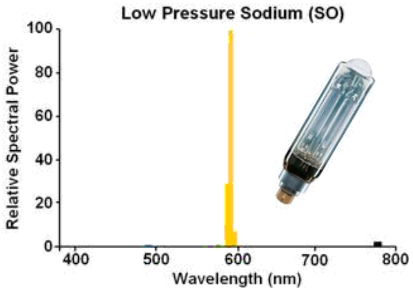
MR5 : Limitation et adaptation de l'éclairage	Ecotonia
Espèces concernées :	• Ensemble des espèces - en particulier **les chiroptères**
Objectifs :	La **lumière artificielle** a un **effet fragmentant**. À court terme, elle peut être à l'origine d'une modification de la mobilité des espèces et le cycle biologique de ces dernières peut être contraint. Cela peut entrainer une mortalité directe par collision des individus au passage des voiries. Par exemple, des études sur les Grenouilles vertes ont montré que ces dernières se déplacent plus fréquemment lorsqu'elles sont exposées à la lumière artificielle plutôt qu'à la lumière naturelle. D'autre part, certaines espèces (insectes, avifaune en migration…) qui sont attirées par la lumière ou qui utilisent cette source comme repère d'orientation vont être désorientées ou leurrées dans leurs déplacements par la lumière artificielle qui va masquer leurs repères naturels. Certaines espèces (chiroptères…) fuient la lumière. Ces dernières vont alors être contraintes dans leurs déplacements en présence de lumière artificielle. Les conséquences peuvent être doubles : - **Mortalité directe par collision** : la lumière artificielle peut constituer une source d'éblouissement augmentant les probabilités de collisions routières. Les phénomènes d'attractivité et de répulsion cités précédemment peuvent également engendrer une augmentation des collisions en présence de lumière artificielle. - **Isolement de certaines espèces** : La lumière artificielle rompt le noir et constitue pour certaines espèces une barrière infranchissable. Ainsi à moyen et long terme, il peut y avoir isolement des populations voire même extinction de par la limitation de la dispersion et des échanges entre populations. Limiter et adapter l'éclairage en phase chantier et en phase de fonctionnement de la route permettra de **réduire les impacts négatifs de la lumière artificielle** sur les espèces, en particulier concernant le groupe des chiroptères et celui des insectes.  **Pollution lumineuse**

Protocole :

MR5a : Adaptation des éclairages en phase de chantier

Lorsqu'un éclairage est nécessaire lors de la phase travaux, il est nécessaire d'utiliser un éclairage adapté en particulier pour les chiroptères.

Pour cela, il est préconisé d'utiliser des **lampes basse-tension à vapeur de sodium** dont le halo lumineux sera dirigé vers le bas et les longueurs d'onde adaptées afin de limiter l'attraction des insectes nocturnes.



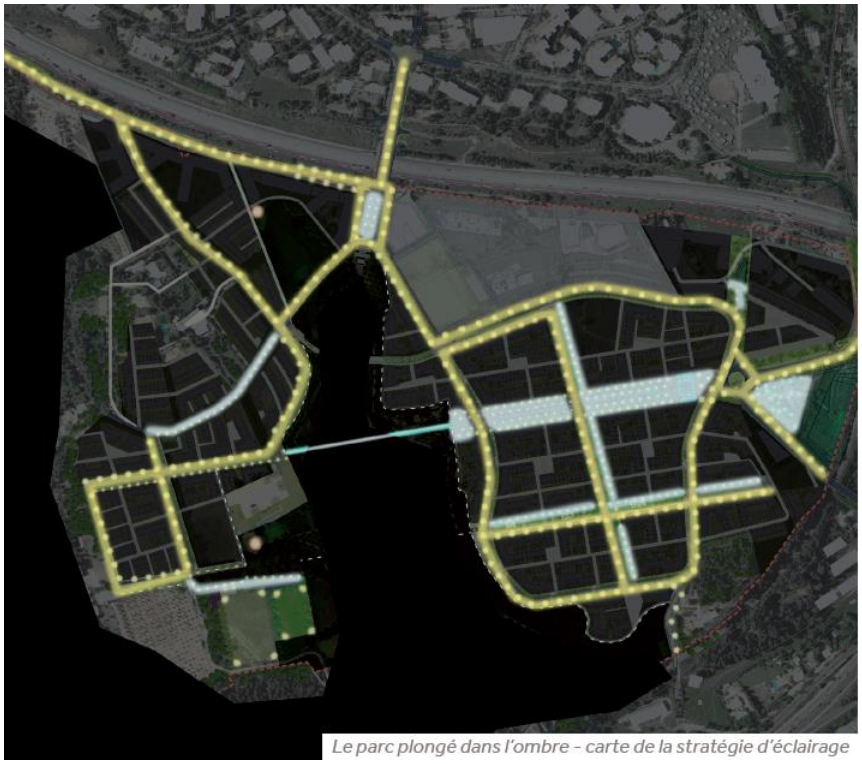
Longueur d'onde lampe basse-tension à vapeur de sodium

MR5b : Adaptation des éclairages du projet en phase de fonctionnement

Projet lumière du parc

Le projet lumière consiste précisément à ménager le périmètre du parc la nuit afin de respecter les équilibres diurnes et nocturnes de la flore et de la faune. Le parc devient un espace de refuge pour la biodiversité : la trame noire se superpose ainsi à la trame verte et bleue. Il n'y aura ainsi pas d'éclairage prévu sur les secteurs à enjeux : vallon central et vallon de la Thumine ainsi que le long de tous les espaces naturels.

Cette pénombre permet à la silhouette nocturne ce quartier de se détacher, et de créer un jeu de vis-à-vis entre les différentes rives de parcs. L'éclairage des cours met en exergue les lisières arborées.

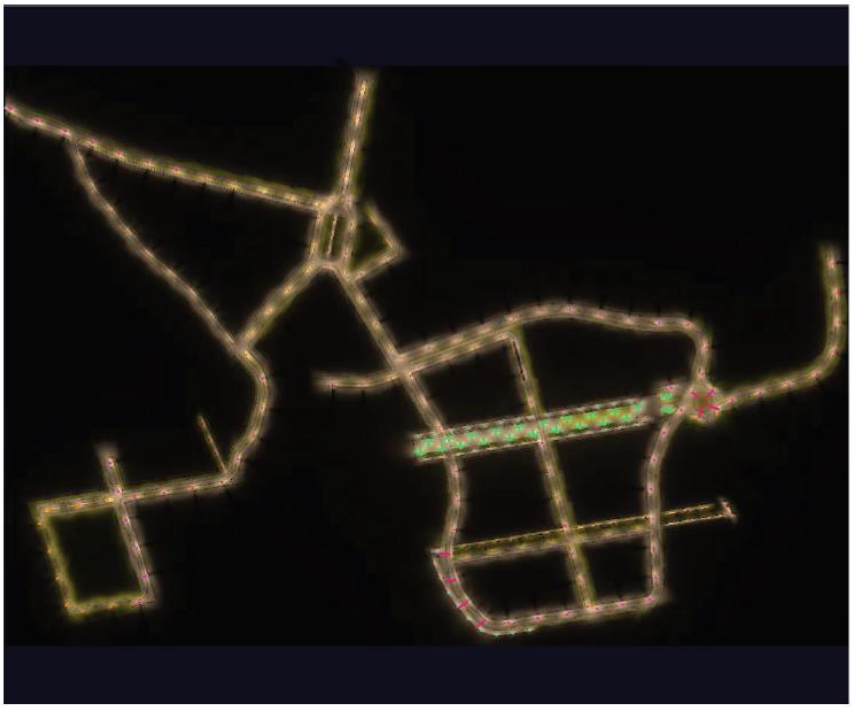


Le parc plongé dans l'ombre - carte de la stratégie d'éclairage

Le parc comme corridor de la trame noire (Notice du parc du Vallon)

Projet lumière secteurs urbanisés

Sur les secteurs urbanisés, le projet prévoit l'éclairage de l'ensemble des voiries et stationnements, les cheminements piétons, les cours et les terrains de sport.



Projet lumière des espaces publics des secteurs urbanisés (Notice des espaces publics)

L'**éclairage public extérieur mis en place sera programmable** et permettra une diminution de l'intensité lumineuse sur des créneaux nocturnes.

Les terrains de sport, le parc ainsi que tout autre secteur non voué à l'accueil du public en nocturne seront éteints la nuit.

Les éclairages des cheminements piétonniers les moins empruntés seront réglés sur détecteur de présence.

Le projet prévoit l'installation de différents ensembles d'éclairage. Ils seront tous équipés de **verre luminaire plat** et munis d'un **capot réflecteur**.



Exemple de luminaire prévu dans le projet d'éclairage des espaces publics

Également, les préconisations supplémentaires sont les suivantes :

Afin d'**éviter la diffusion de la lumière** :

- l'angle de projection de la lumière ne doit pas dépasser 70° à partir du sol ;
- la hauteur du mat doit être minimisée.

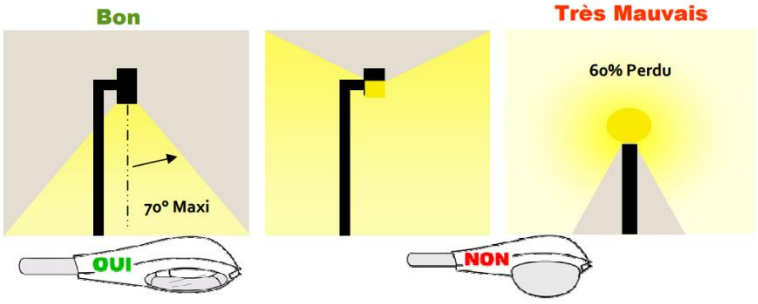


Schéma : Conseils pour la diffusion de la lumière (source Guide BBP IDDR)

Une réflexion doit également avoir lieu concernant l'**emplacement et l'espacement des éclairages** et sur le degré d'éclairement nécessaire.

Recommandation relative à l'éclairage des voies publiques de l'AFE Projet d'éclairage en milieu urbain : boulevards, avenues et voies résidentielles, pour une implantation des lampadaires unilatérale (source ANPCN)

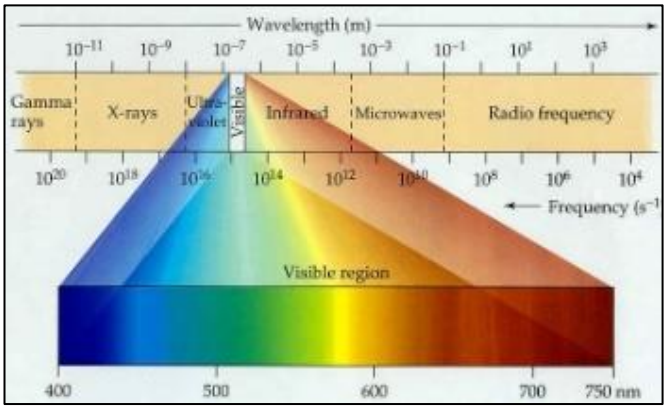
Largeur chaussée	Hauteur lampadaire	Espacement	Avancée du foyer sur chaussée	Lampe SHP*	Éclairement moyen (lux)
5 m	6 m	18 m	0 m	50 watts	16,9
6 m	7 m	21 m	0 m	70 watts	19,5
7 m	8 m	24 m	1 m	70 watts	16,6
8 m	9 m	27 m	0 m	100 watts	19,4
9 m	10 m	30 m	1,5 m	100 watts	17,8
10 m	11,5 m	35 m	0 m	150 watts	17,6

* SHP = Sodium Haute Pression

Concernant le **type de lampes** à choisir (couleur de lumière émise), il faut privilégier les lampes émettant seulement dans le visible et de couleur jaune et orange. Les lampes à sodium sont donc adaptées. Des luminaires à LED peuvent également être adaptés selon leur couleur d'émission.

LAMPES	Pourcentage d'émission entre 475-530 nm
Sodium basse pression	0 %
LED ambrée 1800 K	0,3 %

LED 2700 K	2,2 %
Sodium haute pression	5 %
Iodure métallique	7,9 %
Iodure céramique à faible proportion de longueurs d'onde bleue	Entre 9 et 10 %
Fluorescent	9,5 %
LED 4000 K	13,5 %



Caractéristiques photométriques recommandées pour les luminaires installés dans les communes certifiées RICE (Réserve Internationale du Ciel Étoilé)

Concernant **l'éclairage des cheminements piétons**, nous conseillons **des lampadaires bas**, disposés en bordure de chemin, adoptant, dans la mesure du possible même ampoule et longueur d'ondes que conseillées précédemment. De plus, nous recommandons fortement des lampadaires à **détecteurs de mouvement**s, afin qu'ils ne s'allument que si nécessaire.



Type d'éclairage piéton préconisé

Planification :

La **maîtrise d'ouvrage s'engage** à mettre en œuvre la mesure MR4a **durant la phase de chantier dans le cahier des charges de consultation des entreprises sur le volet voirie/éclairage. Il informe en amont le maître d'œuvre dès sa désignation voire dans le cadre de la consultation de maîtrise d'œuvre. Le maître d'ouvrage s'engage à accomplir** la mesure MR4b **à la fin des travaux**, avant la phase d'exploitation.

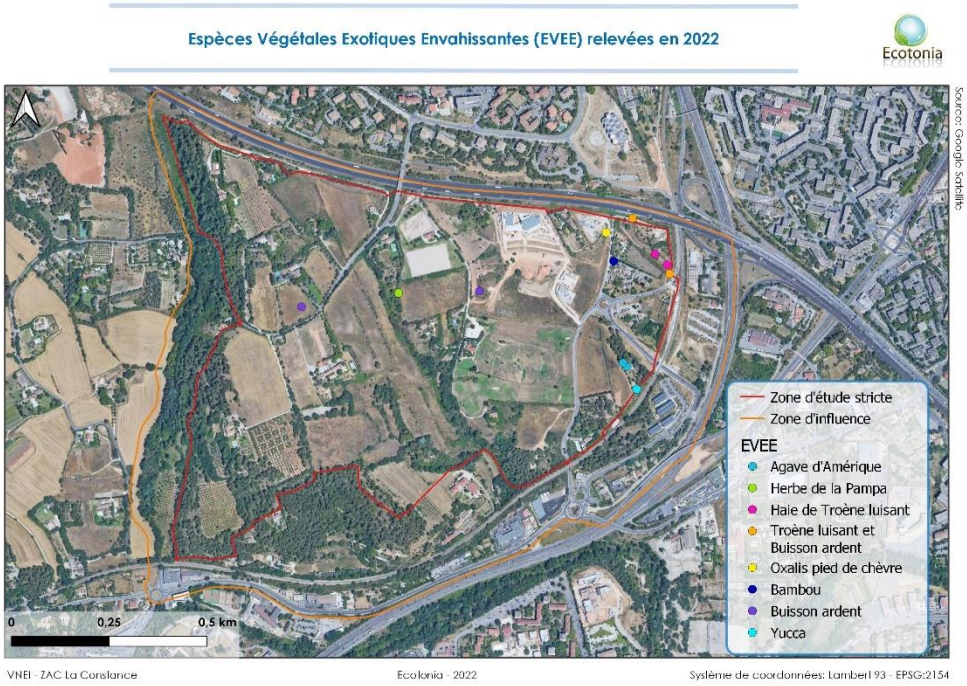
Le suivi du chantier par un écologue spécialisé devra être mis en place afin de contrôler la bonne réalisation de la mesure, tout au long de la phase chantier.

Précautions particulières :

Des précautions particulières quant à la direction des éclairages devront être prises notamment aux abords du corridor jouxtant la Thumine. Dans la mesure du possible les éclairages en seront éloignés et plus faibles. La couleur d'émission des éclairages publics prévus doit être revue pour limiter l'impact sur la faune nocturne.

2.2.4 MR6 : Limitation de la propagation des espèces envahissantes

MR6 : Limitation de la propagation des espèces envahissantes	
Espèces concernées :	**FLORE** • Canne de Provence *(Arundo donax)* • Herbe de la Pampa *(Cortaderia selloana)* • Robinier faux-acacia *(Robinia pseudoacacia)* • Érable negundo *(Acer negundo)*
Objectifs :	Une **espèce exotique envahissante** est « *une espèce allochtone dont l'introduction par l'Homme (volontaire ou fortuite), l'implantation et la propagation menacent les écosystèmes, les habitats ou les espèces indigènes avec des conséquences écologiques ou économiques ou sanitaires négatives* » (UICN 2000, Mc Neely et al. 2001, Mc Neely 2001). Sur l'aire d'étude du projet plusieurs espèces végétales envahissantes ont été observées, à savoir l'Herbe de la pampa, le Robinier faux-acacia et l'Érable negundo. Elles sont ponctuellement réparties, au centre de l'aire de projet. La Canne de Provence n'est pas considérée comme invasive, mais est fortement envahissante. Sa gestion est donc également nécessaire.     **De gauche à droite : Arundo donax, Cortaderia selloana, Robinia pseudoacacia, Acer negundo** Des **mesures** doivent donc être prises en **phase chantier,** mais également en **phase d'exploitation** pour limiter la propagation de ces espèces.
Protocole :	Les espèces végétales envahissantes doivent être prises en compte dès la préparation du chantier. Un repérage de ces espèces doit ainsi être réalisé sur l'emprise des travaux. **Les stations localisées doivent être balisées.** Cette première étape va permettre aux entreprises intervenantes d'adapter leurs interventions au regard des risques de contaminations, mais également de mettre en place des préconisations et des méthodes de luttes recommandées en fonction des espèces présentes.



Localisation des espèces floristiques envahissantes

Le mode de gestion optimal est une **méthode adaptée à chaque espèce**. Ces diverses méthodes sont décrites ci-dessous. Elles doivent être prises en compte en phase chantier, mais également en phase d'exploitation pour limiter la propagation de ces espèces.

De manière générale, le comportement à avoir pour l'ensemble des espèces est le suivant :

En phase de travaux plusieurs actions doivent être mises en œuvre :

- ✓ Nettoyage des engins de chantier pour ne pas propager les graines, boutures, etc. (protocole rigoureux, réalisé dans des conditions environnementales satisfaisantes, nettoyage complet avant l'arrivée sur le chantier et après si les engins ont été en contact avec ces espèces) ;
- ✓ Végétalisation des sols remaniés pour éviter l'installation de ces espèces (ou recouvrement de ces sols par des géotextiles) ;
- ✓ Connaissance des matériaux utilisés pour les remblais pour ne pas apporter des espèces envahissantes ;
- ✓ Adapter le calendrier des travaux (printemps et été périodes favorables à l'installation des espèces envahissantes : précautions à prendre) ;
- ✓ Limiter l'utilisation de terre végétale, favoriser l'utilisation de matériaux des déblais pour le retalutage et pour refaire les surfaces d'engazonnement.
- ✓ Tous les débris végétaux devront être brûlés et non compostés et encore moins laissés simplement en l'état, de façon à ne pas favoriser la dissémination des graines ou la reproduction végétative à partir de fragments de racines. Si l'espèce cible est conduite dans une décharge végétale, alors elle devra être rigoureusement bâchée.
- ✓ Veille à la réinstallation de l'espèce dans la zone

En phase d'exploitation :

- ✓ Entretien adapté des bords de route et des berges (la fauche d'entretien ne doit pas mettre le sol à nu, etc.) ;
- ✓ Adapter le calendrier d'intervention (agir avant la fructification des espèces envahissantes) ;
- ✓ Mise en œuvre de mesures adaptées si présence d'espèces envahissantes ;
- ✓ **Mise en place d'un suivi post-chantier recommandé au niveau des secteurs sensibles** (permet une vérification de l'efficacité des mesures mises en œuvre et une intervention précoce si nécessaire en cas d'extension d'une population existante ou en cas d'installation d'une nouvelle population).

Pour les espèces dont le caractère envahissant est fort, chaque technique de lutte peut être adaptée, à savoir :

Le Robinier faux-acacia (*Robinia pseudoacacia*)

→ Gestion par arrachage

Les jeunes individus peuvent facilement être arrachés manuellement. Il est nécessaire de s'assurer du prélèvement de l'ensemble du système racinaire. Le passage d'un motoculteur permet de s'assurer que l'ensemble du système racinaire est bien retiré. L'opération peut se faire tous les deux ans, autant de fois que nécessaire.

→ Gestion par cerclage

Pour les individus plus âgés, la méthode employée peut être d'entailler le tronc sur 3 à 5 cm de profondeur, et sur 80 à 90% de sa surface. Cela rompt la circulation de la sève élaborée. Il faut réaliser l'opération à hauteur d'homme. À la fin de l'été ou au début de l'automne. Cela ralentit le rythme de vie de l'espèce qui finit par se dessécher et mourir au bout d'une à deux années. Une coupe entière la stresserait et l'inciterait à se multiplier ce qui provoquerait l'effet inverse à celui souhaité.

L'Herbe de la Pampa (*Cortaderia selloana*)

→ Gestion par arrachage

Cette méthode est la plus efficace et selon l'âge des individus, peut être manuelle ou mécanique. Il est nécessaire de s'assurer du prélèvement de l'ensemble du système racinaire. Le passage d'un motoculteur permet de s'assurer que l'ensemble du système racinaire est bien retiré. L'opération peut se faire tous les deux ans, autant de fois que nécessaire. La période la plus propice est juillet août.

L'Érable negundo (*Acer negundo*)

→ Intervention par coupe mécanique

Il est nécessaire d'effectuer des coupes répétées pour lutter contre la colonisation des jeunes plants. Cette technique n'est pas efficace contre les pieds âgés. L'opération peut se faire tous les ans, autant de fois que nécessaire.

→ Gestion par arrachage

Cette méthode mécanique peut être effectuée pour les pieds âgés, via un tracto-pelle. Cependant, cela crée une importante perturbation du sol. Il est nécessaire de s'assurer du prélèvement de l'ensemble du système racinaire.

Canne de Provence (*Arundo donax*)

Elle n'est pas considérée comme invasive, mais est très envahissante et est très présente sur le site d'étude. Les mesures d'éradications de cette espèce ont un effet

	à court terme, mais peuvent entraîner des dommages collatéraux sur des espèces non ciblées à l'origine (Lambert, 2010[2]). Ainsi, il est nécessaire de limiter au maximum son développement. **→ Gestion par fauche** Une fauche régulière pourrait permettre de limiter son expansion. C'est la méthode la plus facile d'entretien. **→ Gestion par arrachage et gyrobroyage** Les plants sont dans un premier temps arrachés mécaniquement. Dans un second temps, les terres envahies doivent être broyées (sur 50 à 80 cm de profondeur), afin de fragmenter les rhizomes et de détruire leur système racinaire. Ensuite, une troisième étape consiste à recouvrir ces terres concassées d'un film plastique noir pour empêcher un bouturage ultérieur des fragments de rhizomes. Cette méthode est à utiliser que si le terrassement du sol est prévu, car cela demande beaucoup de moyens.
Planification :	La **maîtrise d'ouvrage s'engage** à mettre en œuvre la mesure **tout au long des travaux** ainsi qu'en **phase exploitation**. **Le suivi du chantier par un écologue spécialisé devra être mis en place afin de contrôler la bonne réalisation de la mesure, tout au long de la phase chantier.**
Source :	Les espèces végétales exotiques envahissantes - Pôle relais tourbières - Fiche technique n°8 Gestion des plantes invasives sur le chantier - Les travaux publics fédération nationale - février 2015 - Bulletin d'information n°34 Lambert AM., Dudley TL., Slatonstall K., 2010. Ecology and impacts of the large-satured invasive grasses Arundo donax and Phragmites australis in north America. Invasive Plant Science and Management, 3, 489-494. Fiche Acer negundo/CBN

[2] Lambert AM., Dudley TL., Slatonstall K., 2010. Ecology and impacts of the large-satured invasive grasses Arundo donax and Phragmites australis in north America. Invasive Plant Science and Management, 3, 489-494.

2.2.5 MR7 : Établissement d'un plan de gestion des OLD en conformité avec les contraintes écologiques et la gestion du risque incendie

MR7 : Etablissement d'un plan de gestion des OLD en conformité avec les contraintes écologiques et la gestion du risque incendie	
Espèces concernées :	• Ensemble des espèces faunistiques
Objectifs :	Les Obligations Légales de Débroussaillement (OLD) s'appliquent sur tout le périmètre de la ZAC et s'appliqueront ensuite sur toute la zone urbaine. Elles résultent de l'arrêté préfectoral en vigueur dans les Bouches-du-Rhône et portant le règlement permanent du débroussaillage obligatoire et du maintien en état débroussaillé. L'article L.134-6 du Code forestier prévoit une obligation de débroussaillement : - Autour des constructions, chantiers et installations de toute nature, sur une profondeur de 50 m ; - Autour des voies privées donnant accès à ces constructions, chantiers et installations de toute nature, sur une profondeur de 10 m de part et d'autre et sur une hauteur minimale de 4 m sur les terrains assiette de ZAC ou les terrains en zone U des PLU. Pour rappel, les opérations à conduire pour répondre à l'obligation de débroussailler sont les suivantes (cf. Arrêté du 12 novembre 2014 *relatif au débroussaillement et au maintien en état débroussaillé dans les espaces exposés aux risques d'incendies de forêt pour les Bouches-du-Rhône*) : ▪ Espacer les arbres situés dans la zone à débroussailler : o Traitement « pied à pied » : les houppiers ou couverts conservés, pris individuellement, doivent être distants d'au moins 2 m les uns des autres. Éliminer les arbustes sous les arbres ; o Traitements « par bouquets d'arbres » : la superficie des îlots conservés ne peut excéder 50 m², chaque îlot étant distant d'au moins 5 m de tout autre arbre ou arbuste et distant de 20 m de toute construction ; ▪ Couper les branches basses des arbres conservés au ras du tronc sur une hauteur de 2 m le long de ce dernier ; ▪ Enlever les branches et les arbres situés à moins de 3 m d'une ouverture, d'un élément apparent de charpente ou surplombant le toit d'une construction ; ▪ Interrompre la continuité des haies et des plantations d'alignement avec les constructions ou les espaces naturels, en maintenant un espace d'au moins 3 m de distance entre l'extrémité de l'alignement et une habitation ou un boisement ▪ Couper et éliminer la strate arbustive présente dans la zone à débroussailler. Des arbustes pourront être conservés, de façon isolée ou sous forme de massifs arbustifs, sans que leur couvert total n'excède 10% de la surface à débroussailler et s'ils ne sont pas situés sous les houppiers d'arbres conservés. • La superficie des massifs ne peut excéder 50 m², chaque massif étant distant d'au moins 5 m de tout autre arbre ou arbuste et distant de 20 m de toute construction ; ▪ Couper et éliminer tous les bois morts ou dépérissants et les broussailles ; ainsi que les parties mortes des végétaux maintenus ; ▪ Éliminer les végétaux coupés



Périmètre de débroussaillement dans le cadre de l'OLD (en vert) selon l'emprise du projet d'aménagement une fois le périmètre fiscal de ZAC abrogé

En tenant compte de ces prescriptions, la superficie de **la zone à débroussailler est de 26 ha** environ.

L'objectif est ainsi de **réduire les impacts des débroussaillements** qui seront réalisés régulièrement (généralement annuel) dans le cadre de l'OLD, sur les individus d'espèces faunistiques et leurs habitats : maintenir des habitats favorables aux espèces dans le périmètre OLD et éviter la destruction d'individus. La réflexion doit ainsi concerner :

- Le calendrier d'intervention
- Les secteurs/zones sensibles dont la gestion devra être particulière
- Les méthodes de débroussaillement

Planification :

Adaptation du calendrier d'intervention :

Il est recommandé de réaliser le débroussaillement du périmètre concerné en **octobre-novembre**, afin d'éviter la période d'hivernation et de reproduction des espèces faunistiques qui fréquentent le site. Les individus ont, à cette période, une capacité de fuite encore importante.

Dans le cas où la dynamique de végétation nécessiterait deux interventions annuelles, il s'agira de procéder à un premier débroussaillement entre janvier et mi-février puis au second débroussaillement à partir de mi-juin (date à laquelle la majorité des espèces ont effectué leur reproduction). Une attention particulière sera portée au risque d'inflammation à cette période lors de la manipulation des machines.

La période s'étalant de **début mars à mi-juin doit être évitée.**

Méthodes de débroussaillement :

1. Adopter un itinéraire de débroussaillement permettant la fuite des espèces

En vue de limiter les risques de destruction de reptiles ou micro-mammifères notamment, il est conseillé de débroussailler en suivant un itinéraire en tours excentriques ou en « zigzag », ceci afin de permettre à la faune de ne pas être piégée et de pouvoir fuir.

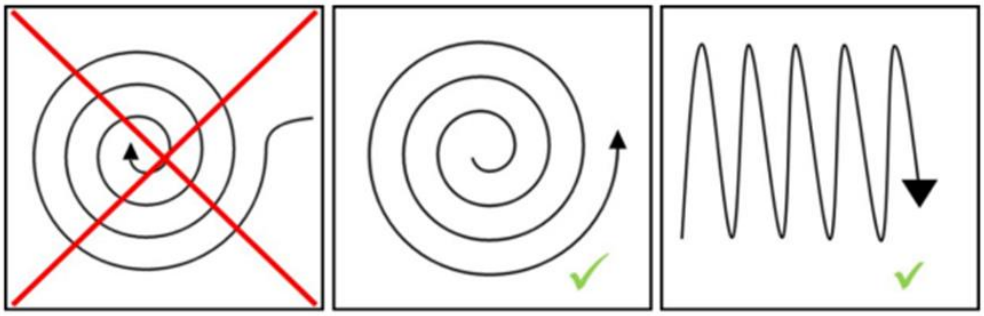


Schéma de débroussaillage/fauche : type de parcours pour éviter de piéger la faune
© Jérôme VOLANT

Itinéraires de débroussaillement proscrit et préconisé

2. Limiter la hauteur de la coupe, si possible à 40 cm afin de limiter les impacts sur la strate herbacée et les espèces floristiques notamment.

Une coupe « haute » ou, *à minima,* non rase, permettra de garantir le bon développement de la strate herbacée et espèces végétales associées, favorables aux insectes en période de reproduction (en termes de nourriture et plante-hôte) et ainsi aux chiroptères et aux espèces d'oiseaux nichant au sol telle que la Cisticole des joncs. Le maintien d'une strate herbacée « haute » permettra également de limiter le risque de destruction des insectes : adultes et larves.

3. Effectuer le débroussaillement sous forme alvéolaire, afin de conserver au sein du périmètre traiter, des îlots de végétation non débroussaillés servant de zones refuge pour la biodiversité et des effets lisières, dans les limites autorisées par l'arrêté préfectoral du 12 novembre 2014. Le maintien de patchs arbustifs est particulièrement favorable à la Fauvette mélanocéphale et aux reptiles. Les lisières sont favorables au déplacement des chiroptères.

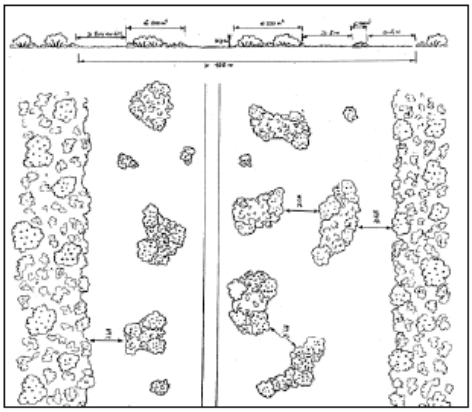


Illustration du débroussaillement alvéolaire de la strate arbustive (ONF, 2000)

4. Utiliser des engins de débroussaillage légers afin d'éviter le dérangement supplémentaire et des impacts au niveau du sol. Un débroussaillage mécanique manuel est recommandé.

Prise en compte des enjeux écologiques et zones sensibles :

	Lors des éclaircies dans les milieux boisés, il s'agira de **conserver les arbres remarquables et sénescents**, favorables à la biodiversité. Les arbres morts sur pieds ou au sol et souches devront également être maintenus dans la mesure du possible. Certains arbres morts au sol présentant des traces de l'activité d'espèces faunistiques pourront être déplacés en dehors du périmètre de débroussaillage s'ils ne peuvent pas être conservés sur la zone. Tout autre gîte potentiellement favorable pour la faune : tas de branches… devra également être maintenu dans les limites autorisées par l'arrêté préfectoral du 12 novembre 2014. Enfin, l'utilisation de **produits phytosanitaires est proscrite**. Les végétaux issus du débroussaillage (branchages notamment) pourront être laissés sur le site après avis de l'écologue en charge du suivi de chantier et localisation des zones précises de dépôt. En effet, la matière végétale pourra créer des micro-habitats favorables à la faune.
Planification :	La **maîtrise d'ouvrage s'engage** à mettre en œuvre la mesure selon les modalités présentées. Les opérations de débroussaillement doivent être réalisées **manuellement et préférentiellement entre octobre et novembre** ou période évitant mars à mi-juin. Une **réunion** suivie d'une visite sur site devra être organisée avec **l'entreprise en charge des opérations** la première année, afin de rappeler les enjeux écologiques et les modalités d'intervention et définir les secteurs sensibles. Le **suivi du chantier** par un écologue spécialisé devra être mis en place afin de contrôler la bonne réalisation de la mesure tous les ans.
Source :	https://www.bouches-du-rhone.gouv.fr/Politiques-publiques/Agriculture-foret-et-developpement-rural/Foret/Debroussaillement/Le-debroussaillement-une-obligation-legale https://www.ville-gardanne.fr/IMG/pdf/brochure_info_debroussaillement.pdf

2.2.6 MR8 : Mise en place d'un cahier des charges techniques de renforcement des fonctions écologiques de trame bleue/turquoise du milieu « ripisylve » sur la Thumine

MR8 : Mise en place d'un cahier des charges de renforcement des fonctions écologiques de trame bleue/turquoise du milieu « ripisylve » sur la Thumine	
Espèces concernées :	• Ensemble des espèces faunistiques et floristiques, mais aussi des habitats
Objectifs :	**Le but est ici de garantir la fonction écologique de la Thumine :** Le vallon du ruisseau La Thumine est un boisement mixte dont les formations végétales sur berges participent aux fonctions écologiques de filtrage, d'apurement et d'abri pour la faune. Or, les Obligations Légales de Débroussaillement (OLD) qui l'affectent déjà seront renforcées par l'urbanisation. Dans ce contexte, cette interface écologique se détériorera sans un entretien adapté. En sus des effets sur la biodiversité, il est question ici d'anticiper l'encombrement du lit, la détérioration de ses capacités auto-épuratrices, et donc la perte de ces corridors écologiques cruciaux, sains et fonctionnels.
Planification :	- **Un document explicatif** rédigé par le bureau d'études environnemental INVEO a été soumis au maître d'Ouvrage qui a accepté de concrétiser la démarche. - **Le Maître d'Ouvrage insèrera ces prescriptions dans la convention d'aménagement.** Ce sont actuellement les propriétaires qui sont chargés de l'entretien des parcelles conformément aux OLD, mais l'aménageur a vocation à se porter maître du foncier. - Par la suite, l'aménageur qui a vocation à revendre les lots et les équipements en sera déchargé et les acquéreurs ainsi que la collectivité attributaire de la voirie et des espaces verts en seront tenus. Il importera donc que dès cette phase de commercialisation **le Cahier des Charges de Cessions de Terrains soit complété** par le Cahier Technique sur les OLD à jour de ces prescriptions techniques.
Contenu :	Selon le Code de l'Environnement, l'entretien de la ripisylve est en premier lieu la responsabilité du propriétaire de la parcelle riveraine du cours d'eau. **L'entretien** consiste à : - Désencombrer le lit du cours d'eau en retirant les embâcles importants ; - Effectuer un entretien sélectif de la végétation rivulaire : abattage, élagage, recépage ou encore bouturage ; - Couper les arbres penchés ou sous-cavés (sol creusé sous le tronc, en général directement au bord de l'eau).

	Les pratiques doivent être maintenues sur le long terme, comme le suivi phytosanitaire ou la lutte contre les espèces envahissantes.
Protocole :	**En hiver :** Une taille de rééquilibrage sera programmée. Il conviendra de dégager des plants ciblés qui exercent une concurrence pour l'eau et la lumière. Les semis naturels, s'ils ne présentent pas de forte compétition, et surtout s'ils sont plus robustes, ne doivent pas être fauchés, mais plutôt conservés. **Au printemps :** un suivi phytosanitaire sera effectué. La lutte contre l'installation des Espèces Végétales Exotiques Envahissantes par des moyens mécaniques comme le fauchage, l'arrachage ou bien encore l'annélation de essences arborées
Source :	Guide « Concept Ville-Nature » - « Préconisations d'entretien de la ripisylve de la Thumine / ZAC la Constance –Aix-en-Provence(13100) » 2022.

La lettre d'engagement du Maître d'Ouvrage au respect de l'ensemble des mesures est présentée en Annexe XI.

2.3 Récapitulatif des mesures d'évitement et de réduction et impacts résiduels

2.3.1 État des composantes après mise en place des mesures ER

Le tableau ci-dessous reprend, par composante, l'évolution sans le projet d'aménagement et après réalisation du projet et mise en œuvre des mesures d'atténuation.

Tableau 6 : État de chaque composante après mise en place des mesures d'atténuation

Composante	État actuel (EI)	Projet	État post projet et mesures
Paysages naturels	La ZAC de la Constance s'étend sur presque 100 ha composites de milieux ouverts en déprise agricole et de boisements éclatés et disqualifiés assortis d'une trame verte et bleue peu connectée vers l'extérieur, hormis le vallon de la Thumine à l'ouest servant de délimitation visuelle et naturelle entre le péri-urbain et le rural. Le talweg central n'est que peu valorisé et peu fonctionnel. Les franges arborées du site bénéficient de vues typiques des panoramas « cézanniens ».	Le projet qui concrétise l'ouverture à l'urbanisation est une opération urbaine qui prend place sur le plateau en couvrant une partie des milieux ouverts, mais en ménageant les boisements et les alignements arborés. Il évite le valat central et ménage les vues vers le grand paysage. L'aménagement et le bâti s'articulent par grands ensembles immobiliers en alignements et leurs abords en espaces verts où les corridors de trame verte sont constitués par des alignements en réseau autour du vallon central et autour des villas (bastides) en place. Le vallon de la Thumine est conservé tel quel, mais sans programme de paysagement propre.	L'objectif de restauration de la Constance a consisté à mettre en cohérence la proposition paysagère de la Société STOA pour le projet de parc, avec les enjeux écologiques, et notamment la préservation et la restauration des corridors au sein de l'aire d'étude. **Les échanges ont permis de proposer une renaturation secteur par secteur, en maintenant un alignement d'espaces naturels et boisés et sanctuarisés sur l'ensemble de l'axe Nord-sud.**

Habitats	**L'état du site est moyen de manière générale**. Il a subi beaucoup d'altérations du fait de son artificialisation. Il est ainsi constitué, approximativement, à parts égales, entre zones artificialisées : terrains de sports, jardins, parcs, infrastructures diverses ; zones agricoles : cultures, vergers, prairies pâturées, friches post-culturales ; et zones boisées : chênaies pubescentes et pinèdes à Pin d'Alep. **Seules les forêts restent encore naturelles et relativement bien conservées.** Un habitat d'intérêt communautaire non prioritaire a été identifié au sud du site. Les milieux agricoles et boisés constituent pour certains, des éléments fonctionnels constitutifs de la trame verte herbacée et boisée. Des espèces végétales envahissantes, liées à l'artificialisation des milieux, ont été relevées. **L'évolution naturelle du site tend vers une fermeture des milieux ouverts avec le développement d'arbustes et ligneux d'espèces communes, en l'absence de gestion humaine.**	**Le projet va induire la perte d'habitats naturels principalement ouverts à semi-ouverts artificialisés ou agricole.** Les chênaies pubescentes seront peu impactées (22 %). L'habitat d'intérêt communautaire non prioritaire et les trames vertes et bleues règlementaires ne sont pas impactés par le projet. Le projet de parc va permettre la restauration du valat central. Le projet va également induire des impacts supplémentaires avec la mise en application des OLD.	Le projet d'aménagement et la mise en œuvre des mesures d'atténuation permettront de s'assurer du **maintien des milieux naturels situés en périphérie de la ZAC dont les enjeux de conservation sont les plus importants** par l'évitement (ME1) et la délimitation précise en phase chantier (MR1-MR2). Une gestion appropriée des espèces végétales envahissantes permettra de limiter leur colonisation dans les milieux naturels préservés et recréés (MR6). Des friches non impactées par le projet pourront être maintenues ouvertes grâce au projet de parc. La restauration du valat central participera à la restauration de la trame verte et bleue au sein du projet. Ces espaces ouverts rendus sauvages sur l'aire d'étude offrent des zones de chasse et de transit pour les chauves-souris. Ils sont renforcés par les linéaires arborés qui bordent les parcelles, composés de vieille chênaie ou de Pins d'Alep. Ces parcelles ouvertes participent aux corridors de déplacement des chiroptères. Il est à noter que le projet de parc agricole Bio, central à l'aire d'étude, préservera la typologie de ces espaces naturels et la conservation des arbres remarquables. La sanctuarisation de nombreux milieux naturels de typologie prairial, proche des habitats de milieux ouverts de la phase initiale, garantit la non-altération des habitats de nourrissage et de

			reproduction de l'avifaune, face à l'anthropisation. **Un plan de gestion des OLD sera établi et permettra de limiter les impacts sur les milieux naturels non impactés par le projet (MR8).** *Une mesure d'accompagnement permettra la restauration d'habitats maintenus dans le cadre du projet tel que les haies et la recréation d'habitats naturels favorables à la biodiversité (prairies fleuries, alignement d'arbres…).*
Flore	**Les enjeux concernant la flore trachéophytique du site sont faibles** sur la majeure partie de la superficie du site dont une part importante est artificialisée ou occupée par des habitats sans valeur patrimoniale particulière. Toutefois, **trois espèces floristiques protégées** sont présentes : le Chardon à épingles, la Tulipe d'Agen et la Gagée des champs. Les deux dernières espèces sont des **espèces messicoles – inféodées aux cultures.** Elles se développent actuellement, respectivement, en bordure d'une friche agricole et sur un terrain de golf. **Sans travail superficiel régulier du sol où la Tulipe d'Agen et la Gagée des champs se développent, les deux espèces sont vouées à disparaitre.**	Le projet occasionnera la destruction totale des pieds identifiés des deux espèces floristiques protégées messicoles et de leur habitat. Le Chardon à épingle n'est pas situé sur l'emprise du projet. Aucun impact n'est à prévoir sur les individus de l'espèce et sur son habitat.	Le projet et les mesures d'atténuation **ne permettront pas d'éviter ou réduire les impacts sur les stations de gagées et de tulipes, ni les habitats des deux espèces.** ***Des mesures de compensation et d'accompagnement seront proposées afin de permettre de récupérer, et ainsi sauvegarder, les bulbes de tulipes et gagées qui seront impactés par le projet avant le démarrage des travaux.*** *Les deux espèces devront ensuite être transplantées sur une parcelle compensatoire qui fera l'objet d'une gestion adaptée à l'écologie des espèces.*

Oiseaux	Plusieurs espèces protégées peuvent accomplir tout ou partie de leur cycle de vie sur le site d'étude. Les milieux ouverts à semi-ouverts représentent principalement des sites d'alimentation pour l'ensemble des espèces et des sites de nidification potentiels pour certaines espèces. Les sites de nidification principaux sont localisés dans les boisements et autres espaces constitués d'arbres (jardins, parcs, allées d'arbres). **Les espèces qui sont régulièrement présentes sur le site sont des espèces communes**. Les espèces à plus fort enjeu ne fréquentent le site que ponctuellement, lors de transits ou migration vers d'autres milieux plus vastes et naturels. **L'évolution naturelle du site tend vers une fermeture des milieux ouverts avec le développement d'arbustes et ligneux, en l'absence de gestion humaine. Le site pourrait voir disparaître les espèces qui affectionnent les milieux ouverts pour l'alimentation ou la nidification au profit d'espèces forestières.**	Le projet occasionnera la destruction potentielle d'individus (notamment jeunes) de plusieurs espèces avifaunistiques protégées relativement communes, potentiellement nicheuses sur le site, ainsi que la perte d'une partie de leur habitat de nidification. Pour les espèces non nicheuses ou potentiellement nicheuses en dehors de la ZAC, le projet occasionnera uniquement une perturbation potentielle d'individus. Des milieux favorables à la halte migratoire ou à l'hivernage de certaines espèces seront également détruits, mais pas en totalité. Les milieux boisés les plus naturels seront peu impactés. Toutefois, le projet va induire des impacts supplémentaires avec la mise en application des OLD.	La mesure de réduction MR2c, consistant à défavorabiliser le site avant le démarrage des travaux puis à adapter le calendrier des travaux (notamment défrichement), en dehors de la période de nidification des oiseaux ciblés, permet de **réduire le risque de destruction d'individus d'espèces protégées** en phase chantier. La mise en œuvre des mesures d'atténuation ME1 et MR1 permettra de s'assurer du maintien des milieux naturels (notamment boisements), favorables à certaines espèces protégées potentiellement nicheuses, et la délimitation précise de ces espaces (sanctuarisation/balisage) en phase chantier. **Un plan de gestion des OLD sera établi et permettra de limiter les impacts supplémentaires sur les espèces (dont risque de destruction d'individus) et sur les milieux naturels non impactés par le projet (MR8).** *Une mesure de compensation sera proposée afin de permettre de compenser la perte d'habitats d'espèces détruits.* *Une mesure d'accompagnement pourrait permettre la restauration d'habitats maintenus dans le cadre du projet tels que les haies et la recréation d'habitats naturels favorables aux espèces.*

Amphibiens	**L'aire d'étude dans son ensemble est peu propice à la réalisation complète du cycle biologique des Amphibiens.** Au sein de l'aire du projet, seule la mare artificielle située sur le terrain de golf abrite des espèces très communes et relativement ubiquistes au cycle de vie aquatique. La Thumine peut également être favorable aux espèces. Les sites d'hivernation les plus favorables sont situés à proximité des sites de reproduction avérés ou potentiels : chênaie à proximité de la mare du golf et ripisylve de la Thumine. Les espèces d'amphibiens présents sur le site peuvent se déplacer au sein des boisements. **Les milieux naturels tendent vers une fermeture. Les éventuels points d'eau qui auraient pu être créés naturellement selon les conditions pluviométriques pourraient s'assécher plus ou moins rapidement avec l'embroussaillement des parcelles et le développement de ligneux.**	Le projet d'aménagement occasionnera la destruction totale d'une mare permanente (la mare du golf) où l'intégralité des observations d'amphibiens a été effectuée. Ainsi, le projet va induire la destruction potentielle d'individus (adultes, juvéniles, têtards, pontes) lors de la destruction de cette zone. Les milieux boisés représentant des corridors écologiques, permettant le déplacement des individus, et sites d'hivernation seront peu impactés. La Thumine et sa ripisylve seront conservées. Le projet de parc va permettre la restauration du valat central. Le projet va également induire des impacts supplémentaires avec la mise en application des OLD.	La mesure de réduction MR2a, consiste à défavorabiliser le site avant le démarrage des travaux puis à adapter le calendrier des travaux (notamment défrichement) en dehors des périodes sensibles pour les amphibiens. La mesure MR1e, consiste à mettre en place un dispositif anti-franchissement pour les amphibiens à proximité des zones sensibles. La mesure MR3 prescrit le comblement des ornières en phase chantier et précise les modalités de destruction des éventuels autres points d'eau lors des travaux. Ensemble, ces mesures permettent de **réduire le risque de destruction d'individus d'espèces protégées tout au long des travaux** (réduction du risque d'écrasement…) **mais pas au moment de la destruction du site de reproduction identifié.** La mise en œuvre des mesures d'atténuation ME1 et MR1 permettra de s'assurer du **maintien des boisements, favorables à l'hivernation et au déplacement des espèces**, en périphérie de la ZAC et la délimitation précise de ces espaces (sanctuarisation/balisage) en phase chantier. **En l'absence de projet d'aménagement, la mare artificielle du golf pourrait être maintenue.** **Un plan de gestion des OLD sera établi et permettra de limiter les impacts supplémentaires sur les espèces (dont risque de destruction d'individus) et sur les milieux naturels non impactés par le projet (MR8).** La restauration du valat central dans le cadre du projet de parc permettra la restauration d'une

			trame bleue potentiellement favorable à la reproduction des amphibiens et à leurs déplacements. *Les individus présents dans les points d'eau détruits au fur et à mesure du chantier devront être déplacés selon un protocole adapté vers de nouvelles zones humides recréées au sein du projet. L'emplacement de ce réseau humide devra tenir compte des axes de déplacement (notamment au moment de la migration) et des sites d'hivernation les plus favorables pour les espèces. Des passages à petite faune sous chaussée devront être prévus. Les espèces pourront ainsi se maintenir sur la ZAC en phase exploitation.*

Reptiles	Plusieurs espèces protégées peuvent accomplir tout ou partie de leur cycle de vie sur le site d'étude. **Les espèces présentes ou potentielles sont relativement communes et pour certaines anthropophiles.** Elles affectionnent les milieux ouverts à semi-ouverts, secs et bien ensoleillés et les écotones. **L'évolution naturelle du site tend vers une fermeture des milieux ouverts avec le développement d'arbustes et ligneux, en l'absence de gestion humaine. Le site pourrait voir disparaître la plupart des espèces de reptiles qui affectionnent les milieux ouverts bien ensoleillés. Les écotones et effets lisières particulièrement favorables disparaitront également.**	**Le projet induira la destruction partielle d'habitats d'espèces protégées et ainsi la destruction potentielle d'individus de ces espèces.** Certaines de ces espèces au caractère anthropophile pourront se maintenir au sein des infrastructures réalisées. **Le projet va également perturber les principales continuités écologiques des espèces et la rupture de certaines d'entre elles considérées comme secondaires.** Les milieux boisés les moins perturbés, favorables à certaines espèces plus sensibles, seront peu impactés. Toutefois, le projet va induire des impacts supplémentaires avec la mise en application des OLD.	La mesure de réduction MR2b, consistant à défavorabiliser le site avant le démarrage des travaux puis à adapter le calendrier des travaux (notamment défrichement), en dehors de la période sensible pour les reptiles, permet de **réduire le risque de destruction d'individus d'espèces protégées en phase chantier** (réduction du risque d'écrasement…). **La mise en œuvre des mesures d'atténuation (MR1) permettra de s'assurer du maintien de certains habitats d'espèces, situés en périphérie de la ZAC, et la délimitation précise de ces espaces (sanctuarisation/balisage) en phase chantier.** **Un plan de gestion des OLD sera établi et permettra de limiter les impacts supplémentaires sur les espèces (dont risque de destruction d'individus) et sur les milieux naturels non impactés par le projet (MR8).** ***Une mesure de compensation sera proposée afin de permettre de compenser la perte d'habitats d'espèces détruits.*** *Une mesure d'accompagnement pourrait permettre la restauration d'habitats maintenus dans le cadre du projet tels que les haies et la recréation d'habitats naturels favorables aux espèces. Les espèces pourront ainsi retrouver des habitats de vie favorables en phase exploitation.*

Mammifères terrestres	Aucune espèce patrimoniale de mammifères (hors chiroptères) ne fréquente le site, relativement enclavé dans le tissu urbain. Les espèces contactées sont communes. Deux espèces protégées uniquement sont potentielles sur le site. **En l'absence de projet d'aménagement, les espèces les plus communes pourraient se maintenir. Avec la fermeture des milieux, les espèces forestières telles que l'Écureuil roux seraient favorisées. En revanche, les espèces qui affectionnent les mosaïques de milieux et les espaces agricoles dans lesquels elles trouvent leur nourriture pourront disparaitre du site.**	Les espèces de mammifères terrestres avérées ou potentielles sont susceptibles d'utiliser la quasi-totalité des habitats naturels du site d'étude ou des habitats localisés en périphérie de la ZAC. Ainsi, le projet induira uniquement une perturbation et destruction potentielle d'individus bien que les mammifères aient une capacité de fuite importante. La perte d'habitat d'espèces est peu significative étant donné la diversité de milieux pouvant être utilisés par les espèces concernées. Les milieux boisés les moins perturbés, favorables à certaines espèces plus sensibles, seront peu impactés.	La prise en compte de la période d'hibernation et de reproduction des mammifères (MR3d) **permet de réduire le risque de destruction d'individus**. La mise en œuvre des mesures d'atténuation MR1 permettra de s'assurer du maintien de certains habitats d'espèces, situés en périphérie de la ZAC, et la délimitation précise de ces espaces (sanctuarisation/balisage) en phase chantier. Un plan de gestion des OLD sera établi et permettra de limiter les impacts supplémentaires sur les espèces (dont risque de destruction d'individus) et sur les milieux naturels non impactés par le projet (MR8). *Une mesure d'accompagnement pourrait permettre la restauration d'habitats maintenus dans le cadre du projet tels que les haies et la recréation d'habitats naturels favorables aux espèces pour le repos, la reproduction, l'alimentation ou le déplacement. Les espèces pourront ainsi retrouver des habitats de vie favorables en phase exploitation.*

Chiroptères	L'aire d'étude présente une assez large diversité d'habitats entre milieux ouverts, ripisylve et habitats anthropisés ce qui explique la diversité en espèces de chiroptères contactée. Les milieux ouverts et semi-ouverts qui composent presque exclusivement le site représentent des zones de chasses favorables pour certaines espèces. La ripisylve de la Thumine représente également un site de chasse, un site de gîte potentiel et le corridor de déplacement principal de l'aire d'étude. Les autres corridors relevés, au sud du site principalement, sont considérés comme des corridors secondaires. Plusieurs gîtes sont également potentiels sur le site. Les plus favorables sont situés dans des espaces boisés naturels. Les espèces à fort enjeu ne fréquentent le site que ponctuellement, lors de transits ou migration. **L'évolution naturelle du site tend vers une fermeture des milieux ouverts avec le développement d'arbustes et ligneux, en l'absence de gestion humaine. Le site pourrait voir disparaître les espèces qui affectionnent les milieux ouverts pour la chasse.** **Les boisements pourront évoluer naturellement et abriter de plus en plus d'arbres sénescents.**	Le projet induira la perturbation d'individus en phase nocturne ainsi que la perturbation des axes par la mise en place d'éclairage, les vibrations engendrées par le projet… Des sites de chasse seront également détruits. Les milieux boisés les plus naturels seront peu impactés. Les gîtes les plus favorables seront conservés. Les corridors principaux seront maintenus. Le projet va induire des impacts supplémentaires avec la mise en application des OLD.	**La mise en œuvre des mesures d'atténuation ME1 et MR1 permettra de s'assurer du maintien de certains habitats d'espèces, dont potentiels gîtes, et couloirs de déplacement principaux** (ripisylve et boisement sud notamment), situés en périphérie de la ZAC, et la délimitation précise de ces espaces (sanctuarisation/balisage) en phase chantier. L'adaptation des éclairages publics en phase exploitation principalement (absence d'éclairage au niveau des axes de déplacement principaux, extinction de l'éclairage la nuit, mise en place de lampes de couleur jaune et orange) (MR4), permet de **réduire la perturbation des espèces en activité. La trame noire sera préservée.** En prévention, les arbres sénescents identifiés devant faire l'objet d'un abattage seront systématiquement inspectés au préalable afin de s'assurer de l'absence d'individus (MR6a), bien qu'aucun des arbres situés sur l'emprise du projet ne possède de propriétés chiroptériques. **Un plan de gestion des OLD sera établi et permettra de limiter les impacts supplémentaires sur les espèces (dont risque de destruction d'individus) et sur les milieux naturels non impactés par le projet (MR8).** La mesure d'accompagnement MA9 et la mesure MA9 tournées vers l'amélioration à terme des qualités écologiques de la trame verte et bleue vont permettre la restauration d'habitats maintenus dans le cadre du projet tels que les haies

			favorables au déplacement des espèces, ou bien encore, les ripisylves.
Insectes	Les enjeux concernant l'entomofaune sont globalement évalués à faible sur le total de la zone d'étude. Aucune espèce protégée n'a été contactée. Deux espèces de coléoptères xylophages sont toutefois potentielles au niveau des boisements les plus naturels présentant des arbres sénescents. **L'évolution naturelle du site tend vers une fermeture des milieux ouverts avec le développement d'arbustes et ligneux, en l'absence de gestion humaine. Les boisements pourront évoluer naturellement et abriter de plus en plus d'arbres sénescents favorables aux espèces de coléoptères xylophages protégées. En revanche, l'homogénéisation des habitats (disparition progressive de la mosaïque de milieux) entrainerait une diminution de la diversité de l'entomofaune.**	**Le projet occasionnera la destruction potentielle d'individus de coléoptères xylophages étant donné que deux arbres sénescents favorables seront impactés.** Les milieux boisés les plus naturels seront peu impactés. Les autres spécimens sénescents favorables aux deux espèces protégées potentielles seront conservés. Toutefois, le projet va induire des impacts supplémentaires avec la mise en application des OLD.	La mise en œuvre des mesures d'atténuation ME1 et MR1 permettra de s'assurer du **maintien de certains habitats d'espèces, dont arbres sénescents,** situés en dehors du périmètre de la ZAC, et la délimitation précise de ces espaces (sanctuarisation/balisage) en phase chantier. **Un plan de gestion des OLD sera établi et permettra de limiter les impacts supplémentaires sur les espèces (dont risque de destruction d'individus) et sur les milieux naturels non impactés par le projet (MR8).**

2.3.2 Synthèse des impacts résiduels

Les tableaux ci-dessous présentent **les impacts résiduels** pour l'ensemble des habitats naturels et des groupes taxonomiques floristiques et faunistiques **après mise en place des mesures d'atténuation** (Evitement et Réduction).

Tableau 7 : Synthèse des mesures et impacts résiduels pour les habitats

Composante	Habitat d'intérêt communautaire	Enjeu sur site	Type impact	Type	Durée	Phase du projet	Impact brut	Mesures d'atténuation	Impact résiduel
Trame verte	NON	-	Destruction partielle des allées d'arbres (0,26 ha – 47 %)	Direct	Permanent	Chantier	**Modéré**	**MR1, MR2a, MR2b, MR2c, MR6**	**Très faible**
			Destruction partielle de la chênaie (1,00 ha – 19%)						
			Dégradation et perturbation	Direct	Temporaire	OLD	**Négligeable**	**MR8**	
Chênaie pubescente (*Q. pubescens*) à Rouvet blanc (*O. alba*) [41.71 ; G1.71]	NON	**Modéré**	Destruction partielle (1,00 ha – 19 %)	Direct	Permanent	Chantier	**Modéré**	**MR1, MR2a, MR2b, MR2c, MR6**	**Très faible**
			Dégradation et perturbation	Direct	Temporaire	OLD	**Négligeable**	**MR8**	

Tableau 8 : Synthèse des mesures et impacts résiduels pour la flore

Composante	Nom vernaculaire *Nom scientifique*	Espèce protégée	Enjeu sur site	Type impact	Phase du projet	Impact brut	Mesures d'atténuation	Impact résiduel
Flore	**Gagée velue** *Gagea villosa*	OUI	**Fort**	Destruction totale de spécimens (62 pieds)	Chantier	**Très fort**	-	**Très fort**
				Destruction totale de l'habitat (0,4 ha de surface de dispersion potentielle = 100 %))	Chantier		-	
	Tulipe d'Agen *Tulipa agenensis*	OUI	**Fort**	Destruction totale de spécimens (371 pieds)	Chantier	**Très fort**	-	**Très fort**
				Destruction totale de l'habitat (4.2 ha de surface de dispersion potentielle = 100 %)	Chantier		-	

	Tulipe sylvestre *Tulipa sylvestris ssp sylvestris*	OUI	**Fort**	Destruction totale de spécimens (101 pieds)	Chantier	**Très fort**	-	**Très fort**
				Destruction totale de l'habitat (2,7 ha de surface de dispersion potentielle = 100 %)	Chantier		-	
	Chardon à épingles *Carduus acicularis*	OUI	**Fort**	Aucun	-	**Nul**	**ME1, MR1, MR2a, MR2b, MR2c**	**Nul**

Tableau 9 : Synthèse des mesures et impacts résiduels pour la faune

Composante	Nom vernaculaire *Nom scientifique*	Espèce protégée	Enjeu sur site	Type impact	Phase du projet	Impact brut	Mesures d'atténuation	Impact résiduel
Oiseaux	**Pipit farlouse** (*Anthus pratensis*), **Bruant proyer** (*Miliaria calandra*)	OUI	**Faible**	Perturbation d'individus en hivernation et/ou transit	Chantier	**Faible**	**MR1, MR2a, MR2b, MR2c, MR7**	**Négligeable**
					Exploitation			
					OLD			
				Destruction partielle de l'habitat d'hivernation et/ou repos (non évaluable) et zone d'alimentation (22,3 ha – 66 %)	Chantier			
				Dégradation et perturbation de l'habitat d'hivernation et/ou repos	OLD	**Négligeable**		
	Linotte mélodieuse *Carduelis cannabina*	OUI	**Modéré**	Perturbation d'individus en hivernation et/ou transit	Chantier	**Faible**	**MR1, MR2a, MR2b, MR2c, MR7**	**Négligeable**
					Exploitation			
					OLD			
				Destruction partielle de l'habitat d'hivernation et/ou repos (non évaluable) et zone d'alimentation (22,3 ha – 66 %)	Chantier			
				Dégradation et perturbation de l'habitat d'hivernation et/ou repos	OLD	**Négligeable**		
	Tarier pâtre *Saxicola rubicola*	OUI	**Modéré**	Destruction potentielle d'individus (jeunes)	Chantier	**Fort**	**MR1, MR2a, MR2b, MR2c,**	**Faible**
				Perturbation d'individus en reproduction	Chantier			

				Destruction partielle de l'habitat de nidification (2 ha– 100 %) et zones d'alimentation (22,3 ha – 66 %)	Exploitation		**MR3, MR7, MR8**	
					OLD			
				Dégradation et perturbation de l'habitat de nidification	Chantier	**Modéré**		
	Chardonneret élégant *Carduelis carduelis,* **Serin cini** *Serinus serinus*	OUI	**Modéré**	Destruction potentielle d'individus (jeunes)	Chantier	**Fort**	**MR1, MR2a, MR2b, MR2c, MR3, MR7, MR8**	**Faible**
				Perturbation d'individus en reproduction	Chantier			
					Exploitation			
					OLD			
				Destruction partielle de l'habitat de nidification (10,8 ha – 76 %) et zones d'alimentation (22,3 ha – 66 %)	Chantier			
				Dégradation et perturbation de l'habitat de nidification	OLD	**Modéré**		
	Faucon crécerelle (*Falco tinnunculus*)	OUI	**Modéré**	Destruction potentielle d'individus (jeunes)	Chantier	**Modéré**	**ME1, MR1, MR2a, MR2b, MR2c, MR3, MR7, MR8**	**Négligeable**
				Perturbation d'individus en reproduction	Chantier			
					Exploitation			
					OLD			
				Destruction partielle de l'habitat de nidification (4,3 ha – 40 %)	Chantier			
				Dégradation et perturbation de l'habitat de nidification	OLD	**Faible**		
	Corneille noire (*Corvus corone*)	OUI	**Modéré**	Destruction potentielle d'individus (jeunes)	OLD	**Modéré**	**ME1, MR1, MR2a, MR2b, MR2c, MR3, MR7, MR8**	**Négligeable**
				Perturbation d'individus en reproduction	Chantier			
					Chantier			
					Exploitation			
				Destruction partielle de l'habitat de nidification (6,7 ha – 19 %)	OLD			
				Dégradation et perturbation de l'habitat de nidification	Chantier	**Faible**		

	Chevêche d'Athéna (*Athene noctua*)	OUI	**Modéré**	Destruction potentielle d'individus (jeunes)	OLD	**Fort**	**MR3, MR7, MR8**	**Faible**
				Perturbation d'individus en reproduction	Chantier			
					Chantier			
					Exploitation			
				Destruction totale de l'habitat de nidification (0,58 ha – 100 %)	OLD			
				Dégradation et perturbation de l'habitat de nidification	Chantier			
	Fauvette mélanocéphale *Sylvia melanocephala*	OUI	**Modéré**	Destruction potentielle d'individus (jeunes)	Chantier	**Fort**	**ME1, MR1, MR2a, MR2b, MR2c, MR3, MR7**	**Faible**
					OLD			
				Perturbation d'individus en reproduction	Chantier			
					Exploitation			
					OLD			
				Destruction partielle de l'habitat de vie dont nidification (10,7 ha – 74 %)	Chantier			
				Dégradation et perturbation de l'habitat de nidification	OLD			
	Verdier d'Europe *Carduelis chloris*	OUI	**Fort**	Destruction potentielle d'individus (jeunes)	Chantier	**Fort**	**MR1, MR2a, MR2b, MR2c, MR3, MR7, MR8**	**Modéré**
				Perturbation d'individus en reproduction	Chantier	**Fort**		
					Exploitation			
					OLD			
				Destruction partielle de l'habitat de nidification (5,2 ha – 80 %) et zones d'alimentation (22,3 ha – 66 %)	Chantier			
				Dégradation et perturbation de l'habitat de nidification	OLD	**Modéré**		
	Pic épeichette *Dendrocopos minor*	OUI	**Modéré**	Destruction potentielle d'individus (jeunes)	Chantier	**Fort**	**MR1, MR2a, MR2b, MR2c, MR3, MR7, MR8**	**Négligeable**
				Perturbation d'individus en reproduction	Chantier	**Modéré**		
					Exploitation			
					OLD			

				Destruction partielle de l'habitat de nidification (< 1 %)	Chantier	**Négligeable**		
				Dégradation et perturbation de l'habitat de nidification	OLD			
	Cisticole des joncs *Cisticola juncidis*	OUI	**Modéré**	Destruction potentielle d'individus (jeunes)	Chantier	**Fort**	**MR2a, MR2b, MR2c, MR3**	**Faible**
					OLD			
				Perturbation d'individus en reproduction	Chantier	**Modéré**		
					Exploitation			
					OLD			
				Destruction partielle de l'habitat de vie dont nidification (5,5 ha - 96 %)	Chantier	**Fort**		
				Dégradation et perturbation de l'habitat de nidification	OLD	**Modéré**		
	Tourterelle des bois *Streptopelia turtur*	NON	**Fort**	Destruction potentielle d'individus (jeunes)	Chantier	**Modéré**	**ME1, MR1, MR2a, MR2b, MR2c, MR3, MR7, MR8**	**Négligeable**
				Perturbation potentielle d'individus en reproduction	Chantier	**Faible**		
					Exploitation			
					OLD			
				Destruction partielle de l'habitat de nidification (7,3 ha – 20%)	Chantier	**Modéré**		
				Dégradation et perturbation de l'habitat de nidification	OLD			
	Rollier d'Europe *Coracias garrulus*	OUI	**Modéré**	Destruction potentielle d'individus (jeunes)	Chantier	**Fort**	**MR1, MR2a, MR2b, MR2c, MR3, MR7, MR8**	**Très faible**
				Perturbation potentielle d'individus en reproduction	Chantier	**Modéré**		
					Exploitation			
					OLD			
				Destruction partielle de l'habitat de nidification (14,5 ha – 71%)	Chantier	**Fort**		
				Dégradation et perturbation de l'habitat de nidification	OLD			
	Bruant des roseaux *Emberiza schoeniclus*	OUI	**Modéré**	Perturbation d'individus en halte migratoire ou transit	Chantier	**Faible**	**MR1, MR2 et MR8**	**Négligeable**
					Exploitation			

					OLD			
				Destruction partielle de l'habitat de repos (non évaluable)	Chantier			
				Dégradation et perturbation de l'habitat de repos	OLD			
	Bouscarle de Cetti (*Cettia cetti*), **Rossignol philomèle** (*Luscinia megarhynchos*), **Pouillot véloce** (*Phylloscopus collybita*)	OUI	**Faible**	Perturbation d'individus en halte migratoire ou transit	Chantier	**Négligeable**	**MR1, MR2 et MR8**	**Négligeable**
					Exploitation			
					OLD			
				Dégradation et perturbation de l'habitat de repos	OLD			
	Hirondelle rustique *Hirundo rustica*, **Hirondelle de fenêtres** (*Delichon urbica*), **Martinet noir** (*Apus apus*)	OUI	**Modéré**	Destruction potentielle d'individus (jeunes)	Chantier	**Modéré**	**MR2a, MR2b, MR2c, MR3**	**Faible**
				Perturbation potentielle d'individus en reproduction	Chantier			
					Exploitation			
				Destruction partielle de l'habitat de nidification (6,5 ha – 54%)	OLD			
				Dégradation et perturbation de l'habitat de nidification	Chantier	**Faible**		
	Buse variable (*Buteo buteo*), **Chouette hulotte** (*Strix aluco*), **Petit-duc** (*Otus scops*), **Autour des palombes** (*Accipiter gentilis*), **Épervier d'Europe** (*Accipiter nisus*), **Huppe fasciée** (*Upupa epops*)	OUI	**Faible**	Destruction et Perturbation d'individus en reproduction	Chantier	**Faible**	**MR2a, MR2b, MR2c, MR7**	**Faible**
					Exploitation			
					OLD			
				Destruction partielle de zones d'alimentation (22,3 ha)	Chantier			
				Destruction et perturbation de l'habitat de nidification	OLD	**Négligeable**		

	Circaète Jean-le-Blanc (*Circaetus gallicus*), **Grand-duc d'Europe** (*Bubo bubo*), **Alouette lulu** (*Lullula arborea*)	OUI	**Faible**	Perturbation d'individus en hivernation, halte migratoire ou transit	Chantier	**Négligeable**	**MR2a, MR2b, MR2c, MR7**	**Faible**
					Exploitation			
					OLD			
				Destruction partielle de l'habitat de repos (non évaluable) et zones d'alimentation (22,3 ha)	Chantier			
				Dégradation et perturbation de l'habitat de repos	OLD			
	26 espèces	OUI (sauf Alouette des champs)	**Très faible à négligeable**	Destruction potentielle d'individus (jeunes)	Chantier	**Faible**	**ME1, MR1, MR2a, MR2b, MR2c, MR3, MR7, MR8**	**Négligeable**
				Perturbation potentielle d'individus en reproduction	Chantier	**Négligeable**		
					Exploitation			
					OLD			
				Destruction partielle de l'habitat de nidification (non évaluable)	Chantier			
				Dégradation et perturbation de l'habitat de nidification	OLD			
Amphibiens	**Crapaud épineux** (*Bufo spinosus*), **Grenouille « verte »** (*Pelophylax sp.*), **Grenouille rieuse** (*Pelophylax ridibundus*), **Rainette méridionale** (*Hyla meridionalis*)	OUI	**Faible**	Perturbation et destruction potentielle d'individus	Chantier	**Fort**	**ME1, MR1, MR2a, MR2b, MR2c, MR2e, MR3a, MR4, MR8**	**Modéré**
					Exploitation			
					OLD			
				Destruction totale de l'habitat de reproduction (397 m² - 100 %))	Chantier			

				Destruction partielle de l'habitat d'hivernation (1,17 ha – 8 %)	Chantier	**Faible**		
				Dégradation et perturbation de l'habitat d'hivernation et corridor écologique	OLD			
Reptiles	**Psammodrome d'Edwards** *Psammodromus edwarsianus*	OUI	**Modéré**	Perturbation et destruction potentielle d'individus	Chantier	**Fort**	**MR1, MR2a, MR2b, MR2c, MR3b, MR7**	**Faible**
					Exploitation			
					OLD			
				Destruction totale de l'habitat de vie le plus favorable (2,2 ha – 100%)	Chantier	**Modéré**		
	Couleuvre de Montpellier *Malpolon monspessulanus*	OUI	**Modéré**	Perturbation et destruction potentielle d'individus	Chantier	**Fort**	**ME1, MR1, MR2a, MR2b, MR2c, MR3b, MR7, MR8**	**Faible**
					Exploitation			
					OLD			
				Destruction partielle de l'habitat de vie (6 ha – 32 %)	Chantier	**Faible**		
				Dégradation et perturbation de l'habitat de vie et corridor écologique	OLD			
	Lézard à deux raies *Lacerta bilineata*	OUI	**Faible**	Perturbation et destruction potentielle d'individus	Chantier	**Fort**	**ME1, MR1, MR2a, MR2b, MR2c, MR3b, MR7, MR8**	**Très faible**
					Exploitation			
					OLD			
				Destruction partielle de l'habitat de vie (6 ha – 32 %)	Chantier	**Faible**		
				Dégradation et perturbation de l'habitat de vie et corridor écologique	OLD			
	Orvet fragile* *Anguis fragilis*	OUI	**Faible**	Destruction potentielle d'individus	OLD	**Fort**	**ME1, MR1, MR2a, MR2b, MR2c, MR3b, MR7, MR8**	**Très faible**
				Perturbation potentielle d'individus	Exploitation	**Faible**		
					Chantier			
					OLD			
				Destruction partielle de l'habitat de vie (0,16 ha – 1 %)	Chantier	**Très faible**		

				Dégradation et perturbation de l'habitat de vie et corridor écologique	OLD	**Faible**		
	Lézard des murailles *(Podarcis muralis),* **Tarente de Maurétanie** *(Tarentola mauritanica)*	OUI	**Faible**	Perturbation et destruction potentielle d'individus	Chantier	**Modéré**	**MR1, MR2a, MR2b, MR2c, MR3b, MR7**	**Négligeable**
					Exploitation			
					OLD			
				Destruction partielle de l'habitat de vie (non évaluable)	Chantier	**Très faible**		
				Dégradation et perturbation de l'habitat de vie et corridor écologique	OLD			
Entomofaune	**Grand Capricorne** *Cerembyx cerdo*	OUI	**Fort**	Perturbation et destruction potentielle d'individus	Exploitation	**Fort**	**ME1, MR1, MR2a, MR2b, MR2c, MR3, MR7, MR7**	**Négligeable**
					Chantier			
					OLD			
				Destruction partielle de l'habitat de vie (2 ou trois arbres sénescents potentiellement favorables)	Chantier	**Négligeable**		
				Dégradation et perturbation de l'habitat de vie	OLD	**Faible**		
	Lucane Cerf-volant *Lucanus cervus*	OUI	**Modéré**	Perturbation et destruction potentielle d'individus	Exploitation	**Fort**	**ME1, MR1, MR2a, MR2b, MR2c, MR3, MR7, MR8**	**Négligeable**
					Chantier			
					OLD			
				Destruction partielle de l'habitat de vie (2 ou trois arbres sénescents potentiellement favorables)	Chantier	**Négligeable**		
				Dégradation et perturbation de l'habitat de vie	OLD	**Faible**		
	Ecaille chinée *Euplagia quadripunctaria*	NON	**Faible**	Destruction potentielle d'individus	OLD	**Fort**	**ME1, MR1, MR2a, MR2b, MR2c, MR3, MR7, MR8**	**Négligeable**
				Perturbation d'individus	Exploitation	**Négligeable**		
					Chantier			
				Dégradation et perturbation de l'habitat de vie	OLD	**Faible**		
	Lapin de Garenne	-	**Faible**	Perturbation et destruction potentielle d'individus	Chantier	**Modéré**	**ME1, MR1, MR2a, MR2b,**	**Négligeable**

Mammifères non volants	*(Oryctolagus cuniculus)*, **Musaraigne commune** *(Crocidura russula)*, **Hérisson d'Europe*** *(Erinaceus europaeus)*				Exploitation		**MR2c, MR3d, MR7, MR8**	
					OLD			
				Destruction partielle, dégradation et perturbation de l'habitat de vie (70 ha – 80%)	Chantier			
					OLD			
	Écureuil roux *Sciurus vulgaris*	OUI	**Faible**	Perturbation et destruction potentielle d'individus	Chantier	**Modéré**	**ME1, MR1, MR2a, MR2b, MR2c, MR3d, MR7, MR8**	**Négligeable**
					Exploitation			
					OLD			
				Dégradation et perturbation de l'habitat de vie (Allées d'arbres : 0,26 ha – 47 % / chênaie : 1,00 ha – 19%)	OLD			
Chiroptères	**Minioptère de Schreibers** *Miniopterus schreibersii*	OUI	**Modéré**	Perturbation d'individus en transit	Chantier	**Faible**	**ME1, MR1, MR2a, MR2b, MR2c, MR5, MR7, MR8**	**Négligeable**
					Exploitation			
				Perturbation des couloirs de déplacement	Chantier			
					Exploitation			
				Dégradation et perturbation des couloirs de déplacement	OLD	**Négligeable**		
	Noctule de Leisler *(Nyctalus leisleri)*, **Murin indéterminé** *(Myotis sp.)*	OUI	**Modéré**	Perturbation d'individus en transit et en chasse	Chantier	**Faible**	**ME1, MR1, MR2a, MR2b, MR2c, MR5, MR7, MR8**	**Faible**
					Exploitation			
				Destruction partielle des zones de chasse (26,8 ha – 31 %)	Chantier	**Modéré**		
				Perturbation des couloirs de déplacement	Chantier	**Faible**		
					Exploitation			
				Dégradation et perturbation des couloirs de déplacement et zones de chasse	OLD			
	Pipistrelle pygmée *(Pipistrellus pygmaeus)*,	OUI	**Modéré**	Perturbation d'individus en transit, en chasse ou en gîte	Chantier	**Modéré**	**ME1, MR1, MR2a, MR2b,**	**Faible**
					Exploitation			

	Oreillard gris *(Plecotus austriacus)*				OLD		**MR2c, MR3, MR5, MR7, MR8**	
				Destruction partielle des zones de chasse (26,8 ha – 31 %)	Chantier			
				Perturbation des couloirs de déplacement	Chantier	**Faible**		
					Exploitation			
				Dégradation et perturbation des couloirs de déplacement, zones de chasse et de gîte	OLD			
	Pipistrelle de Nathusius/Kuhl *(Pipistrellus nathusii/kuhlii)*	OUI	**Modéré à faible**	Perturbation d'individus en transit, en chasse ou en gîte	Chantier	**Modéré**	**ME1, MR1, MR2a, MR2b, MR2c, MR3, MR5, MR7, MR8**	**Faible**
					Exploitation			
					OLD			
				Destruction partielle des zones de chasse (26,8 ha – 31 %)	Chantier			
				Perturbation des couloirs de déplacement	Chantier	**Faible**		
					Exploitation			
				Dégradation et perturbation des couloirs de déplacement, zones de chasse et de gîte	OLD			
	Molosse de Cestoni *Tadarida teniotis*	OUI	**Faible**	Perturbation d'individus en transit et en chasse	Chantier	**Faible**	**ME1, MR1, MR2a, MR2b, MR2c, MR5, MR7, MR8**	**Très faible**
					Exploitation			
				Destruction partielle des zones de chasse (26,8 ha – 31 %)	Chantier	**Modéré**		
				Perturbation des couloirs de déplacement	Chantier	**Faible**		
					Exploitation			
				Dégradation et perturbation des couloirs de déplacement et zones de chasse	OLD			
	Pipistrelle commune	OUI	**Faible**		OLD	**Modéré**		

	(Pipistrellus pipistrellus), **Pipistrelle de Kuhl** *(Pipistrellus kuhlii)*			Perturbation d'individus en transit, en chasse ou en gîte	Chantier	**Faible**	**ME1, MR1, MR2a, MR2b, MR2c, MR3, MR5, MR7, MR8**	**Faible**
					Exploitation			
				Destruction partielle des zones de chasse (26,8 ha – 31 %)	Chantier	**Modéré**		
				Perturbation des couloirs de déplacement	Chantier	**Faible**		
					Exploitation			
				Dégradation et perturbation des couloirs de déplacement, zones de chasse et de gîte	OLD			
	Vespère de Savi *Hypsugo savii*	OUI	**Très faible**	Perturbation d'individus en transit, en chasse ou en gîte	OLD	**Modéré**	**ME1, MR1, MR2a, MR2b, MR2c, MR3, MR5, MR7, MR8**	**Faible**
					Chantier	**Faible**		
					Exploitation			
				Destruction partielle des zones de chasse (26,8 ha – 31 %)	Chantier	**Modéré**		
				Perturbation des couloirs de déplacement	Chantier	**Faible**		
					Exploitation			
				Dégradation et perturbation des couloirs de déplacement, zones de chasse et de gîte	OLD			

* espèce non contactée mais considérée comme présente

3 Proposition de mesures compensatoires, d'accompagnement et de suivi

Quand les mesures d'évitement et de réduction ne suffisent pas à rendre le projet écologiquement neutre, alors des mesures de compensation sont proposées.

3.1 Mesures de compensation

3.1.1 Compensation *in situ*

3.1.1.1 MCi1 : Recréation d'habitats favorables *in situ* pour quatre espèces d'amphibiens

MCi1 : Recréation d'habitats favorables *in situ* pour quatre espèces d'amphibiens	
Espèces concernées :	**Amphibiens :** • Rainette méridionale • Grenouille « verte » • Grenouille rieuse • Crapaud épineux
Objectifs :	**L'objectif de cette mesure est de recréer des habitats favorables à la reproduction aux amphibiens, en compensation de leur habitat aquatique détruit.** Il s'agira de recréer *in situ*, à proximité de l'ancien site détruit, afin de limiter la perturbation des espèces qui ont l'habitude de migrer vers ce site, un réseau hydrologique composé de mares permanentes et de noues temporaires. Ces points d'eau seront implantés selon l'axe de migration des espèces d'amphibiens du site afin d'offrir une connectivité entre des espaces boisés, potentiels sites d'hivernage, et les milieux humides, favorables à la reproduction ainsi qu'entre zones humides, dans un secteur préservé du projet d'aménagement et de l'emprise du chantier.

Protocole :

Le tableau suivant synthétise les surfaces impactées à compenser :

	Surface impactée	Ration min. de compensation	Ratio réévalué	Surface compensée
Habitats de reproduction d'espèces protégées				
Amphibiens	397 m²	1	2	**794 m²**

Deux mares seront créées en compensation de la mare du golf détruite. Le total de la zone humide détruite étant de 397 m², nous conseillons une **surface de compensation totale de 794 m²** (1 mare = 397 m²) qui prend en compte les mesures correctives.
Cinq noues viendront compléter ce réseau humide. La densification des points d'eau offrira un nombre plus important d'habitats pour les différentes espèces ciblées et une plus grande diversité de milieux humides. Les noues naturelles, dépressions de faible profondeur et temporairement en eau seront davantage favorables aux espèces plus terrestres : Pélodyte ponctué et Crapaud calamite notamment, qui recherchent des sites de ponte sans végétation pour limiter la compétition.



Localisation des habitats favorables aux amphibiens à recréer : mares et noues naturelles et axes de migration

Ce réseau en « pas japonais » permettra aux espèces de rejoindre le corridor de la Thumine et les autres espaces boisés représentant des sites d'hivernation.

⇨ Une partie des souches de chênes issues du chantier seront disposées autour du réseau de mares et noues.

CRÉATION D'UN RÉSEAU DE MARES :

La totalité de la surface humide initiale détruite accueillant les amphibiens en période de reproduction a une surface de 397 m². La **compensation** est à hauteur de **200%**. **Un réseau de mares** sera ainsi créé en zone humide sur une surface totale d'au moins **794 m²** (comprenant les mares et l'habitat ouvert/forestier).

Ces mares devront être **permanentes**. Elles seront alimentées par les eaux de pluie et/ou par les eaux de ruissèlement du bassin versant.

La création d'une mare doit suivre les **étapes suivantes** :

- *Débroussaillement de l'accès et de l'espace de la mare*

Dans un premier temps, l'accès à la future mare sera créé par débroussaillement d'un passage de 2 m de large le long d'une clôture déjà mise en place puis jusqu'à l'emplacement de la mare. Le débroussaillement aura une longueur inférieure à 100 m. Ce débroussaillement ne concerne que des buissons bas et des broussailles, aucun arbre ne sera abattu pour la création de l'accès et de l'emplacement de la mare.

- *Excavation de la mare*

Dans un second temps, une pelleteuse de 3.5 t interviendra pour creuser la mare. L'utilisation d'une pelle de cette taille permet une intervention précise et efficace. Le milieu alentour ne sera pas impacté par le travail et les manœuvres de l'engin, mais il permet tout de même une réalisation rapide et propre.

- *Mise en place des matériaux*

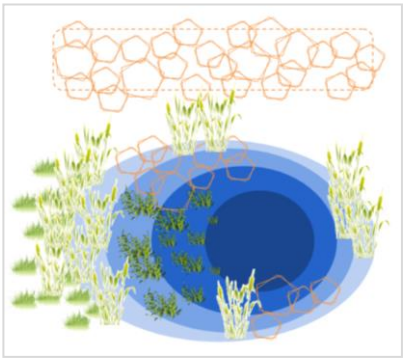
Cette étape dépend des conditions édaphiques du sol où l'on aménagera la mare. Un terrain argileux naturellement imperméable est recommandé. Des mesures d'étanchéification peuvent être envisagées si nécessaires : une géomembrane pourra être disposée sur l'ensemble de la surface et fixée par enfouissement sur les bords de la surface. Ensuite, des bandes en fibres de coco pourront être placées sur la géomembrane de façon à créer un maillage sur l'ensemble de la mare. Cela permet à l'argile (d'une densité 9/10) qui est disposée sur une couche de 30 cm, de ne pas glisser, de permettre à la végétation de s'enraciner et donc que la mare soit pérenne.

- *Aménagement de la mare*

Suite à la disposition des différentes couches, des pierres devront être placées sur les différentes profondeurs de la mare. Ces roches pourront provenir de l'excavation de la mare. Elles devront permettre aux têtards, juvéniles et sujets adultes de se cacher et de se protéger des différents prédateurs comme les oiseaux.

Sur l'un des bords de la mare, une butte d'enfouissement sera aménagée. Elle devra se composer de pierres anguleuses de différents diamètres qui permettront de former des cavités, la butte sera ensuite recouverte avec la terre du site. Cet aménagement permettra aux différentes espèces de se cacher à proximité de la mare. Une végétalisation (plantes aquatiques locales) sera réalisée pour permettre aux amphibiens de trouver refuge dès leur arrivée. La végétation aquatique devra couvrir la moitié à 2/3 de la surface de la mare.

La figure ci-dessus permet d'avoir un aperçu de l'aménagement prévu pour une mare.



Aménagement de la mare (source Ecotonia)

CRÉATION DE NOUES :

Cinq noues devront donc être recréées afin de permettre à certaines espèces d'amphibiens de s'y reproduire : Crapaud calamite et Pélodyte ponctué.

Le protocole de création des noues est identique à celui de création des mares :

1. Débroussaillement de l'accès et de l'espace des noues
2. Excavation des noues
3. Mise en place des matériaux
4. Aménagement de la mare

Les noues auront une superficie d'environ 50 m² et une profondeur d'environ 20 cm. Elles devront permettre un maintien en eau temporaire. Toutefois afin d'offrir un site de reproduction viable à certaines espèces d'amphibiens, une géomembrane étanche devra être mise en place afin que l'eau ne s'infiltre pas et que les noues restent en eau pendant au moins deux semaines.

Contrairement aux mares, les noues ne devront pas être végétalisées. En revanche, les bords de chaque noue devront être aménagés. Des buttes d'enfouissement composées de pierres anguleuses de différents diamètres recouvertes avec la terre du site devront être créées. De grosses pierres devront également être disposées sur les bords des noues.

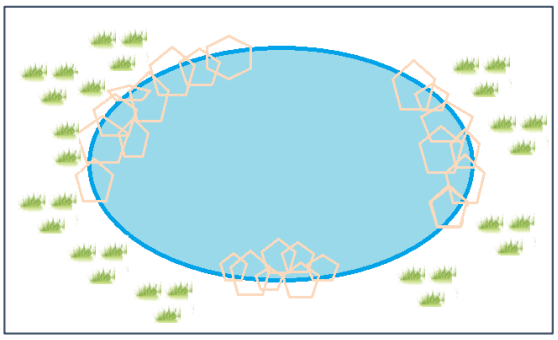
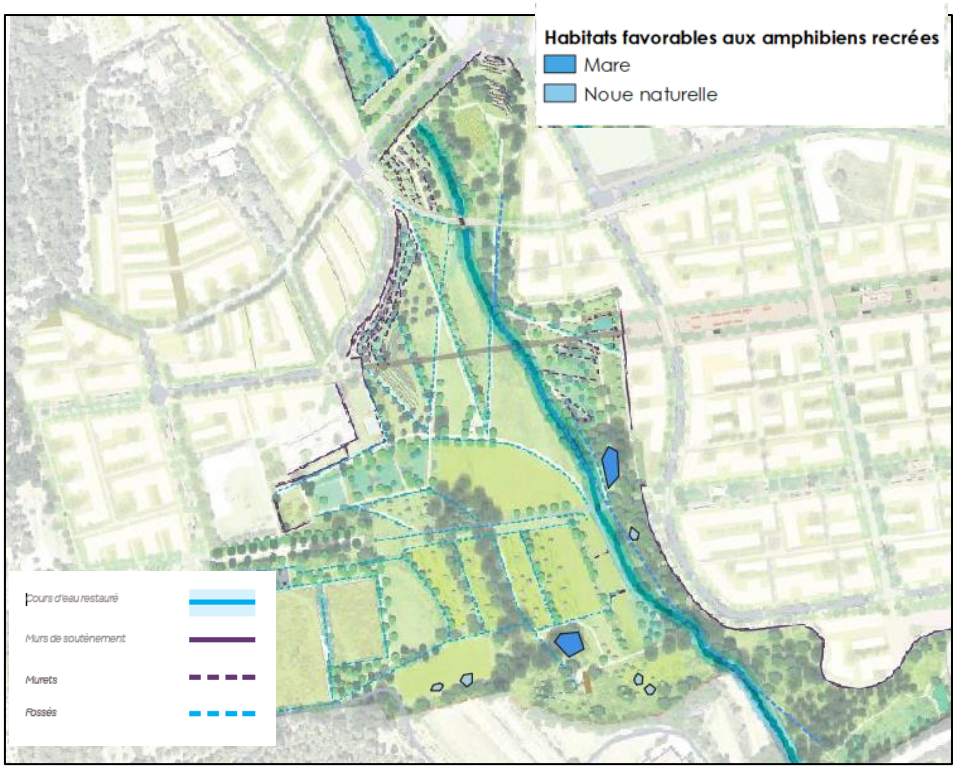


Schéma d'une noue agrémentée de pierriers

Le réseau de mares et noues s'intègrera au projet de restauration du cours d'eau du vallon de la constance prévu par l'aménageur.

« *Aujourd'hui le ruisselet qui traverse le fond de vallon a un profil étroit et très encaissé. La restauration du cours d'eau consiste à retrouver des pentes et à installer des franchissements. Le nouveau dessin des berges permettra de reconstituer une gradation de milieux humides, des plus immergés aux plus secs. La végétation de ripisylve contraste avec les milieux secs méditerranéens et participe à augmenter la diversité spécifique du site* ».



Intégration du réseau de mares et noues dans l'aménagement paysager du projet

Les boisements adjacents aux mares devront être restaurés si cela s'avère nécessaire (débroussaillage, etc.)

Gestion :

Afin de pérenniser la mesure de compensation et permettre le maintien dans un bon état de conservation des espèces protégées faisant l'objet de la dérogation, les mares et noues créées devront faire l'objet d'une gestion particulière.

La végétation aux abords et dans les points d'eau devra être entretenue afin de **limiter l'atterrissement des sites et maintenir un bon niveau d'ensoleillement**. L'ensemble de la surface en eau ne doit pas être colonisé par la végétation. Les espèces végétales envahissantes devront être gérées afin de limiter la concurrence avec les espèces végétales locales et l'assèchement des points d'eau. L'eau pourra être nettoyée des débris végétaux en décomposition afin de limiter l'eutrophisation. Le curage ne devra être réalisé si strictement nécessaire (envasement avéré du plan d'eau) et échelonné sur plusieurs années (¼ de la surface en eau chaque année pendant 4 ans environ).

Enfin, **une surveillance continue devra être effectuée pour empêcher la pollution** par les déchets/débris ainsi que l'introduction d'espèces invasives (Tortue de Floride par exemple).

Il est préconisé de procéder à ces actions de gestion tous les deux ans en dehors des périodes sensibles pour les amphibiens (reproduction et hivernation) soit **entre octobre et novembre, et ce sur la durée de l'exploitation : 30 ans.**

L'utilisation de produits phytosanitaires est proscrite.

Un plan de gestion adapté des mares et noues devra être rédigé. Il pourra être porté à connaissance de l'autorité environnementale.

Suivi :

Un suivi devra être réalisé sur un **minimum de 10 ans** comme suit : N+1, N+2, N+3, N+5, N+7, N+10. La durée du suivi pourra être réévaluée et prolongée si besoin par l'autorité environnementale. À l'issue des trois premières années de suivi, un calendrier de suivi bisannuel sera proposé. Toutefois, celui-ci pourra également être révisé après le suivi N+3.

Il s'agira de relever pour chaque zone humide suivie (mares et noues) : la présence d'espèces cibles, indices de reproduction, pourcentage de recouvrement de la végétation, turbidité de l'eau, maintien en eau…

Deux passages nocturnes (comptage des adultes reproducteurs) et deux passages diurnes (relevé des caractéristiques des mares, comptage des pontes et têtards) en période de reproduction des amphibiens (entre mars et avril), seront réalisés au cours de chaque année de suivi. Un troisième passage pourra être réalisé après les épisodes pluvieux de fin d'été (septembre).

Chaque suivi donnera lieu à un compte rendu détaillé qui sera fourni chaque année au maitre d'ouvrage. En fonction de l'analyse des suivis, des mesures correctives pourront être mises en place. Au bout de 10 ans, un dossier complet sera rédigé. Il présentera les résultats concernant l'état de la biodiversité du site suite aux travaux.

Mesures correctives :

Rappel : Compte tenu des risques d'échec des travaux de génie écologique et l'inefficacité de la recréation d'habitat d'espèce, il a été proposé de porter le ratio de compensation à 2 tel que présenté dans la mesure. Deux mares seront ainsi recréées. Cela permet d'augmenter les chances qu'une des deux soit fonctionnelle la première année.

Selon l'état des mares dès les premiers suivis, il sera proposé des actions correctives telles que le remplacement d'une bâche imperméable (dans le cas où la mare ne se maintiendrait pas en eau) ou l'apport d'argile. La végétalisation des points d'eau et de leurs abords devra être renforcée selon l'état des plants et le taux de reprise.

Le plan de gestion et notamment la fréquence d'entretien devront également être réévalués selon la dynamique de la végétation aquatique et des berges notamment.

Planification :

La création de ce réseau de mares et noues devra être effective **au moins une année précédant le début des travaux** impactant les habitats initiaux des amphibiens (travaux sur la mare du golf). Il est conseillé de réaliser ces travaux à l'**automne**.

Il s'agira de s'assurer de leur fonctionnalité avant le début des travaux.

Étapes de la compensation	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
	Avant travaux											
Création des mares et noues												
Élaboration du plan de gestion												
Suivi												
Mesures correctives éventuelles (légères si période estivale)												
	Démarrage des travaux											
Suivi												

Mesures correctives éventuelles												
	Pendant travaux											
Suivi												
Mesures correctives éventuelles												
Interventions de gestion												
	Année N+2 à N+10											
Suivi												
Mesures correctives éventuelles												
Interventions de gestion (tous les deux ans)												
	Année N+11 à N+30											
Interventions de gestion (tous les deux ans)												

Le **maître d'ouvrage s'engage à la mise en place de cette mesure telle que décrite et à la planification annoncée.**

Précautions particulières :

La mare doit faire entre **50 cm et 1 m 50 de profondeur** pour ne pas avoir un assèchement trop rapide l'été et être à l'abri du gel l'hiver.

La forme de la mare ne doit **pas être géométrique** et les berges doivent être en **pente douce** (inférieures à 45°).

Une attention particulière devra être portée aux nouveaux habitats créés au cours de la phase chantier. Les différents points d'eau devront être sanctuarisés afin d'éviter tout impact accidentel sur ces secteurs lors des travaux. Le **suivi du chantier** par un écologue spécialisé devra être mis en place afin de contrôler l'absence d'impact sur ces secteurs, tout au long de la phase chantier.

3.1.1.1 MCi2 : Mise en place de nichoirs *in situ* pour les oiseaux

MCi2 : Mise en place de nichoirs *in situ* pour les oiseaux	
Espèces concernées :	Les **espèces cavicoles** ci-après, **d'enjeu sur site et en région 'modéré', 'fort' ou 'très fort' seront affectées par des impacts résiduels** (impacts qui n'ont pu être entièrement évités ou réduits) même faibles ou négligeables **:** • Rollier d'Europe • Huppe fasciée • Hibou Petit-duc • Chevêche d'Athéna • Hirondelle rustique, • Hirondelle de fenêtres, • Martinet noir (Le Pic épeichette noté à enjeu sur le site fore lui-même ses loges et n'est pas concerné par cette mesure. L'impact résiduel le concernant est d'ailleurs négligeable notamment de ce fait) • Autres espèces cavicoles observées sur site, de moindre enjeu (très faible à négligeable) pas forcément concernées par un impact résiduel, mais qui bénéficieront de la mesure : Choucas des tours, Mésange bleue, Mésange charbonnière, Rougegorge, Moineau domestique, Rouge-Queue noir, Sittelle torchepot, Étourneau sansonnet. • Certaines espèces de mammifères peuvent occuper les nichoirs et devront alors être laissées dedans : le Lérot par exemple, espèce retenue comme potentielle sur le site et représentant un enjeu faible.
Objectifs :	• Permettre aux espèces à enjeu subissant un impact résiduel, même négligeable, d'assurer un maintien dans des conditions favorables de leur population locale. Il s'agit ici de remédier à la perte potentielle de cavités provoquée soit par les aménagements (impacts directs provisoires ou permanents) soit à la perte de telles cavités propices au gîte. Ces disparitions incidentes peuvent survenir par suite d'évènements consécutifs non prévus (impacts indirects futurs provisoires ou permanents) comme par exemple des dégradations encourues du fait d'incivilités sur la nature ou bien encore une tempête, etc. • Permettre aux espèces communes de moindres enjeux de conquérir des lieux propices à la nidification dans des milieux semi-ouverts qui auront perdu leur faciès naturel. En effet, les mesures de réduction auront permis l'amélioration des conditions d'accueil du valat central par exemple, en particulier la MR1, mais le retour progressif à un aspect plus naturel pourra ainsi s'accompagner d'un « coup de pouce » aux nidifications d'oiseaux en manque de cavités.

Protocole :

Pour la mise en place de ces dispositifs, les aspects suivants sont à respecter :

- Utilisation de matériaux non traités et pas d'utilisation de colle pour la fixation des nichoirs (limiter les produits toxiques)

- Orientation privilégiée : sud-ouest ou sud-est. Il s'agit d'éviter une trop forte exposition au soleil et aux vents dominants.

- Hauteur minimale d'installation sur l'arbre : 2 à 15 m selon les espèces. Il s'agit également de veiller à ce qu'ils soient hors de portée des prédateurs. Ainsi, les arbres sur lesquels ils seront installés ne devront pas posséder de branches basses.

  L'installation d'une ceinture protectrice de mailles en métal (hauteur d'installation minimale : 2,5 m) ou un grillage empêchera les prédateurs de grimper aux arbres.



Exemple d'une ceinture de protection

- Des abris au sol peuvent également être disposés afin de créer des refuges pour les jeunes tombés du nid.
- La profondeur des nichoirs pourra également être augmentée afin d'empêcher que les oisillons soient à portée des pattes des prédateurs
- Les arbres sur lesquels les gîtes seront installés doivent être en bonne santé et ne pas risquer de tomber.

Dimension et forme adaptée aux espèces ciblées :

- **Pour le Petit-Duc, le Rollier et la Huppe**, il est nécessaire d'avoir des mesures qui correspondent parfaitement à l'écologie des espèces visées. Pour cela, il est conseillé d'utiliser les nichoirs de type « Schwegler »
  - Le nichoir devra être accolé au tronc, à 3 ou 4 mètres du sol.
  - (prix informatif : 67 euros, source LPO)
  - Mensurations : 65 mm trous d'envol, hauteur : 29 cm
  - **Six** nichoirs seront installés.



- **Pour la Chouette hulotte**, un autre nichoir de type « Schwegler » est conseillé.
  - Celui-ci sera également collé sur le tronc à 3 ou 4 mètres du sol.
  - (prix informatif : 76 euros, source LPO).
  - Mensurations : 110 x120 mm trou d'envol, diamètre : 20 cm et hauteur : 44 cm
  - **Deux** nichoirs de ce type seront installés.





- **Pour la Chevêche**, un nichoir boîte en longueur est requis et il est recommandé de l'assortir d'un système en chicane anti-prédateurs
- Il sera suspendu à une branche de moyenne hauteur
- Prix indicatif : 79 € (source Greenweez.fr)
- Dimensions en cm : L 31 x l 80,5 x H 52



- **Pour les hirondelles**, on recourt à des coupelles artificielles type béton de bois ou à des moellons spéciaux.
- Le nichoir sera disposé sous l'avancée de toiture ou à l'angle d'une fenêtre ou sous un porche. Prévoir des planchettes pour recueillir les fientes de guano et éviter ainsi une mauvaise acceptation par la population.
- Veiller à poser selon une orientation vers l'est ou le sud-est.
- (prix informatif : 24, 90 euros, source : vivara.fr)
- **Dix** nichoirs pour les hirondelles seront prévus.



- **Pour les martinets**, des systèmes intégrés à la construction pourront être préférés, mais des nichoirs fixés pourront l'être également.
- Pour les toitures-terrasses, des nichoirs collectifs positionnables en acrotère sont à privilégier.
- On peut aussi trouver des modèles pour positionnement sous balcons. Dans tous les cas, prévoir une orientation vers le sud-est.
- Prix indicatif : 30 à 200 €.
- **Dix** nichoirs de ce type seront posés sur l'ensemble de l'opération.

NB : Pour les autres espèces cavicoles comme les mésanges, les moineaux, nichoirs type « bûche » en béton de bois ou en bois massif ou aggloméré marin conviennent. De même pour les gobemouches. Les rouges-queues et rougegorges peuvent utiliser des nichoirs à ouvertures plus larges et se mettre à occuper des nichoirs pour hirondelles ou martinets par exemple. Les sittelles peuvent réduire l'orifice et utiliser des nichoirs mis à disposition du Petit-duc par exemple. **Un nichoir au moins par groupe d'espèces** sera demandé.

Gestion :

Entretien

Les nids de l'année précédente servant d'abri pendant les grands froids, **les nichoirs seront nettoyés en fin d'hiver** (février-mars). L'entretien des nichoirs permet d'éviter l'installation d'autres espèces notamment insectes qui ne favoriseraient pas le retour des oiseaux l'année suivante. Il s'agira de s'assurer qu'aucun autre animal (mammifères) ne s'est installé dans le nichoir avant tout nettoyage. Le nichoir sera vidé et débarrassé simplement des salissures. L'utilisation de produits chimiques est proscrite.

Suivi :

Un accompagnement et un suivi de cette mesure seront mis en place. Un ornithologue (associatif ou professionnel) assurera le **contrôle de la pose et la supervision du nettoyage annuel.**

Précautions particulières :

Il convient de s'assurer que le parc de nichoirs corresponde tout d'abord au mieux à la diversité des espèces à enjeu. Ensuite, que l'éventail soit en proportion des densités de population à accueillir.

	Période de pose : dès l'obtention de l'autorisation environnementale pour les boisements et alignements d'arbres situés hors assiette des aménagements ; au fur et à mesure de l'achèvement des bâtiments des lots pour les nichoirs à poser sur le bâti ou dans leurs espaces verts.
Sources	Guide BBP, Nichoirs pour Oiseaux (http://biodiversite-positive.fr/wp-content/uploads/2011/10/Nichoirs-pour-oiseaux-28-fev.pdf) LPO PACA - Atlas des mammifères 2010-2015 : protocole de pose et suivi des nichoirs à chouette hulotte

3.1.1.2 MCi3 : Installation de gîtes à chiroptères

MCi3 : Installation *in situ* de gîtes à chiroptères	
Espèces concernées :	Cette mesure concerne les espèces dites « cavicoles » ou « fissuricoles » ou « arboricoles » et qui seront **victimes d'impacts résiduels** (faibles) : • la Pipistrelle pygmée • la Pipistrelle de Nathusius • la Pipistrelle de Kuhl • les oreillards notamment Oreillard gris • la Pipistrelle commune • le Vespère de Savi Mais aussi une espèce non-arboricole, à enjeu faible sur site, et subissant des impacts résiduels très faibles, mais pouvant profiter de gîtes artificiels : • le Molosse de Cestoni
Objectifs :	**Remédier aux dommages hypothétiques, mais toujours possibles sur les arbres sénescents** qui représentent un potentiel d'accueil des chauves-souris cavicoles. Les mesures de réduction d'impact MR1 et MR7 visent à répertorier les arbres revêtant un tel intérêt, à les épargner en contrôlant si des espèces animales ont pu pâtir de ces opérations. En cas de dégradation, la présente mesure s'analyse comme un correctif. Autre objectif : permettre aux espèces cavicoles patrimoniales de retrouver un point d'attraction du nouveau territoire après sa transformation.
Protocole :	**Les gîtes artificiels du type « nichoirs »** Les **gîtes artificiels** sont des constructions de type « nichoir pour oiseaux », adaptées à la biologie des chauves-souris. Ces gîtes artificiels sont fréquemment utilisés pour des études scientifiques, en milieu forestier. Les gîtes artificiels sont positionnés **en hauteur des arbres** ou **sur la façade d'un bâtiment.** La pose de gîtes artificiels facilite la fréquentation de l'aire d'étude par les chiroptères. On peut donc voir apparaître au sein du site une population de ces mammifères volants sensibles et protégés. Les nichoirs adaptés permettent aux chauves-souris de trouver refuge dans ce qu'on appelle des gîtes estivaux. On parle alors de solution alternative face malheureusement à la disparition des gîtes cavernicoles.




Gite favorable aux chiroptères arboricoles installé dans un arbre (source Ecotonia) et sur un bâtiment

Caractéristiques

Les gîtes artificiels les plus favorables sont ceux imitant le décollement d'une écorce ou une fissure de cavité. Ils possèdent les caractéristiques suivantes :

- L'ouverture doit se situer sur le bas du nichoir et ne doit pas dépasser 2 cm de largeur.
- Les planches intérieures doivent être rugueuses ou striées afin que les individus puissent s'y accrocher.
- Les modèles retenus doivent être en ciment de bois.

Installation

Les préconisations pour leur installation afin d'augmenter leurs chances de succès sont les suivantes :

- Typologie d'habitat : en milieu forestier, éloigné des habitations
- Orientation : sud – sud-ouest ou sud-est (meilleure accumulation de chaleur)
- Hauteur minimale d'installation sur l'arbre : 4 m. Il s'agit également de veiller à ce qu'ils soient hors de portée des prédateurs. Ainsi, les arbres sur lesquels ils seront installés ne devront pas posséder de branches basses.
- L'installation d'une ceinture protectrice de mailles en métal ou un grillage empêchera les prédateurs de grimper aux arbres.



Exemple d'une ceinture de protection contre les chats

- Le gîte doit être posé à plus de 6 m de tout autre arbre ou autre obstacle de vol (pour permettre un espace d'envol suffisant).
- Les arbres sur lesquels les gîtes seront installés doivent être en bonne santé et ne pas risquer de tomber.
- Les gîtes artificiels ne devront pas être peints, ni traités, ni collés pour éviter la présence de substances toxiques. La fixation sur l'arbre ne devra pas endommager ce dernier.

Au moins cinq gîtes seront posés dans différents secteurs du site.

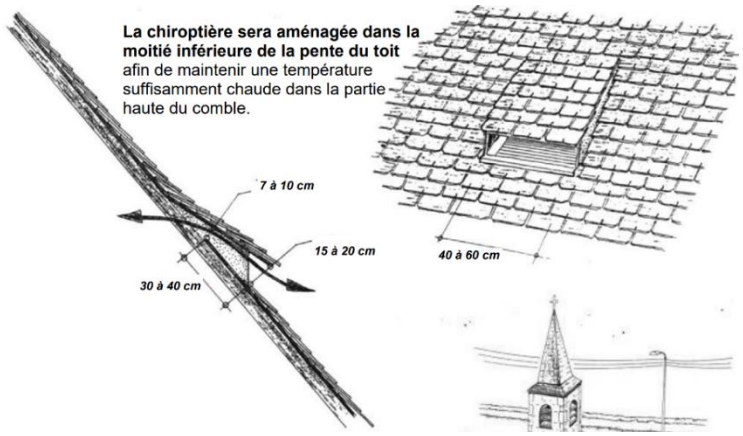
Les gîtes artificiels intégrés aux bâtiments :

De même, des gîtes cavernicoles ou fissuricoles seront intégrés à certains bâtiments afin de permettre aux espèces dont l'écologie n'est pas arboricole de trouver des

gîtes adaptés au niveau du projet d'aménagement. Ces gîtes permettront également une meilleure cohabitation avec les gens car empêcheront les chiroptères d'utiliser des espaces non dédiés à cette fin. Pour cela différentes installations peuvent être conseillées en fonction du type d'aménagement envisagé :

- **Aménager des ouvertures et accès spécifiques au passage des chiroptères :** portes et tabatières permettent entre autres leur passage. L'accès doit avoir une hauteur de 15 cm pour une largeur d'au moins 40 cm, de préférence 60 cm. Ce type d'ouverture peut correspondre plus particulièrement pour leur créer un accès aux caves.

Des ouvertures au niveau des toits peuvent également être aménagées : des chiroptères qui leur permettront notamment d'accéder aux combles ou greniers.



Chiroptères de toitures (source Groupe mammalogique Breton)

- **Favoriser les gîtes au niveau des constructions :** aménagement d'un caisson au niveau de la toiture ou de la charpente (volume non utilisé), création de loge au niveau de la maçonnerie, utilisation de brique creuse…

Des gîtes préfabriqués adaptés aux espèces qui logent dans les bâtiments ou fissuricoles peuvent être envisagés, si l'intégration de gîtes dans le bâti ne peut pas être réalisée. Ces gîtes peuvent être encastrés ou posés en applique sur la façade d'un bâtiment.

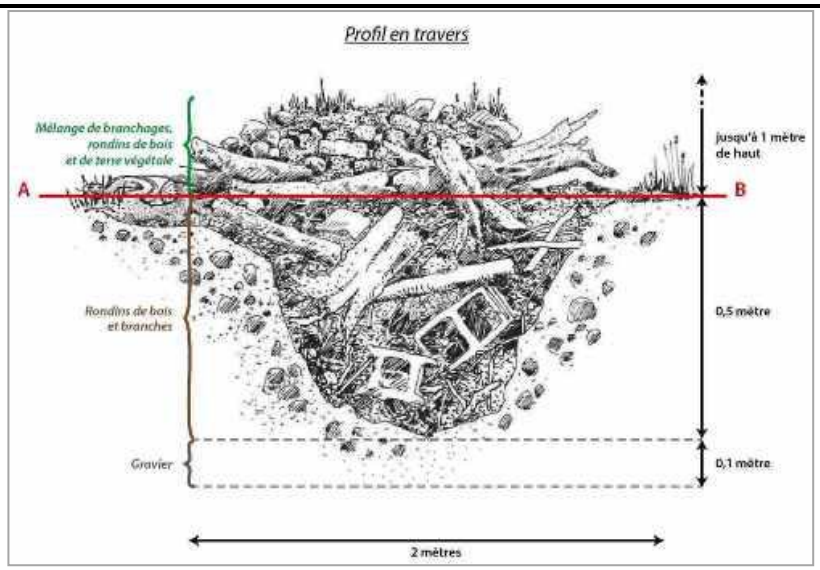


Gites favorables aux chiroptères fissuricoles et liés au bâti, posés en applique ou encastrés (source Schwegler)

Gestion :	Autres mesures de gestion à mettre en œuvre en parallèle ➢ Maintenir l'écologie des chiroptères sur le site pour faciliter leur présence (fourrés riches en insectes, pelouse, milieux humides) ; ➢ Favoriser l'installation d'arbres sénescents ; ➢ Limiter les opérations d'élagage, en améliorant les routes de vol des chauves -souris (haies arbustives, alignements d'arbres) ; ➢ Utiliser dans l'aménagement paysager des plantes mellifères importantes pour la présence d'insectes, ces derniers servant entre autres de source de nourriture pour les chiroptères ; ➢ Choisir des haies non mellifères cette fois pour tout alignement de végétaux quelconque en bordure de route ou de trafic routier important. **NB :** Les mesures de réduction MR1 et MR8 vont dans le sens de maintenir les conditions favorables au maintien des chauves-souris.
Suivi :	Un accompagnement et un suivi de cette mesure seront mis en place. Un mammologue-chiroptérologue (associatif ou professionnel) assurera le **contrôle de la pose.**
Planification :	Planification **avant les travaux** durant une période allant de **novembre à avril si possible**. Passé cette saison, la pose des grands nichoirs sur les grands arbres est encore envisageable dans l'optique de servir de gîte hivernal à certaines espèces arboricoles non citées ici : Barbastelle, Noctule commune et Grande Noctule, etc.
Sources	Ecotonia – LPO Source Ecotonia/ Veolia : Intégration écologique Station d'épuration de Cagnes sur Mer Nichoir Chauve-souris (http://www.nichoir.fr/gite-a-chauve-souris,fr,3,90.cfm) (https://www.valliance-nature-69.fr/chauve-souris) Groupe mammalogique breton _ Guide technique Accueillir des chauves-souris dans le bâti et les jardins

3.1.1.3 MCi4 : Création d'habitats favorables aux reptiles

MCi4 : Création *in situ* d'habitats favorables aux reptiles	
Espèces concernées :	**Les espèces présentes ou probablement présentes (retenues comme « potentielles ») citées dans la mesure de réduction MR3b, mais subissant des impacts résiduels ni 'très faibles' ni 'négligeables' :** • Psammodrome d'Edwards • Couleuvre de Montpellier **NB** : Des espèces d'enjeux au moins modéré sur site ayant bénéficié de mesures de réduction suffisantes pour ne subir d'impact résiduel que 'négligeables' a 'très faibles' pourront aussi bénéficier de la mesure : • Lézard des murailles • Lézard à deux raies • Tarente de Maurétanie • Orvet fragile (toujours potentiel) • Coronelle girondine (potentielle)
Objectifs :	Fixer sur place, dans le valat central, une fois aménagé, les espèces de reptiles à enjeu citées. Le but est de permettre d'offrir des gîtes et abris aux animaux afin de se prémunir : - des intempéries dont les effets pourraient avoir été accentués par l'arasement des terrains aux abords des parties aménagées, - des dérangements dans le cours de la vie du quartier (enfants, sportifs, chiens, chats, agents d'entretien des espaces, etc. - des perturbations liées aux travaux de débroussaillement (OLD)
Protocole :	**MCi4 a : Création d'hibernaculums** *L'hibernaculum* est un **abri artificiel** utilisé par les reptiles en période d'hivernage ainsi que le reste de l'année en tant qu'abri régulier. Ce lieu permet aux reptiles d'être à l'abri du gel, d'avoir une placette de thermorégulation et d'avoir une ressource en nourriture (insectes, rongeurs, etc.). L'hibernaculum est constitué d'un **empilement de matériaux de réemploi**, grossiers et inertes (branchages, souches, gravats, pierres, etc.). Les cavités et les interstices servent alors de gîte pour la faune. Des végétaux, du géotextile et de la terre recouvrent le tout pour empêcher le détrempage du cœur de l'hibernaculum et son effondrement.



Exemple d'un hibernaculum à reptiles (AdT bureau d'étude)



Photographies d'un hibernaculum à reptiles (Ecotonia_H.Maigre)

MCi4 b) Mise en place de pierriers

Les pierres utilisées seront issues de la zone d'extraction des matériaux. **Un pierrier doit faire entre 50 et 120 cm de hauteur et de 100 à 300 cm de longueur.**

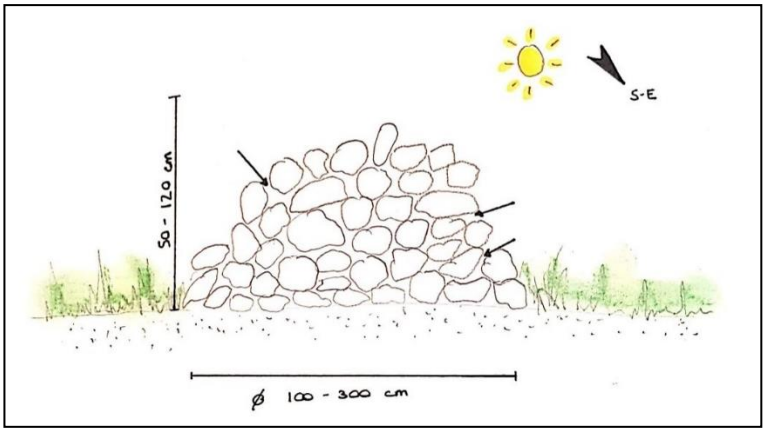


Schéma d'un pierrier à reptiles (Ecotonia_H.Maigre)



Photographie d'un pierrier à reptiles (Ecotonia_H.Maigre)

La mise en place des hibernaculums et des pierriers en lisière des milieux ouverts et des haies renforcera la fonctionnalité de ces milieux.

Localisation : Les zones choisies sont situées au sein des espaces verts prévus dans le projet d'aménagement paysager. Les pierriers sont disposés à l'intérieur de la partie inaccessible au public au sein du valat central. Les hibernaculums sont quant à eux disposés dans le même espace, mais aussi au niveau des haies. La détermination des implantations précises relèvera d'une assistance confiée à un écologue de chez Écotonia (Cf. infra).

Nombre d'installations à prévoir : Trois *hibernaculums* et **trois *pierriers*** seront installés.

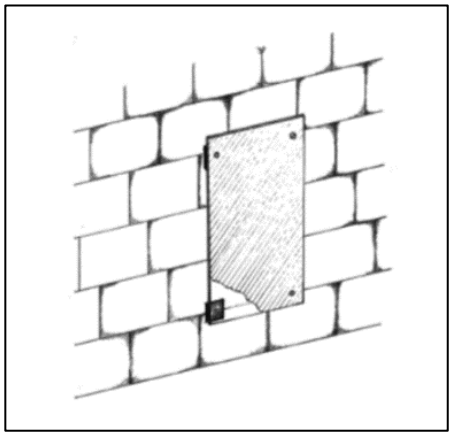


Figure 26 : Illustration d'une plaque refuge pouvant être mise en pied de bâtiment

MCi4 c) Mise en place de plaques refuges

Des « plaques refuges » pourront être installées sur les murs des bâtiments, pour augmenter le nombre d'abris sur site et favoriser les refuges à thermorégulation pour les reptiles. Les plaques d'ardoise pourront être directement vissées en bas des bâtiments, à quelques centimètres du mur afin de permettre aux individus de s'y faufiler pour d'une part éviter la prédation et d'autre part effectuer leur thermorégulation. Ces plaques devront être fixées à proximité d'une zone pouvant constituer un abri (près des buissons, des pierriers) et exposés sud afin de profiter d'un ensoleillement important.

Précaution et suivi :

Les différents types d'habitats supervisés par une équipe d'écologues d'Ecotonia.

Les matériaux utilisés proviendront du site (souches, pierres, etc.) et seront mis en place en amont des travaux. Aucun déchet de chantier manufacturé (parpaings, planches…) ne sera utilisé. Aucun liant (ciment, asphalte, béton, chaux…) ne sera employé.

	Un herpétologue (associatif ou professionnel) s'assurera de l'adaptation du montage et des constructions aux fins recherchées : les installations devront offrir les orifices et ouvertures suffisantes, mais juste nécessaires, les agencements et constructions devront être suffisamment solides et bien situés, etc.
Gestion :	Aucune gestion particulière à prévoir dans le temps.
Sources :	CAUE de l'Isère & LPO Isère - Fiche 26 : Aménagements pour les reptiles et les amphibiens - Guide technique Biodiversité & paysage urbain - 2016

3.1.2 Compensation *ex-situ*

3.1.2.1 MCe1 : Aménagement et gestion de parcelles compensatoires en faveur de la biodiversité

Il est proposé dans la mesure suivante de mutualiser la compensation des habitats de la faune impactés par le projet d'aménagement. En effet, sur le site initial, plusieurs espèces de groupes taxonomiques différents sont susceptibles de fréquenter/être présentes dans des habitats identiques en même temps. Ici, les espèces à faible enjeu ou celles à enjeu très faible ou négligeable ne sont prises que dans une moindre mesure.

<table>
<tr><td colspan="2">MCe1 : Aménagement et gestion de parcelles compensatoires en faveur de la biodiversité</td><td>Ecotonia</td></tr>
<tr><td><u>Espèces concernées</u> :</td><td>Flore :
Tulipe d'Agen
Gagée des champs
Reptiles :
Psammodrome d'Edwards
Couleuvre de Montpellier</td><td>Oiseaux :
Chardonneret élégant
Verdier d'Europe
Serin cini
Cisticole des joncs
Fauvette mélanocéphale
Tarier pâtre</td></tr>
<tr><td><u>Objectifs</u> :</td><td colspan="2">La création et la gestion de parcelles compensatoires a pour objectif de contrebalancer la perte d'habitats de vie et de reproduction d'espèces protégées.

Dans le cadre de la compensation, un achat de parcelles présentant un potentiel en termes de biodiversité a préalablement été réalisé par la SEMEPA (Société d'Économie Mixte d'Équipement du Pays d'Aix), dans le cadre de mesures compensatoires.

Les aménagements et la gestion proposés par le porteur de projet sur cette parcelle vont également profiter à de nombreuses autres espèces, telles que :

<u>Les reptiles :</u>
Lézard à deux raies
Orvet fragile (toujours potentielle)
Coronelle girondine
<u>Les oiseaux</u> :
Faucon crécerelle
Pipit farlouse
Linotte mélodieuse
Hirondelle rustique
Pic épeichette
Tourterelle des bois
Bruant des roseaux
Chevêche d'Athéna
Corneille noire
Rollier d'Europe
<u>Les chauves-souris :</u>
La Noctule de Leisler (Nyctalus leisleirii),
La Pipistrelle pygmée (Pipistrellus pygmaea),</td></tr>
</table>

- L'Oreillard gris *(Plecautus austriacus)*,
- La Pipistrelle de Nathusius *(Pipistrellus nathusii)*,
- La Pipistrelle commune *(Pipistrellus pipistrellus)*,
- La Pipistrelle de Kuhl *(Pipistrellus khulii)*,
- Le Vespère de Savi *(Hypsugo savii)*
- Quelques espèces ne subissant pas d'impact résiduel pourront profiter des mesures édictées : Le Molosse de Cestoni *(Tadarida teniotis*), divers murins, Oreillards *(Plecotus sp.*), etc.

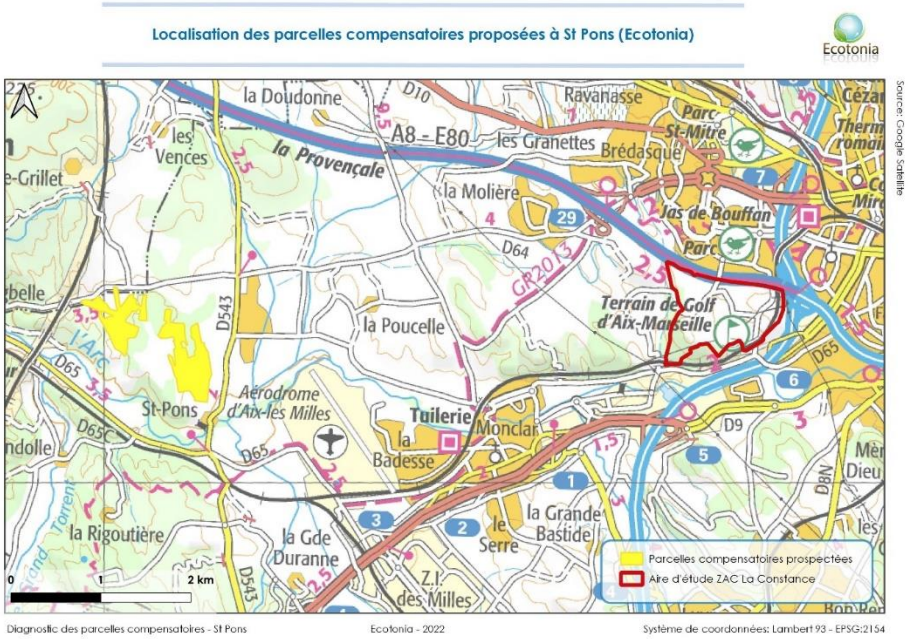
Le tableau suivant synthétise les surfaces impactées à compenser. Ne sont retenues ici que les espèces à enjeu résiduel au moins modéré et concernant la perte des seuls espaces de nidification/reproduction non compris leurs éventuelles aires d'alimentation.

	Surface impactée	Ratio de compensation	Surface à compenser
Habitats de vie/repos et/ou reproduction d'espèces protégées			
Flore			
Tulipe d'Agen	4,2 ha	1,3	5,5 ha
Tulipe sylvestre	2,7 ha	1,3	3,5 ha
Gagée des champs	0,4 ha	1,3	0,52 ha
Oiseaux			
Tarier pâtre	2	1,5	2,9
Verdier d'Europe	3,6	1,5	5,3
Chardonneret élégant / Serin cini	9,5	1,5	13,9
Fauvette mélanocéphale	10,3	1,2	12,4
Cisticole des joncs	5,5	1,3	7,3
Reptiles			
Psammodrome d'Edwards/Couleuvre de Montpellier	6 ha	1,3	**7,8 ha**

Les surfaces à compenser pour les reptiles et les oiseaux ont été mutualisées (étant donné la fréquentation commune de certains habitats naturels impactés). Il en est de même pour les deux espèces de tulipes qui se développent dans le même milieu. Ainsi, la surface à compenser pour la faune est de 13,9 ha et un total de 6 ha pour la flore (5,5 ha favorables aux deux tulipes et 0,5 ha favorable à la gagée).

Désignation du site de compensation :

Les parcelles compensatoires du projet de ZAC La Constance, proposées à la prospection par la SPLA Pays d'Aix Territoires sont situées dans le secteur de Saint-Pons, sur la commune d'Aix-en-Provence, dans le département des Bouches-du-Rhône (13). Le contexte dans lequel s'inscrivent ces parcelles est majoritairement agricole. Elles présentent quelques secteurs de landes ou garrigues.



Localisation des parcelles compensatoires proposées par rapport au site du projet d'aménagement

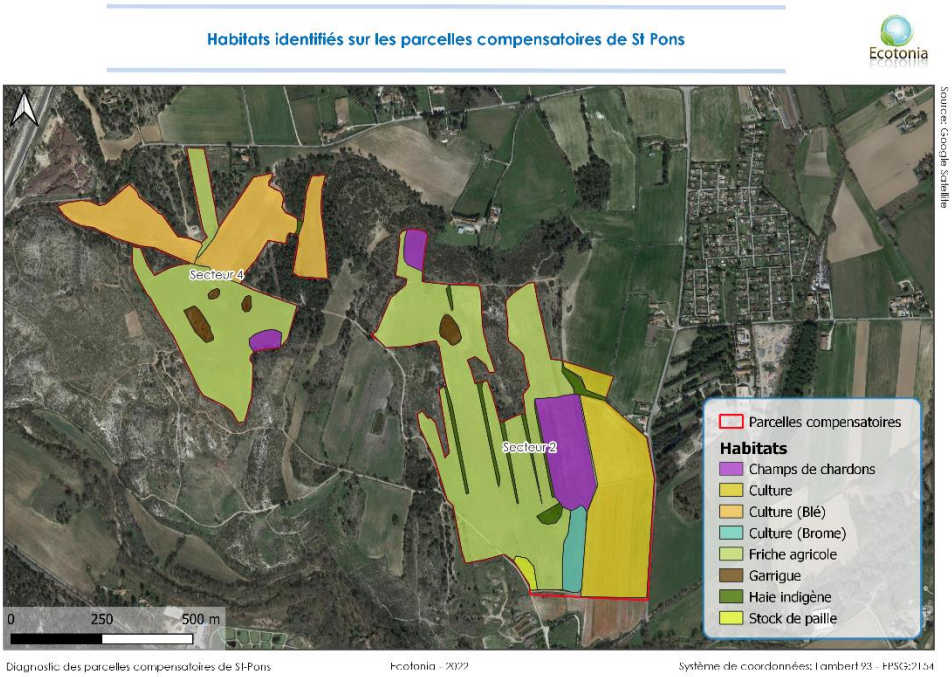


Aire d'étude des parcelles compensatoires prospectées (Secteurs 2 & 4)

Une partie de l'aire d'étude (secteur 4) se situe à proximité immédiate d'un réservoir de biodiversité identifié dans la trame verte et bleue du Pays d'Aix, délimité pour préciser localement le périmètre de réservoir de biodiversité « ouvert et boisé » repéré dans le Schéma Régional de Cohérences Écologiques. Les terrains se situent adossés au plateau de l'Arbois spécialement désigné dans la préservation de l'Aigle de Bonneli ou du Lézard ocellé.

Au total, environ 49 ha ont été cartographiés, en deux secteurs de 20 et 29 ha et se composent de **5 typologies d'habitats différents** : cultures, haies, friche agricole et garrigue.

Ces habitats sont de valeur faible à négligeable et sont donc susceptibles de bénéficier d'amélioration par un programme de compensation compatible avec les obligations pesant sur le site de la Constance.



Cartographie des habitats présents sur la parcelle compensatoire de St Pons

La flore n'est constituée que de taxons d'enjeu négligeable. La faune y est plus riche. Deux reptiles à enjeu modéré ont été observés, mais le site revête un enjeu très fort par le potentiel qu'il offre pour le Lézard ocellé (*Timon lepidus*). Il est à noter cependant que parmi les espèces d'intérêt, les deux amphibiens présents dépendant pour partie d'une situation non pérenne (fuite d'eau d'une canalisation). Le Crapaud calamite (*Epydalea calamita*) d'enjeu modéré est davantage assuré quant à sa pérennité. Enfin, 43 espèces d'oiseaux ont été répertoriées dont une à enjeu très fort (Fauvette pitchou – *Sylvia undata*), trois à enjeu fort, six à enjeu faible.

Les enjeux sur le site sont moindres pour certaines espèces n'utilisant les lieux que pour la chasse. Dans ce cas, elles varient peu de leurs enjeux régionaux.

Valeur d'accueil du site :

- Concernant la flore, on retient que les deux secteurs pressentis pour la compensation ne revêtent pas de caractère remarquable. Les sols et substrats résultent pour beaucoup de déprises agricoles plus ou moins récentes. Le Recensement Parcellaire Graphique (RPG) indique qu'ils sont principalement caractérisés, en 2022, par des parcelles en friche agricole.

⇨ La mise en œuvre d'un programme de compensation écologique sur tout ou partie de ces parcelles permettrait de générer une plus-value écologique réelle en conditionnant les pratiques agricoles à la sensibilité des espèces ciblées par le programme de compensation. Cette contrainte serait alors à formaliser dans le cadre d'un contrat de type Bail rural environnemental ou autre.

Des mesures d'accompagnement ont été mise en place et les secteurs favorable à l'accueil de la flore protégée sont localisées sur la carte ci-dessous :

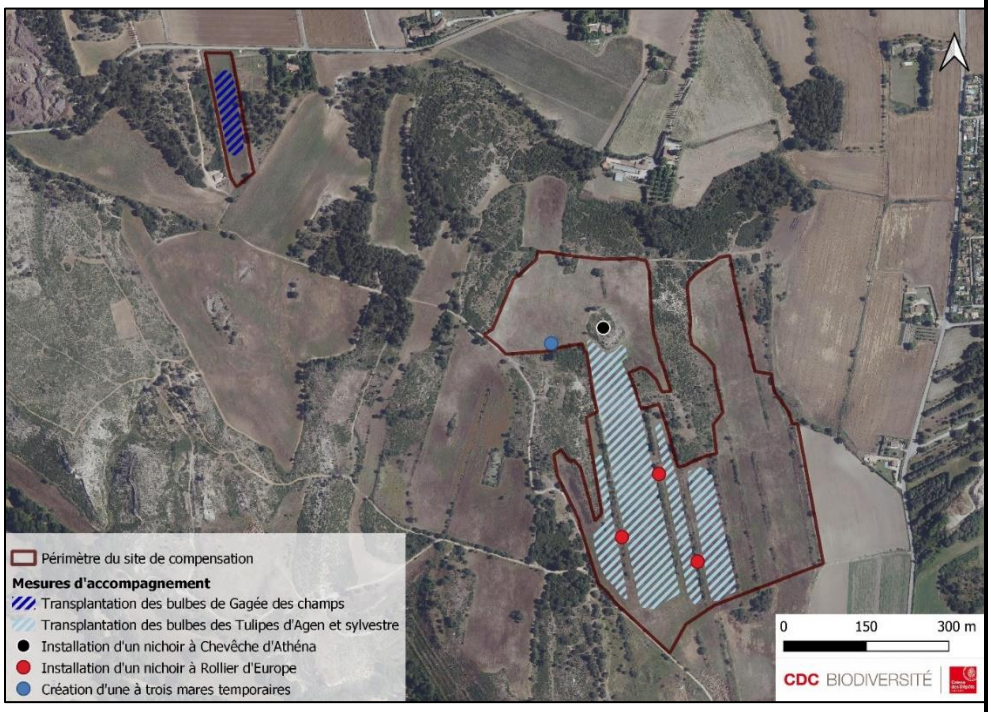


Figure 27 - Milieux favorables pour la transplantation des bulbes de Gagée des champs et des Tulipes d'Agen et sylvestre(Source : CDC Biodiversité)

- Concernant l'avifaune, aucune espèce d'enjeu modéré à fort ou très fort n'est seulement hivernant à la Constance.

Les terres du site d'accueil qui sont favorables à certaines espèces secondaires tels le **Bruant des roseaux** ou le **Pipit farlouse** plutôt hivernantes, le seront **aussi pour les espèces à enjeu 'modéré' ou 'fort', nicheuses,** qui affectionnent les mêmes milieux ouverts à semi-ouverts, les friches et les cultures avec leurs franges en jachère et bandes rudérales. C'est le cas :

- du Chardonneret élégant,
- *du Faucon crécerelle,*
- *de la Corneille noire,*
- *de la Chevêche d'Athéna,*
- *du Serin cini,*
- *du Verdier d'Europe,*
- *du Rollier d'Europe,*
- *de la Tourterelle des bois*
- *du Tarier pâtre*

Ces espaces permettront leur installation et leur reproduction.

Les friches et garrigues plus naturelles profiteront à des espèces de mêmes niveaux d'enjeu, mais moins accommodants : **Fauvette mélanocéphale et Cisticole des joncs.**

Les boqueteaux et boisements épars sur le site d'accueil sont favorables au développement de toutes les espèces à enjeu fort ou modéré forestières ou inféodées aux bois et parcs arborés nécessitant une compensation :

- Pic épeichette,

Mais aussi, parmi les espèces assez ubiquistes citées ci-dessus, certaines qui ont une préférence pour l'alternance de milieux semi-ouverts, lisières et petits bois :

- Tourterelle des bois,
- Rollier d'Europe,
- Corneille noire,
- Chevêche d'Athéna,

On constate que les milieux offerts par le site de Pons couvrent largement les préférendums d'habitats des espèces à enjeu de la Constance nécessitant une compensation.

- Concernant les autres grands groupes taxonomiques, les milieux présents sont en tous points adaptés aux espèces patrimoniales d'enjeux modéré à fort devant faire l'objet d'une compensation. C'est surtout le cas des reptiles.

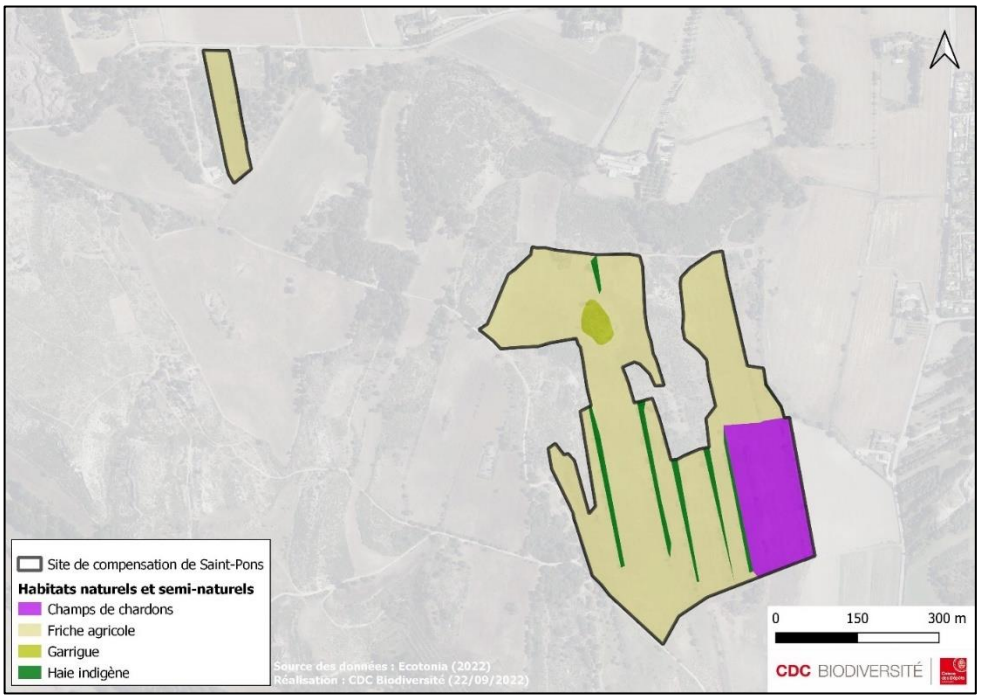
  NB : il n'a pas été procédé à prospection entomologique dans la mesure où les deux espèces à enjeu fort à la Constance ne verront pas leurs milieux de vie atteints : les arbres sénescents et boisements seront tous conservés.

- Seule la grande famille des amphibiens ne bénéficie pas à ce jour de conditions suffisamment favorables à une véritable compensation.

Certains milieux sélectionnés comme étant plus favorables à l'accueil des espèces précitées et sont présentés ci-dessous :



Présentation des milieux favorables sur les secteurs 2 &4 (Source : CDC Biodiversité)



Présentation des habitats présents sélectionnés pour la compensation sur les secteurs 2 &4 (Source : CDC Biodiversité)

Amélioration des parcelles d'accueil :

- Le site d'accueil en l'état présente quelques faiblesses pour l'accueil des oiseaux ruraux attachés aux milieux semi-ouverts affectionnant les arbres champêtres, les bocages, boisements linéaires et fourrés :

- les haies sont à certains égards trop étroites et mériteraient un renforcement les orientant vers une structure multi-strates,

- les bois et formations arborées et arbustives manqueront longtemps des cavités et abris recherchés par ces espèces.

- Par ailleurs, les amphibiens que l'on cherche à conforter sur le site d'accueil (Crapaud épineux, Grenouille rieuse et Rainette méridionale) ne bénéficient pas de biotopes assez attractifs et pérennes.

- Enfin, les reptiles dont on souhaite favoriser le développement sur le site de compensation (Psammodrome d'Edwards, Couleuvre de Montpellier, Lézard à deux raies et par précaution l'Orvet fragile), trouveront sur place un milieu très favorable sans pour autant qu'une « valeur ajoutée » ne permette de garantir des gains pour ces espèces par rapport au seul état initial.

Correctifs prévus sur les parcelles d'accueil :

Plusieurs améliorations sont envisagées sans qu'il ne soit prévu de travaux très lourds ni destructifs :

- Maintien ou mise en place de gîtes (pierriers et hibernaculums) pour les reptiles (favorables aux espèces telles que Psammodrome d'Edwards, la Couleuvre de Montpellier et le Lézard à deux raies).
- Recréation d'habitats favorables in situ pour quatre espèces d'amphibiens (aménagement de mare et création de noues).
- Maintien de surfaces importantes en milieux ouverts (prairies et cultures).
- Plantation d'arbres avec vieillissement prolongé en périphérie de zone ouverte et maintien des arbres à propriété chiroptériques
- Épaississement des haies par la plantation d'arbres de la même essence.

Planification :

Étapes de la compensation	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
	Sur le site compensatoire											
État initial du site compensatoire												
	Sur le site initial											
Élaboration des conventions de gestion												
Nettoyage du site												
Débroussaillage/fauche et/ou tonte des zones d'accueil de la flore et autres milieux ouverts (dont gestion espèces envahissantes)												
Débroussaillage alvéolaire de la garrigue												
Décompactions de la terre des zones d'accueil de la flore												
Mélange de la terre avec terres de surface contenant les bulbes							ou (selon période de transplantation)					

Semis sur secteur à tulipes n°8					ou							
Élaboration des plans de gestion des différents secteurs												
	Démarrage des travaux											
Tonte des secteurs à gagées												
Fauche des secteurs à tulipes												
Suivi flore												
Suivi habitats naturels												
Suivi oiseaux												
Suivi reptiles												
Mesures correctives éventuelles – réévaluation des plans de gestion												
	Année N+1 (pendant travaux) à N+10											
Labour du secteur à tulipes (tous les 2-3 ans)												
Tonte des secteurs à gagées (annuel)												
Fauche des secteurs à tulipes (annuel)												
Fauche/débroussaillage des milieux ouverts (tous les 1-2 ans)												
Débroussaillage alvéolaire de la garrigue (tous les 2-3 ans)												
Suivi flore (annuel)												
Suivi habitats naturels (annuel)												
Suivi oiseaux (annuel)												
Suivi reptiles (annuel)												
Mesures correctives éventuelles – réévaluation des plans de gestion												
	Année N+11 à N+30											
Labour du secteur à tulipes (tous les 2-3 ans)												
Tonte des secteurs à gagées (annuel)												
Fauche des secteurs à tulipes (annuel)												
Fauche/débroussaillage des milieux ouverts (tous les 1-2 ans)												
Débroussaillage alvéolaire de la garrigue (tous les 2-3 ans)												

Le **maître d'ouvrage s'engage** à la mise en place de cette mesure telle que décrite et à la planification annoncée.

Sources :

Cambecèdes, J., Largier, G., Lombard, A. – (2012). Plan national d'actions en faveur des plantes messicoles. Conservatoire botanique national des Pyrénées et de Midi-Pyrénées – Fédération des Conservatoires botaniques nationaux – Ministère de l'Ecologie, du Développement durable et de l'Energie. 242p.

Huc, S. – (2015). Plan d'action régional de la flore messicole de Provence-Alpes-Côte d'Azur (2015-2017). Conservatoire Botanique National Alpin.

Pointereau, P., Coulon, F. André, J. – (2010). Analyse des pratiques agricoles favorables aux plantes messicoles en Midi-Pyrénées. Conservatoire Botanique des Pyrénées et de Midi-Pyrénées. Solagro.

L'ensemble des cartographies qui suivent sont réalisées sur la base des données RPG disponible sur Géoportail (©IGN, CRIGE-PACA)

3.2 Mesures d'accompagnement

Les mesures d'accompagnement conseillées et proposées pour la réalisation de ce dossier sont les suivantes :

3.2.1 Mesures d'accompagnement liées à la compensation

3.2.1.1 MA1 : Transplantation de la Tulipe d'Agen

MA1 : Transplantation de la Tulipe d'Agen	
Espèces concernées :	• Tulipe d'Agen (*Tulipa agenensis*)
Objectifs :	Une population de tulipes d'Agen est impactée par le projet de la ZAC de la Constance. Une transplantation est prévue pour sauvegarder ces individus et implanter une population viable sur une parcelle compensatoire.
Protocole :	Le CBN a été consulté pour ce protocole. Au préalable, une demande pour l'enlèvement de spécimens d'espèces végétales protégées sera réalisée (**CERFA n° 13 617*01**). Le protocole présenté tient compte des retours d'expériences afin d'optimiser les chances de succès. Les retours sont très positifs sur la transplantation de cette espèce. **1 – IDENTIFICATION DE L'ESPÈCE** Des repérages et piquetages ont été effectués depuis 2018. Au printemps 2021, des prospections supplémentaires permettront d'identifier de nouvelles tulipes. Les tulipes à déplacer sont identifiées par un piquet orange. **2 – PÉRIODE DE TRANSPLANTATION** La translocation peut se faire **dès le mois de mai jusqu'à l'automne.** Il faudra éviter de transplanter pendant une période de forte chaleur pour éviter de mettre les bulbes en stress hydrique. Les périodes choisies seront donc de préférence en mai si le temps est encore doux ou en octobre après les premières pluies, pour que la terre soit facile à travailler, mais avant qu'il fasse trop froid. Ces périodes sont choisies, car la plante est en **période de repos**. Les marquages réalisés depuis 2018 permettront de repérer les emplacements des tulipes qui ont déjà fleuri. **3 – PRÉPARATION DU TERRAIN** Le terrain sera débroussaillé avant la récupération des bulbes pour permettre d'y accéder facilement. **4 – PRÉLÈVEMENT DES BULBES** **Les bulbes sont déterrés manuellement**, à l'aide d'une fourche et d'une pelle. La terre est d'abord humidifiée si besoin puis un trou est réalisé à l'endroit où se trouve le bulbe. Les bulbes sont enterrés entre 10 et 40 cm de profondeur. Afin de récupérer aussi les petits bulbes qui n'ont encore jamais fait de fleur et qui n'ont donc pas été marqués, la recherche sera élargie autour du bulbe marqué.

	Les bulbes pourront ensuite être **stockés au frais, dans un endroit sec et bien ventilé** jusqu'à la réimplantation, qui devra avoir lieu dans les jours qui suivent le prélèvement. **5 – PRÉLÈVEMENT DES TERRES DE SURFACES** Après l'extraction manuelle des bulbes, **les terres de surface seront prélevées à la pelle mécanique**. Cette opération permettra de récupérer les bulbes les plus petits et apportera une terre favorable aux tulipes sur le site d'accueil. **6 – ÉTALEMENT DES TERRES DE SURFACES** Les terres récupérées seront amenées jusqu'au site d'accueil et seront étalées sur la zone réceptrice des bulbes qui aura été griffée au préalable. Un arrosage léger sera ensuite réalisé. **7 – TRANSPLANTATION DES BULBES** Les trous de réimplantation sont effectués avec une **tarière manuelle**. Un peu de terre est déposée au fond du trou pour que le bulbe ne soit pas en contact direct avec de la terre tassée. Un bulbe par trou est déposé verticalement. Le trou devra faire entre 20 et 25 cm, et la mesure du trou sera relevée pour chaque bulbe. Les bulbes seront espacés d'au moins 30 cm. De cette façon, les plantes seront suffisamment espacées pour leur permettre de s'étendre par multiplication végétative. **Les bulbes seront placés à proximité de haies** pour reprendre des conditions similaires à la répartition actuelle de cette population. **8 – FINITION ET SUIVI** Un panneau pour sensibiliser le public à la présence d'une espèce protégée sera apposé. La gestion de la parcelle est confiée à un agriculteur. Un suivi permettant de voir la reprise des tulipes sera mis en place. La parcelle ne sera pas accessible au public afin d'éviter la cueillette, risque fréquent pour cette espèce.
Planification :	La transplantation devra être réalisée **avant que les travaux n'impactent la zone** où sont présentes les tulipes actuellement. La transplantation pourra être réalisée en **mai/juin ou à l'automne**. **Mars/avril** (année n+1) : début du suivi.
Précautions particulières :	- Éviter de transplanter les jours de forte chaleur - Garder les bulbes dans un endroit sec et frais jusqu'à réimplantation
Suivi :	**Un suivi devra être réalisé sur un minimum de 10 ans** comme suit : N+1, N+2, N+3, N+5, N+7, N+10. La durée du suivi pourra être réévaluée et prolongée si besoin par l'autorité environnementale. À l'issue des trois premières années de suivi, un calendrier de suivi bisannuel sera proposé. Toutefois, celui-ci pourra également être révisé après le suivi N+3. Pour la Tulipe d'Agen il s'agira de suivre l'état de floraison des spécimens transplantés (étant donné que les bulbes seront plantés à distance régulière et donc géolocalisés, il sera possible de savoir où se trouve chaque individu), comptabiliser le nombre d'individus en fleurs et à l'état végétatif. Différentes zones témoins seront définies dans le cadre du suivi de deux espèces : zones sans gestion/zones avec gestion, afin de vérifier si l'évolution constatée est due aux actions mises en œuvre ou non et proposer des mesures correctives le cas échéant.

	Deux passages seront réalisés au cours de chaque année de suivi : un fin mars et un en avril, correspondant à l'écologie de l'espèce. **Un compte rendu détaillé sera rédigé pour chaque année de suivi** et sera transmis à la DREAL et au CBN pour retour d'expérience. Au bout de 10 ans, un dossier complet sera rédigé.
Source :	Castagne, H. et Blanchard, F. – (2006). Bilan de la transplantation conservatoire de *Tulipa agenensis* et d'*Anemone coronaria* sur la commune de Saint-Quentin-de-Baron (Gironde, Entre-Deux-Mers). Commue de Saint-Quentin-de-Baron. Dégeilh, M. – (2019). Sauvegarde de stations de Tulipe agenaise (*Tulipa agenensis*). Restauration *in situ* et transplantation en domaine viticole. Rapport annuel 2019. SEPANLOG. Cambecèdes, J., Largier, G., Lombard, A. – (2012). Plan national d'actions en faveur des plantes messicoles. Conservatoire botanique national des Pyrénées et de Midi-Pyrénées – Fédération des Conservatoires botaniques nationaux – Ministère de l'Ecologie, du Développement durable et de l'Energie. 242p.

3.2.1.1 MA2 : Transplantation de la Tulipe sylvestre

MA2 : Transplantation de la Tulipe sylvestre	
Espèces concernées :	• Tulipe sylvestre (*Tulipa sylvestris ssp. Sylvestris*)
Objectifs :	Une population de tulipes sylvestres est impactée par le projet de la ZAC de la Constance. Une transplantation est prévue pour sauvegarder ces individus et implanter une population viable sur une parcelle compensatoire.
Protocole :	Le CBN a été consulté pour ce protocole. Au préalable, une demande pour l'enlèvement de spécimens d'espèces végétales protégées sera réalisée (**CERFA n° 13 617*01**). Le protocole présenté tient compte des retours d'expériences afin d'optimiser les chances de succès. Les retours sont très positifs sur la transplantation de cette espèce. **1 – IDENTIFICATION DE L'ESPÈCE** Initialement identifiée comme *Tulipa sylvestris subsp. australis*, espèce non règlementée, les inventaires complémentaires ciblés réalisés en 2022 ont permis de la discriminer comme la sous-espèce *sylvestris*. Lors des inventaires de 2022, des piquetages ont permis de comptabiliser **101 pieds** au sein d'une friche en bordure de route. **2 – PÉRIODE DE TRANSPLANTATION** La translocation peut se faire **dès le mois de mai jusqu'à l'automne.** Il faudra éviter de transplanter pendant une période de forte chaleur pour éviter de mettre les bulbes en stress hydrique. Les périodes choisies seront donc de préférence en mai si le temps est encore doux ou en octobre après les premières pluies, pour que la terre soit facile à travailler, mais avant qu'il fasse trop froid. Ces périodes sont choisies, car la plante est en **période de repos**. Les marquages réalisés en 2022 permettront de repérer les emplacements des tulipes qui ont déjà fleuri. **3 – PRÉPARATION DU TERRAIN** Le terrain sera débroussaillé avant la récupération des bulbes pour permettre d'y accéder facilement. **4 – PRÉLÈVEMENT DES BULBES** **Les bulbes sont déterrés manuellement**, à l'aide d'une fourche et d'une pelle. La terre est d'abord humidifiée si besoin puis un trou est réalisé à l'endroit où se trouve le bulbe. Les bulbes sont enterrés entre 10 et 40 cm de profondeur. Afin de récupérer aussi les petits bulbes qui n'ont encore jamais fait de fleur et qui n'ont donc pas été marqués, la recherche sera élargie autour du bulbe marqué. Les bulbes pourront ensuite être **stockés au frais, dans un endroit sec et bien ventilé** jusqu'à la réimplantation, qui devra avoir lieu dans les jours qui suivent le prélèvement. **5 – PRÉLÈVEMENT DES TERRES DE SURFACES**

	Après l'extraction manuelle des bulbes, **les terres de surface seront prélevées à la pelle mécanique**. Cette opération permettra de récupérer les bulbes les plus petits et apportera une terre favorable aux tulipes sur le site d'accueil. **6 – ÉTALEMENT DES TERRES DE SURFACES** Les terres récupérées seront amenées jusqu'au site d'accueil et seront étalées sur la zone réceptrice des bulbes qui aura été griffée au préalable. Un arrosage léger sera ensuite réalisé. **7 – TRANSPLANTATION DES BULBES** Les trous de réimplantation sont effectués avec une **tarière manuelle**. Un peu de terre est déposée au fond du trou pour que le bulbe ne soit pas en contact direct avec de la terre tassée. Un bulbe par trou est déposé verticalement. Le trou devra faire entre 20 et 25 cm, et la mesure du trou sera relevée pour chaque bulbe. Les bulbes seront espacés d'au moins 30 cm. De cette façon, les plantes seront suffisamment espacées pour leur permettre de s'étendre par multiplication végétative. **Les bulbes seront placés à proximité de haies** pour reprendre des conditions similaires à la répartition actuelle de cette population. **8 – FINITION ET SUIVI** Un panneau pour sensibiliser le public à la présence d'une espèce protégée sera apposé. La gestion de la parcelle est confiée à un agriculteur. Un suivi permettant de voir la reprise des tulipes sera mis en place. La parcelle ne sera pas accessible au public afin d'éviter la cueillette, risque fréquent pour cette espèce.
Planification :	La transplantation devra être réalisée **avant que les travaux n'impactent la zone** où sont présentes les tulipes actuellement. La transplantation pourra être réalisée en **mai/juin ou à l'automne**. **Mars/avril** (année n+1) : début du suivi.
Précautions particulières :	- Éviter de transplanter les jours de forte chaleur - Garder les bulbes dans un endroit sec et frais jusqu'à réimplantation
Suivi :	**Un suivi devra être réalisé sur un minimum de 10 ans** comme suit : N+1, N+2, N+3, N+5, N+7, N+10. La durée du suivi pourra être réévaluée et prolongée si besoin par l'autorité environnementale. À l'issue des trois premières années de suivi, un calendrier de suivi bisannuel sera proposé. Toutefois, celui-ci pourra également être révisé après le suivi N+3. Pour la Tulipe sylvestre il s'agira de suivre l'état de floraison des spécimens transplantés (étant donné que les bulbes seront plantés à distance régulière et donc géolocalisés, il sera possible de savoir où se trouve chaque individu), comptabiliser le nombre d'individus en fleurs et à l'état végétatif. Différentes zones témoins seront définies dans le cadre du suivi de deux espèces : zones sans gestion/zones avec gestion, afin de vérifier si l'évolution constatée est due aux actions mises en œuvre ou non et proposer des mesures correctives le cas échéant. **Deux passages seront réalisés au cours de chaque année de suivi : un fin mars et un en avril, correspondant à l'écologie de l'espèce.**

	Un compte rendu détaillé sera rédigé pour chaque année de suivi et sera transmis à la DREAL et au CBN pour retour d'expérience. Au bout de 10 ans, un dossier complet sera rédigé.
Source :	Cambecèdes, J., Largier, G., Lombard, A. – (2012). Plan national d'actions en faveur des plantes messicoles. Conservatoire botanique national des Pyrénées et de Midi-Pyrénées – Fédération des Conservatoires botaniques nationaux – Ministère de l'Ecologie, du Développement durable et de l'Energie. 242p.

3.2.1.2 MA3 : Transplantation de la Gagée des champs

MA3 : Transplantation de la Gagée des champs	
Espèces concernées :	• Gagée des champs (*Gagea villosa*)
Objectifs :	Une population de gagées est impactée par le projet de ZAC. Une transplantation est prévue pour sauvegarder ces individus vers une parcelle compensatoire.
Protocoles :	Le Conservatoire Botanique National a été consulté pour ce protocole. Au préalable, **une demande pour l'enlèvement de spécimens d'espèces végétales protégées sera réalisée** (**CERFA n° 13 617*01**). **1 – IDENTIFICATION DE L'ESPÈCE** Des repérages et piquetages ont été effectués depuis 2018. De 2019 à 2022, des prospections supplémentaires ont permis d'identifier de nouvelles gagées. Les gagées à déplacer sont identifiées par un piquet orange. **2 – PÉRIODE DE TRANSPLANTATION** La période de transplantation peut se faire pendant la période de dormance du bulbe et en dehors des périodes de fortes chaleurs et de gel. Les périodes favorables sont donc au **printemps vers mai/juin et en automne**. **3 – PRÉPARATION DU TERRAIN** Le terrain sera débroussaillé avant la récupération des bulbes pour permettre d'y accéder facilement. **4 – PRÉLÈVEMENT DES BULBES** **Les bulbilles de la Gagée des champs sont de très petite taille**. Il est donc difficile de les récupérer individuellement sans les abimer, et surtout de toutes les retrouver. **L'extraction se fera donc de manière mécanique**. Une pelleteuse permettra de récupérer les **individus soit à la pelle mécanique soit par plaque**. Les 2 protocoles seront testés en fonction du terrain. Il faudra au moins 20 cm d'épaisseur. Les plaques de sol ou mottes de terre, selon la technique utilisée, seront ensuite transportées par camion jusqu'au site d'accueil.



Exemple de déplacement par plaque (*Aristoloches*, *Naturalia*)





Exemple de déplacement par plaque (prairie à scabieuse, *Ecolor*)

5 – TRANSPLANTATION DES BULBES

Le site d'accueil sera creusé au préalable pour accueillir les mottes ou les plaques contenant les individus transplantés. **Un décaissement de 20 cm** sur une surface suffisante permettra d'accueillir toutes les plaques/mottes. La parcelle d'accueil sera la même que pour les tulipes, en bordure de champ.

Les plaques/mottes seront déposées les unes à côté des autres à l'aide de la pelleteuse, puis elles seront géolocalisées. Le transfert jusqu'au site d'accueil se fera le même jour que l'extraction, au plus vite pour éviter que la terre ne se dessèche.

6 – FINITION ET SUIVI

Un panneau pour sensibiliser le public à la présence d'une espèce protégée sera apposé. La gestion de la parcelle est confiée à un agriculteur. **Un suivi permettant de voir la reprise des gagées sera mis en place.**

Planification :

La transplantation devra être réalisée **avant que les travaux n'impactent la zone** où sont présentes les gagées actuellement.

La transplantation pourra être réalisée au **printemps ou à l'automne**.

Mars (année n+1) : début du suivi.

Précautions particulières :	- Éviter de transplanter les jours de forte chaleur - Arroser avant extraction si la terre ne se tient pas bien
Suivi :	**Un suivi devra être réalisé sur un minimum de 10 ans** comme suit : N+1, N+2, N+3, N+5, N+7, N+10. La durée du suivi pourra être réévaluée et prolongée si besoin par l'autorité environnementale. **À l'issue des trois premières années de suivi, un calendrier de suivi bisannuel sera proposé.** Toutefois, celui-ci pourra également être révisé après le suivi N+3. Pour la Gagée des champs, il s'agira de noter le nombre d'individus en fleurs uniquement, car les rosettes sont difficiles à déterminer pour cette espèce. Différentes zones témoins seront définies dans le cadre du suivi de deux espèces : zones sans gestion/zones avec gestion, afin de vérifier si l'évolution constatée est due aux actions mises en œuvre ou non et proposer des mesures correctives le cas échéant. Deux passages seront réalisés au cours de chaque année de suivi : un début mars et un fin mars correspondant à l'écologie de l'espèce. Un compte rendu détaillé sera rédigé pour chaque année de suivi et sera transmis à la DREAL et au CBN pour retour d'expérience. **Au bout de 10 ans, un dossier complet sera rédigé.**
Sources :	Cambecèdes, J., Largier, G., Lombard, A. – (2012). Plan national d'actions en faveur des plantes messicoles. Conservatoire botanique national des Pyrénées et de Midi-Pyrénées – Fédération des Conservatoires botaniques nationaux – Ministère de l'Ecologie, du Développement durable et de l'Energie. 242p.

3.2.1.3 MA4 : Déplacement des populations d'Amphibiens

MA4 : Déplacement des populations d'Amphibiens

Espèces concernées :

Amphibiens :

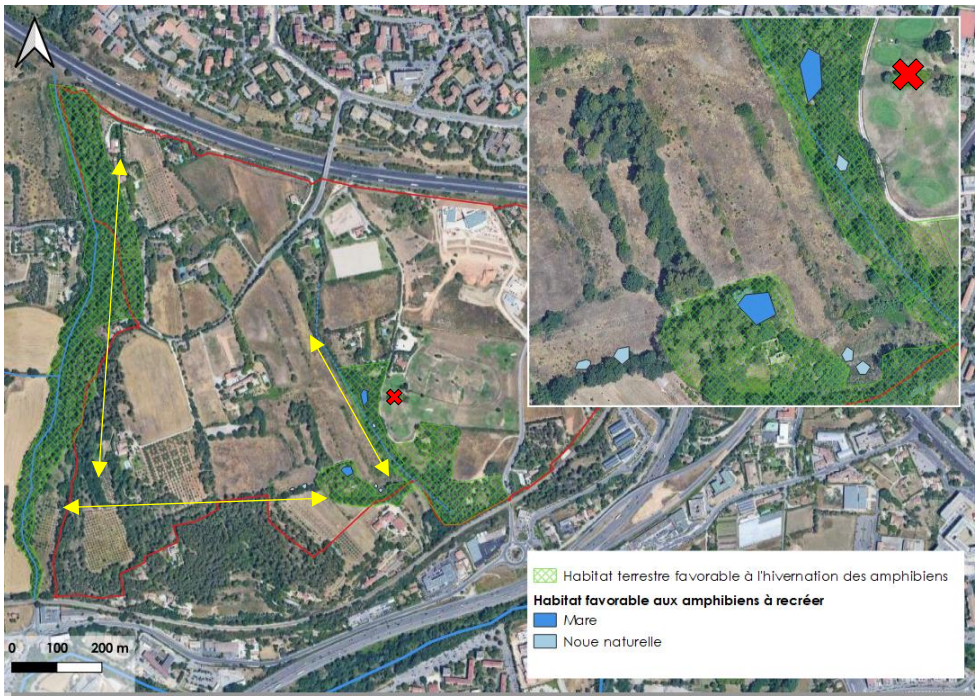
- Grenouille rieuse
- Grenouille « verte »
- Rainette méridionale
- Crapaud épineux

Objectifs :

Cette mesure d'accompagnement se fait en lien avec la MCI1 et doit intervenir après la recréation d'habitats favorables *in situ* aux amphibiens.

Les impacts des travaux de la création de la ZAC de la Constance impliquent une destruction totale de la mare présente sur le golf à hauteur de 397 m².

Une recréation de milieux favorables aux amphibiens est donc proposée dans la fiche-mesure MCI1 afin de recréer des zones de reproduction fonctionnelles ainsi que d'accueillir les populations d'amphibiens pour lesquelles les habitats seront détruits. Cette recréation sera réalisée selon le schéma de la cartographie suivante :



Localisation des habitats humides recréés, des sites d'hivernation favorables, des axes de déplacement potentiels et de la mare qui sera impactée

Cette mesure intervient donc après la mise en place de la mesure MCI1, afin de déplacer les populations d'amphibiens vers la mare et les noues créées cartographiées dans la figure ci-dessus.

Le déplacement de ces espèces sera réalisé en 2 étapes.

Protocole :

1re phase (hiver année n-1)

La première phase consiste en la **création de mares compensatoires** propices au développement des amphibiens. Cette première phase est plus largement détaillée dans le fiche-mesure MCI1. Elle devra intervenir au moins un an avant le déplacement des populations identifiées.

2e phase (avant février-mars année n)

La seconde phase consiste à **capturer et déplacer les amphibiens.**



Localisation de la mare détruite autour de laquelle un dispositif de capture des amphibiens sera mis en place : filet anti franchissement + seaux de capture

En février-mars, une barrière sera installée autour de la mare détruite. Cette barrière est un dispositif de filet anti franchissement + sceaux positionnés à l'extérieur du filet, dans le but de capturer les individus voulant se reproduire dans la mare. Ce dispositif ainsi que la mare concernée sont localisés dans la cartographie ci-dessous :

Le filet anti franchissement mis en place sera de type grillage à mailles fines (2x3 mm env.) ; il dispose d'une hauteur d'environ 50 cm et est appliqué tout le long de la mare. Après avoir creusé une tranchée d'environ 30 cm, le filet sera enterré sur environ 10 cm afin d'éviter aux amphibiens fouisseurs de creuser sous le filet. Les seaux de capture sont enterrés au ras du sol le long du grillage et disposés tous les 10 mètres. Les amphibiens cherchant à atteindre la mare vont en effet suivre le filet avant de tomber dans les seaux qui seront ensuite relevés tous les matins (afin d'éviter la dessication des amphibiens capturés la nuit).

	 **Exemple de dispositif de capture des amphibiens : filet anti franchissement enterré + seau de capture percé (source : Ecotonia)** Les seaux seront, au préalable, percés afin de ne pas stocker l'eau de pluie et donc constituer un piège potentiellement mortel pour les amphibiens et autres groupes taxonomiques (micro-mammifères, reptiles, etc). De même, au sein de ces seaux, une branche conduisant vers le haut du seau sera disposée afin de permettre aux espèces autres que les amphibiens de sortir. Quelques nocturnes seront également réalisées pour la capture des individus en divagation (Crapauds) et des pêches à l'aide d'une épuisette seront réalisées afin de capturer les Grenouilles vertes et rieuses qui n'ont pas la nécessité de s'éloigner de la mare. Les individus piégés dans les sceaux ainsi que ceux capturés lors de sessions de captures à vue, seront relâchés dans leur nouvel habitat. Une fois la phase de capture terminée, la mare sera comblée. **Les individus** seront relâchés sur les mares de compensation localisées à proximité et réalisées l'année précédente (MCI1). **Au préalable, une demande pour la capture de spécimens d'espèces animales protégées sera réalisée** (**CERFA n°13 616*01**). ***REMARQUE :*** *Un écologue accompagnera la phase de travaux pour récupérer les amphibiens éventuellement présents sur la zone de chantier.*
Planification :	La **première phase sera réalisée l'hiver de l'année n-1 : MCI1** La **seconde phase (protocole de capture)** sera mise en place en **février-mars de l'année n : MA4**
Précautions particulières :	*Afin d'**éviter la transmission et la propagation de germes infectieux**, tel que le champignon pathogène asiatique Batrachochytrium salamandrivorans qui s'attaque aux salamandres et tritons, il est nécessaire de suivre un certain nombre de **mesures** (Protocole d'hygiène pour le contrôle des maladies des amphibiens selon l'Agence de l'Eau) :* a) *Préparer dans un pulvérisateur une solution de Virkon® à 1 %.* •

	b) *Manipuler les amphibiens à l'aide de gants et vérifier pour chaque individu les symptômes d'une infection (trous sur la peau, ulcères d'1 à 2 mm)* • c) *Nettoyer le matériel en quittant chaque site de prospection (bottes, épuisettes…) à l'aide d'une brosse pour enlever les débris de terre, de boues, etc.* • d) *Pulvériser la solution de Virkon à 1% sur l'ensemble du matériel ayant été au contact de l'eau et laisser agir 5 minutes avant réutilisation* • e) *Pulvériser les semelles des bottes et chaussures de terrain* • f) *Stocker le matériel désinfecté dans des sacs plastiques puis des bacs plastiques dans les voitures de terrain* • g) *Désinfecter ses mains avec des lingettes imprégnées d'alcool à 70 %.* Il est recommandé de déplacer les amphibiens dans un habitat n'étant **pas encore colonisé** par d'autres populations d'amphibiens. Le **maître d'ouvrage s'engage** à la mise en place de cette mesure telle que décrite et à la planification annoncée.
Suivi :	**Un suivi devra être réalisé sur un minimum de 10 ans** comme suit : N+1, N+2, N+3, N+5, N+7, N+10. La durée du suivi pourra être réévaluée et prolongée si besoin par l'autorité environnementale. **À l'issue des trois premières années de suivi, un calendrier de suivi bisannuel sera proposé**. Toutefois, celui-ci pourra également être révisé après le suivi N+3. Il s'agira de relever pour chaque zone humide suivie (mares et noues) : la présence d'espèces cibles, indices de reproduction, pourcentage de recouvrement de la végétation, turbidité de l'eau, maintien en eau… Deux passages nocturnes (comptage des adultes reproducteurs) et deux passages diurnes (relevé des caractéristiques des mares, comptage des pontes et têtards) en période de reproduction des amphibiens (entre mars et avril), seront réalisés au cours de chaque année de suivi. Un troisième passage pourra être réalisé après les épisodes pluvieux de fin d'été (septembre). **Chaque suivi donnera lieu à un compte rendu** détaillé qui sera fourni chaque année au maitre d'ouvrage. En fonction de l'analyse des suivis, des mesures correctives pourront être mises en place. Au bout de 10 ans, un dossier complet sera rédigé. Il présentera les résultats concernant l'état de la biodiversité du site suite aux travaux.
Source :	RNF, Groupe RNF "Amphibiens et Reptiles" - *Protocole commun de suivi des Amphibiens des mares à l'aide d'Amphicapts* - Document technique - 2013

3.2.1.4 MA5 : Mise en place d'une ORE sur les parcelles compensatoires

MA5 : Mise en place d'une ORE sur les parcelles compensatoires

Espèces concernées :

Flore :

- Tulipe d'Agen
- Tulipe sylvestre
- Gagée des champs

Reptiles :

- Psammodrome d'Edwards
- Couleuvre de Montpellier
- Lézard à deux raies

Oiseaux :

- Chardonneret élégant
- Verdier d'Europe
- Serin cini
- Cisticole des joncs
- Fauvette mélanocéphale
- Faucon crécerelle
- Pipit farlouse
- Linotte mélodieuse
- Tarier pâtre
- Hirondelle rustique
- Hirondelle de fenêtres,
- Martinet noir
- Pic épeichette
- Tourterelle des bois
- Bruant des roseaux
- Chevêche d'Athéna
- Corneille noire
- Rollier d'Europe

Objectifs :

La mesure de compensation visant à restaurer puis gérer des surfaces agricoles abandonnées favorables à deux espèces floristiques protégées et une mosaïque de milieux ouverts à semi-ouverts pour la faune, doit être accompagnée d'une mesure visant à **garantir la pérennité de la compensation sur le long terme.**

Ainsi, un aménagement et une **mise en gestion de façon raisonnée** de ces parcelles permettront de restaurer des milieux fonctionnels pour les espèces ciblées, ainsi qu'une valorisation du milieu naturel. **Une mise en protection sous forme d'ORE (Obligation Réelle Environnementale)** est donc préconisée pour sauvegarder ces espaces.

Protocole :

Une Obligation Réelle Environnementale (ORE) est un dispositif juridique qui permet de mettre en place une protection environnementale sur une parcelle qui appartient foncièrement à la personne qui en est à l'origine. Cette protection est volontaire et contractuelle.
Sa mise en place se réfère à la loi de 2016 pour la reconquête de la biodiversité et est codifiée par l'article L.132-3 du Code de l'environnement.
Un contrat devra être signé par le propriétaire avec une entité qui peut être de nature diverse, à savoir, une collectivité publique, ou bien un établissement public ou encore, une personne morale de droit privé agissant pour la protection de l'environnement. La signature de ce contrat n'a aucune conséquence sur la possession du bien qui est mis en gestion en faveur de la biodiversité, mais peut donner lieu à une contrepartie (assistance technique, aide financière, etc.).
Enfin, il est à noter que le contrat d'ORE n'est pas attaché au propriétaire, mais au bien immobilier concerné. Ainsi, le contrat perdure même lors d'un changement de propriétaire.

Un contrat ORE doit avoir une forme authentique validée par un notaire*, et doit apporter les précisions suivantes :

	– Les différents engagements des signataires du contrat : chacune des parties devra définir les engagements à prendre en compte pour la préservation de la biodiversité et les actions nécessaires à leurs mises en place ; – La durée des obligations réelles environnementales (ORE) : est librement fixée par les parties signataire, mais une fois validée, elle est définitive (le maximum étant 99 ans) ; – Les possibilités de révision et de résiliation : sont librement fixées par les parties, mais doivent entrer dans les limites fixées par l'Article L. 132-3 du code de l'environnement. * Il est à noter que si le contrat est conclu avec une collectivité publique, alors le maire ou le président de la collectivité auront les capacités d'acter le contrat de manière authentique. À la suite de la signature, le contrat devra être enregistré au service de la publicité foncière.
Planification :	Une fois que l'autorisation administrative sera obtenue, une ORE sera donc passé avec la SPLA Pays d'Aix Territoires, propriétaire et maître d'ouvrage de l'opération, qui contractualisera avec un organisme de gestion environnementale qui sera arrêté ultérieurement. Le contrat devra être mis en place **avant le début du chantier**. **La période minimale est de 30 ans.**
Précautions particulières :	-
Sources :	https://www.cerema.fr/fr/actualites/decouvrir-obligations-reelles-environnementales-ore https://www.legifrance.gouv.fr/affichCodeArticle.do?idArticle=LEGIARTI000033025775&cidTexte=LEGITEXT000006074220&dateTexte=20160810

3.2.2 Mesures d'accompagnement générales

3.2.2.1 MA6 : Conseils et préconisations pour la mise en place du chantier vert

MA6 : Conseils et préconisations pour la mise en place du chantier vert	
Espèces concernées :	• Ensemble des espèces et des milieux
Objectifs :	Cette mesure concerne **l'ensemble des milieux et des espèces pour l'ensemble des phases du chantier. Elle concerne toutes les mesures.**
Protocole	Une **sensibilisation des intervenants** sur le chantier est nécessaire en amont. Des **échanges réguliers** avec eux durant toute la phase de travaux sont recommandés, ainsi que des réunions de sensibilisation et de préparation en amont. Différentes actions seront mises en œuvre : ➢ **Définition des emprises du projet** ; ➢ **Affinage du calendrier** d'intervention en fonction des enjeux écologiques ; ➢ **Définition des aires de stockages** et de stationnement ; ➢Établissement d'un **plan de gestion des déchets** et d'un plan **de circulation des engins** de chantier ; ➢ Réflexion sur **l'éclairage en phase chantier** et en **phase d'exploitation** ; ➢ Élaboration d'un **plan de gestion des espèces envahissantes** ; ➢ *Etc*. Ces **actions seront présentées en réunion,** mais également dans des **notes techniques individuelles et adaptées pour chaque prestataire.** **Pour chaque secteur d'intervention** (cela dépendra de la phase des travaux), un **audit aura lieu au début de chaque phase de travaux, ainsi qu'en cours de réalisation puis un audit sera commandé une fois le chantier terminé.** Ces derniers permettent de **conseiller, surveiller et suivre le bon déroulement du projet.** L'objectif est ainsi de limiter les impacts des travaux sur l'environnement. **Un compte rendu sera rédigé pour chaque audit et un rapport final sera fourni au maitre d'ouvrage.** Les rapports d'audit intermédiaires pourront également être fournis au maitre d'ouvrage.
Planification	**La maîtrise d'ouvrage s'engage à mettre en œuvre la mesure tout au long des travaux.** **Le suivi du chantier par un écologue spécialisé devra être mis en place afin de contrôler la bonne réalisation de la mesure, tout au long de la phase chantier.**

3.2.2.2 MA7 : Contrôle de la mise en place des mesures ERC et accompagnement sur le chantier

MA7 : Contrôle de la mise en place des mesures ERC et accompagnement sur le chantier	
Espèces concernées :	• Toute la biodiversité
Objectifs :	L'objectif de cette mesure est de garantir l'efficacité de l'ensemble des mesures environnementales édictées afin de limiter les impacts sur les habitats naturels et les espèces recensées et d'ajuster les actions selon les contraintes environnementales relevées au fur et à mesure et l'avancement du chantier.
Protocole :	Un écologue généraliste chargé du suivi de chantier sera désigné pour être l'interlocuteur durant toute la phase chantier. **1. Avant la phase chantier** Une réunion préliminaire, avant le démarrage du chantier, avec la maîtrise d'ouvrage, la maîtrise d'œuvre et, si possible, les entreprises intervenantes permettra de présenter les mesures environnementales à mettre en place et de s'accorder sur les modalités de circulation de l'information. À l'issue de cette réunion, un cahier des charges se basant sur l'étude d'impact et le dossier de saisine du CNPN précisant les mesures d'atténuation (E et R), de compensation et d'accompagnement sera réalisé et transmis à l'ensemble des intervenants du chantier. Il comprend : – une présentation des espèces concernées – un descriptif des mesures 'Éviter-Réduire-Compenser' et 'Accompagner' sous fiche synthétique présentant les détails techniques et calendrier d'intervention. **2. Au démarrage du chantier** Une réunion de sensibilisation devra être réalisée par l'écologue référent au démarrage des travaux, sur le chantier, avec l'ensemble des intervenants. Il s'agira de rappeler les enjeux du site, les mesures environnementales à mettre en place et les modalités de contrôle ; et de la bonne compréhension du cahier des charges transmis. **3. Pendant la phase chantier** Des visites de contrôle régulières seront effectuées pour veiller à la bonne application des mesures environnementales et accompagner les intervenants dans la mise en place de ces dernières notamment lors de la mise en défens des zones sensibles, la mise en place d'un chantier vert et l'adaptation de l'éclairage. **Deux visites de chantier par mois seront prévues pour les 6 premiers mois (période sensible) puis une visite par mois jusqu'à la fin du chantier.** **Un compte rendu sera rédigé après chaque contrôle.** **4. À la fin de la phase chantier** **À la fin des travaux, une réunion et une visite de contrôle seront effectuées avec la maîtrise d'ouvrage et la maîtrise d'œuvre.** L'objectif sera de s'assurer que l'ensemble

	des mesures a bien été réalisé et que les impacts sur les habitats naturels et les espèces ont été limités. **Un rapport final** présentera l'ensemble des contrôles effectués tout au long du chantier, les différentes observations faites et conclura sur la mise en place des mesures environnementales édictées initialement et les impacts sur la biodiversité. Ce rapport pourra être transmis aux services de l'État.
Planification :	La **maîtrise d'ouvrage s'engage** à mettre en œuvre la mesure **en amont de la phase travaux et jusqu'à la fin du chantier.**
Indicateurs de réussite :	Les objectifs et détails des mesures édictées dans l'évaluation environnementale, repris dans le cahier des charges doivent être en adéquation avec les mesures réalisées sur le chantier.
Précautions particulières :	**Un cahier des charges spécifique à chaque lot avec engagement à la mise en place des mesures environnementales sera rédigé et imposé par l'aménageur (*SPLA Pays d'Aix Territoires*).**

3.2.2.3 MA8 : Recréation et valorisation de la Trame Verte et intégration du projet dans le concept de « Ville Nature »

L'État initial des différents corridors sur le site a montré que leur préservation est cruciale pour la conservation de la biodiversité et le maintien des déplacements de la faune mobile.

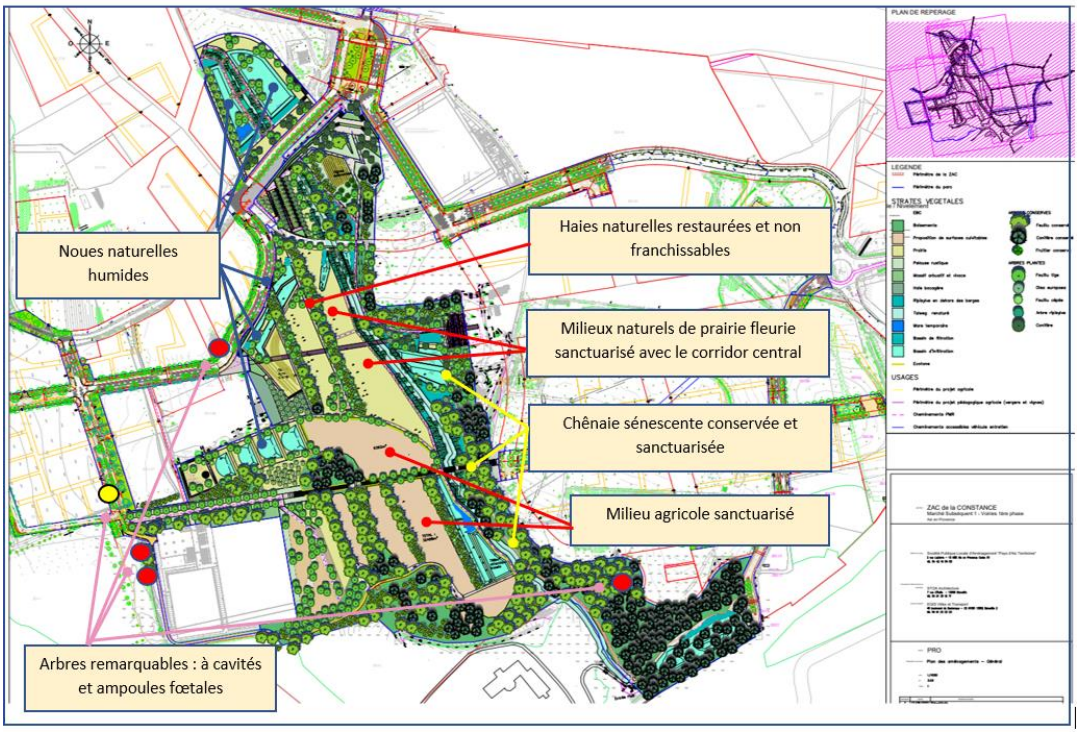
Ces corridors sont consolidés dans le cadre du projet par une approche paysagère et écologique qui permet également le renforcement des services écosystémiques sur le site avec des ilots de fraicheur et le maintien d'un *ecospot* de biodiversité végétale et animale.

Le bureau d'études paysager et écologue INVEO a établi une expertise sur les **palettes végétales multistrates qui auront vocation à favoriser la qualité du paysage et à augmenter l'intérêt écologique pour les espèces animales présentes. Ce document est un aspect central de la mesure MA8 qui suit visant la renaturation du site.**

La palette finale comprend un panel de plantes indigènes très important et valorise ainsi la flore locale. La mise en cohérence de l'approche paysagère et écologique favorise un ensemble de palettes végétales riches et diversifiées respectant les critères proposés par Inveo d'indigénat, nectarifères, pollinifères, d'ilot de fraicheur, nourriciers, de besoin hydrique et de floraison.

Conclusion : La palette végétale renforcée permet, grâce à un parc arboré et végétalisé, de conserver une sensation de fraicheur, surtout lorsque l'on se place dans une position préventive face au réchauffement climatique, et de réduire les impacts du projet sur la biodiversité locale grâce au maintien et au renforcement des corridors écologiques présents dans un objectif de préservation de la biodiversité.

Le projet final intègre au mieux les problématiques de trame verte et bleue mises en jeu. Le plan de restauration des continuités écologiques a permis de matérialiser des corridors favorables à la faune voire à la flore :



Représentation de l'insertion paysagère du parc de la ZAC La Constance

MA8 : Recréation et valorisation de la Trame Verte et Intégration du projet dans le concept de « Ville Nature »	Ecotonia
Espèces concernées :	• Toutes les espèces
Objectifs :	Le projet se situe sur des continuums naturels qui ont une importance écologique. La recréation et la valorisation de la Trame Verte permettront une meilleure circulation des espèces au sein du projet. **Le concept « Ville Nature » est moyen d'être accompagné dans la recréation et restauration de la Trame Verte. Il symbolise la reconquête de la biodiversité dans les villes en prenant en compte l'humain.** Ce concept a **plusieurs objectifs** : • Recréation d'un réseau d'écosystèmes connectés intégré dans un maillage paysager en parfaite fonctionnalité avec les corridors existants ; • Intégrer au mieux la faune et la flore, et notamment les pollinisateurs dans le projet.
Constat :	Le site d'étude s'intègre dans des continuums écologiques : • **ÉCHELLE ÉLARGIE** Le site d'étude est situé en bordure ouest de l'agglomération d'Aix-en -Provence, il est le dernier « espace de campagne » avant le centre-ville. Le corridor de la Thumine a été identifié comme une route empruntée par un certain nombre de chiroptères et de déplacements d'autres espèces (mammifères, …). En effet, à l'ouest d'Aix-en-Provence, il est le dernier continuum nord-sud permettant à la faune de contourner la ville. • **ÉCHELLE DU SITE** Au niveau du site, quelques linéaires arborés, bosquets, haies ou encore la ripisylve constituent des corridors de déplacements pour les espèces. Ces éléments forment une trame au sein de l'aire d'étude, qui, à une échelle plus élargie, permet une connexion avec d'autres entités naturelles. **Le maintien de certains éléments naturels (haies, bosquets…) pendant puis après la phase travaux (cf. MR1) et la recréation de nouveaux éléments naturels après travaux a pour objectif de maintenir, restaurer et valoriser la Trame verte existante, et ce malgré les aménagements prévus.**

Présentation du concept :	Le concept « Ville Nature » est porté par Inveo, partenaire d'Ecotonia. Inveo concrétise la constitution d'un réseau d'écosystèmes riches en diversité biologique en zones urbaines. Partenaire indispensable des communes, Inveo étudie le patrimoine naturel pour adapter le concept de « Ville Nature » à la région. Un accompagnement personnalisé pourra être mis en place grâce à une **Charte Ville Nature** intégrant divers protocoles : • Un aménagement paysager intégrant les trames vertes et bleues à l'échelle du site et à une échelle plus globale ; • Une conception intelligente des strates arbustives multi-spécifiques et des bandes enherbées, dans le respect des obligations légales de débroussaillement ; • Une palette végétale spécifique et favorable à la biodiversité ; • Une prairie fleurie urbaine pour la biodiversité ; • La création d'habitats en faveur de la faune locale (espèces ordinaires et à enjeu) ; • Diverses préconisations sur la gestion paysagère en faveur de la biodiversité en adéquation avec les obligations légales de débroussaillement. Cet accompagnement intègre toutes les étapes du projet allant de la conception des espaces paysagers favorable à la biodiversité, en passant par l'aménagement paysager jusqu'à l'assistance en communication pour « Parler Biodiversité » (relation presse, assistance à la réalisation du support pédagogique, etc.).
Un concept adapté au projet	Le projet d'aménagement intègre déjà des éléments en faveur de la Trame Verte (Notice du parc du Vallon) : • La plantation et la re-densification des haies • La plantation et le confortement d'alignements • L'épaississement de la ripisylve et la plantation des milieux humides    Le concept « Ville Nature » permettra de produire un plan d'aménagement et de gestion le plus adapté possible aux contraintes écologiques et paysagères du site. Les protocoles « Ville Nature » qui pourront être mis en place sont les suivants : • Création d'un écran végétal au nord du site, en bordure d'autoroute favorable au déplacement des espèces : o Réflexion sur l'emplacement de la végétation par rapport à l'autoroute ; o Choix d'une palette végétale adaptée à l'implantation du linéaire afin d'éviter le risque de mortalité. • Création d'un aménagement paysager favorable à la circulation des espèces au sein du parc : o Corridor boisé est-ouest au sud du parc afin de relier les différentes entités naturelles déjà existantes ;

	○ Renforcer le corridor boisé Nord Sud afin de créer une continuité entre les alignements d'arbres / haies au sein du projet et les continuités écologiques hors du projet ; ○ Création d'un maillage boisé permettant une circulation des espèces au sein du parc ; ○ Création de prairies fleuries en faveur des pollinisateurs avec parcours pédagogique ; ○ Analyse écologique de la palette végétale • Préconisation sur l'installation des habitats pour la faune au sein du parc • Création d'un aménagement paysager adapter à l'espace public ○ Palette végétale adaptée au secteur (diversité des espèces végétales, analyse des îlots de fraicheur, gestion des espèces invasives, etc.) ○ Aménagement de place végétalisée • Préconisation sur la gestion des espaces verts (débroussaillage adapté à la faune, gestion différenciée des espaces, etc.) • Proposition de parcours pédagogiques au sein du parc pour sensibiliser les usagers à la biodiversité. • **Création d'une charte d'engagement à l'échelle des lots afin d'intégrer les recommandations,** par exemple : ○ Analyse et aménagement spécifique à chaque lot ○ Recommandation pour la gestion des espaces Ces protocoles seront approfondis et complétés par *Inveo* en fonction de la décision du maître d'œuvre sur la mise en place de cette mesure.
Planification	La **maîtrise d'ouvrage s'engage** à mettre en œuvre la mesure **en amont des travaux** puis en **phase chantier.** Le **suivi du chantier** par un écologue spécialisé devra être mis en place afin de contrôler la bonne réalisation de la mesure, tout au long de la phase chantier.

3.2.2.1 MA9 : Formation et sensibilisation des techniciens Espaces Verts aux travaux en interface avec le milieu aquatique et ses enjeux écologiques et juridiques

MA9 : Formation et sensibilisation des techniciens Espaces Verts aux travaux en interface avec le milieu aquatique et ses enjeux écologiques et juridiques	
Espèces concernées :	• Toutes les espèces et les habitats d'espèces et/ou milieux protégés par la Directive européenne « Habitats »
Objectifs :	- Transmettre aux entreprises et techniciens en charge de l'entretien des espaces verts de la zone un **référentiel commun sur les protections d'espèces et d'habitats liés aux eaux superficielles** au titre de la loi sur l'eau ou au titre de la protection des espèces ou habitats. - **Sensibiliser ces équipes aux risques résidant dans les diverses manœuvres, opérations et travaux quant au maintien en bon état de conservation de ces enjeux.**
Enjeux :	Deux talwegs en eau sont concernés sur l'aire d'étude : le « vala » central qui sera aménagé et la Thumine à l'ouest qui ne le sera pas, mais sera obligatoirement entretenue. Ces ripisylves existantes ou à reconstituer sont des milieux typiques dont la préservation a un intérêt paysager patrimonial, mais qui permettent aussi de stabiliser les berges, réguler les crues et apurer les eaux et qui forment un corridor écologique pour le déplacement et le refuge de l'avifaune et des chiroptères de la région.
Planification :	Le Maître d'Ouvrage, pour la désignation des entreprises de travaux d'espaces verts, s'engage à intégrer lors de la passation de ses marchés des critères de choix donnant une part substantielle à la **prise en compte de labels normalisés en matière d'environnement.** Il rechercha autant que faire se peut à ce que les acquéreurs subséquents des lots et des espaces publics intègrent cette exigence dans leurs relations avec leurs prestataires de services. Il s'engage à communiquer à ses propres prestataires les **Cahiers des Charges Techniques relatifs aux OLD ainsi que les cahiers de recommandations relatives aux ripisylves** rédigés par le bureau INVEO et s'assure que ce dernier puisse former ou informer ces entreprises sur la marche à suivre en matière d'entretien des cours d'eau et de leurs ripisylves dans le respect des écosystèmes. **Au moins une journée de formation ou d'information devra être organisée à l'initiative du Maître d'Ouvrage.**

3.1 Mesures de suivi

Afin de s'assurer de la bonne mise en œuvre et de l'efficacité des mesures 'Éviter-Réduire-Compenser' et 'Accompagner' proposées, le site du projet ainsi que le site compensatoire doivent faire l'objet d'un dispositif pluriannuel de suivis et d'évaluation.

En fonction des résultats obtenus, des mesures correctives devront être adoptées rapidement afin de répondre aux objectifs initiaux.

Deux types de suivis sont proposés :

- Suivi des mesures compensatoires
- Suivi de l'impact réel du chantier
-

3.1.1 Suivi des mesures compensatoires

3.1.1.1 MS1 : Suivi de l'efficacité des zones humides recréées et amphibiens déplacés

Cette mesure concerne les amphibiens notamment au niveau des mares réaménagées *in situ*. Elle est complémentaire des mesures MCI1 et MA4.

Ce suivi devra être réalisé sur un minimum de 10 ans comme suit : N+1, N+2, N+3, N+5, N+7, N+10. La durée des suivis pourra être réévaluée et prolongée si besoin par l'autorité environnementale. À l'issue des trois premières années de suivi, un calendrier de suivi bisannuel sera proposé. Toutefois, celui-ci pourra également être révisé après le suivi N+3.

Il s'agira de relever pour chaque zone humide suivie (mares et noues) : la présence d'espèces cibles, indices de reproduction, pourcentage de recouvrement de la végétation, turbidité de l'eau, maintien en eau…

Deux passages nocturnes (comptage des adultes reproducteurs) et deux passages diurnes (relevé des caractéristiques des mares, comptage des pontes et têtards) en période de reproduction des amphibiens (entre mars et avril), seront réalisés au cours de chaque année de suivi. Un troisième passage pourra être réalisé après les épisodes pluvieux de fin d'été (septembre).

Ce suivi donnera lieu à un compte rendu détaillé qui sera fourni chaque année au maitre d'ouvrage.

Au bout de 10 ans, un dossier complet sera rédigé. Il présentera les résultats concernant l'état de la biodiversité du site suite aux travaux de gestion sur la parcelle compensatoire.

3.1.1.2 MS2 : Suivi des populations floristiques déplacées au sein de la parcelle compensatoire

Cette mesure concerne la Tulipe d'Agen (*Tulipa agenensis*) et la Gagée des champs (*Gagea villosa*). Elle est complémentaire des mesures MCE2, MA1 et MA3.

Un suivi devra être réalisé sur un minimum de 10 ans comme suit : N+1, N+2, N+3, N+5, N+7, N+10. La durée du suivi pourra être réévaluée et prolongée si besoin par l'autorité environnementale. À l'issue des trois premières années de suivi, un calendrier de suivi bisannuel sera proposé. Toutefois, celui-ci pourra également être révisé après le suivi N+3.

Concernant le suivi de l'effectivité des mesures compensatoires pour les espèces floristiques, il s'agira :

- Pour la Tulipe d'Agen : suivre l'état de floraison des spécimens transplantés (étant donné que les bulbes seront plantés à distance régulière et donc géolocalisés, il sera possible de savoir où se trouve chaque individu), comptabiliser le nombre d'individus en fleurs et à l'état végétatif.
- Pour la Gagée des champs : noter le nombre d'individus en fleurs uniquement, car les rosettes sont difficiles à déterminer pour cette espèce.

Différentes zones témoins seront définies dans le cadre du suivi de deux espèces : zones sans gestion/zones avec gestion, afin de vérifier si l'évolution constatée est due aux actions mises en œuvre ou non et proposer des mesures correctives le cas échéant.

Trois passages seront réalisés au cours de chaque année de suivi : un début mars (pour *Gagea villosa*), un fin mars (pour *Gagea villosa* et *Tulipa agenensis*) et un en avril (pour *Tulipa agenensis*), correspondant à l'écologie des espèces.

Chaque suivi donnera lieu à un compte rendu détaillé qui sera fourni chaque année au maitre d'ouvrage.

Au bout de 10 ans, un dossier complet sera rédigé. Il présentera les résultats concernant l'état de la biodiversité du site suite aux travaux de gestion sur la parcelle compensatoire.

3.1.1.3 MS3 : Suivi de l'efficacité des mesures de gestion proposées pour les reptiles et les oiseaux sur la parcelle compensatoire

Cette mesure concerne principalement trois espèces de reptiles (le Psammodrome d'Edwards, la Couleuvre de Montpellier et le Lézard à deux raies), mais aussi l'Orvet fragile et la Coronelle girondine qui sont potentiels et **dix espèces d'oiseaux** (Chardonneret élégant, Verdier d'Europe, Serin cini, Cisticole des joncs, Fauvette mélanocéphale, Faucon crécerelle, Pipit farlouse, Linotte mélodieuse, Tarier pâtre, Hirondelle rustique), mais aussi dans une moindre mesure d'impact : Pic épeichette, Tourterelle des bois, Bruant des roseaux, Chevêche d'Athéna, Corneille noire, Rollier d'Europe. Elle est complémentaire de la mesure MCE2.

Un suivi devra être réalisé sur un minimum de 10 ans comme suit : N+1, N+2, N+3, N+5, N+7, N+10. La durée du suivi pourra être réévaluée et prolongée si besoin par l'autorité environnementale. Àl'issu des trois premières années de suivi, un calendrier de suivi bisannuel sera proposé. Toutefois, celui-ci pourra également être révisé après le suivi N+3.

Concernant le suivi de l'efficacité des mesures compensatoires (de gestion) pour les espèces faunistiques, il s'agira :

- Pour les reptiles : suivre la richesse spécifique et l'abondance des reptiles sur le site et suivre plus spécifiquement l'abondance des trois espèces ciblées et leur localisation sur le site compensatoire.
- Pour les oiseaux : suivre la richesse spécifique et l'abondance des oiseaux sur le site et suivre plus spécifiquement l'abondance des 17 espèces ciblées et leur répartition sur le site compensatoire.

Les habitats naturels seront également suivis afin d'évaluer la dynamique des milieux et les actions de gestion réalisées.

Deux passages seront réalisés annuellement pour chaque groupe taxonomique : entre avril et juin pour les reptiles ; et en février puis fin avril pour les oiseaux afin de suivre les espèces hivernantes et les espèces nicheuses.

Un passage ciblé sur les habitats naturels sera réalisé tous les ans en avril.

Chaque suivi donnera lieu à un compte rendu détaillé qui sera fourni chaque année au maitre d'ouvrage.

Au bout de 10 ans, un dossier complet sera rédigé. Il présentera les résultats concernant l'état de la biodiversité du site suite aux travaux de gestion sur la parcelle compensatoire.

3.1.2 Suivi de l'impact réel du chantier

L'objectif est d'effectuer un suivi de la biodiversité du site en phase chantier et un suivi de la reconquête des milieux préservés et habitats d'espèces recréés pour l'ensemble des espèces faunistiques et floristiques protégées sur l'ensemble du projet afin d'évaluer l'efficacité des mesures 'Éviter-Réduire' et 'Accompagner' mises en œuvre sur le site.

3.1.2.1 MS4 : Suivi de la biodiversité pendant travaux

Cette mesure concerne l'ensemble des espèces et des milieux.

Ce suivi doit s'attacher à mettre à jour régulièrement les inventaires floristiques et faunistiques tout au long du chantier puis en phase exploitation afin d'évaluer les incidences réelles des travaux et adopter des mesures correctives si besoin.

Ainsi, le suivi devra être réalisé sur un minimum de 10 ans comme suit : N+1, N+2, N+3, N+5, N+7, N+10. La durée du suivi pourra être réévaluée et prolongée si besoin par l'autorité environnementale. À l'issue des trois premières années de suivi, un calendrier de suivi bisannuel sera proposé. Toutefois, celui-ci pourra également être révisé après le suivi N+3.

Un passage par groupe taxonomique sera réalisé chaque année de suivi selon le calendrier suivant adapté à l'écologie des espèces :

Groupe taxonomique	**J**	**F**	**M**	**A**	**M**	**J**	**J**	**A**	**S**	**O**	**N**	**D**
Flore/Habitats naturels												
Herpétofaune												
Oiseaux												
Mammifères dont Chiroptères												
Entomofaune												

Chaque suivi donnera lieu à un compte rendu détaillé et proposera d'éventuelles nouvelles mesures écologiques. Le compte rendu sera fourni chaque année au maitre d'ouvrage.

3.1.2.2 MS5 : Suivi de la reconquête de la zone d'emprise par la biodiversité après travaux

Cette mesure concerne l'ensemble des espèces et des milieux ciblés par les mesures 'Éviter-Réduire' et 'Accompagner'.

L'objectif est d'effectuer un suivi de la reconquête des milieux préservés et habitats d'espèces recréés pour l'ensemble des espèces faunistiques et floristiques protégées sur l'ensemble du

projet ; et d'évaluer l'efficacité des mesures 'Éviter-Réduire' et 'Accompagner' mises en œuvre. Le suivi s'attachera notamment à suivre :

- **L'effectivité du rôle des corridors écologiques** de la Thumine et du vallon ;
- Les impacts des nouveaux éclairages urbains sur l'ensemble des groupes taxonomiques et plus particulièrement des chiroptères ;
- Le maintien des arbres sénescents et/ou à propriétés chiroptériques identifiés
- **L'efficacité du plan de gestion proposé pour la zone soumise à OLD.**

Un suivi annuel devra ainsi être réalisé sur un minimum de 10 ans comme suit : N+1, N+2, N+3, N+5, N+7, N+10. La durée du suivi pourra être réévaluée et prolongée si besoin par l'autorité environnementale. À l'issue des trois premières années de suivi, un calendrier de suivi bisannuel est proposé. Toutefois, celui-ci pourra également être révisé après le suivi N+3.

Chaque suivi sera composé de plusieurs prospections pour tenir compte des différentes périodes propices à l'observation de chaque taxon. Le nombre d'espèces observées et leur localisation seront relevés.

Ce suivi donnera lieu à un compte rendu détaillé qui sera fourni chaque année au maitre d'ouvrage. Au bout de 10 ans, un dossier complet sera rédigé. Il présentera les résultats concernant l'état de la biodiversité du site suite aux travaux.

MS5a : Suivi de l'effectivité du rôle des corridors écologiques de la Thumine et du vallon

Il s'agira de relever le bon état de conservation des deux corridors d'un point de vue « habitat naturel » avec relevés floristiques, dynamique de végétation, absence de rupture de continuité végétale… ainsi que de suivre leur utilisation par l'inventaire d'espèces de chiroptères notamment. Les espèces des autres groupes taxonomiques identifiés seront également renseignées.

Concernant les chiroptères un inventaire nocturne par an sera réalisé au niveau des deux corridors, en septembre (en période de migration post-estivage). La richesse spécifique, l'abondance pour chaque espèce et l'activité de chaque espèce seront relevées.

Concernant les autres groupes taxonomiques, il s'agira de vérifier si la palette végétale recommandée (mesure MR8) aura permis l'adaptation de la trame verte au changement climatique ainsi qu'aux pollutions, dégradations et autres atteintes consécutives de l'urbanisation. En outre, ce suivi devra s'assurer que cette mesure aura rempli ses objectifs de reconstitution des milieux d'évolution de la faune et des composantes secondaires de la flore (associations végétales).

MS5b : Suivi des impacts des nouveaux éclairages urbains

Il s'agira de suivre l'impact des éclairages urbains sur l'activité du groupe des chiroptères notamment. Les secteurs principalement suivis seront le vallon de Thumine et le vallon central.

Concernant les chiroptères un inventaire nocturne par an sera réalisé au niveau des deux corridors, en septembre (en période de migration post-estivage). La richesse spécifique, l'abondance pour chaque espèce et l'activité de chaque espèce seront relevées.

Les espèces des autres groupes taxonomiques identifiés seront également renseignées.

MS5c : Suivi du maintien des arbres sénescents et/ou à propriétés chiroptériques identifiés

Il s'agira de suivre l'attractivité des arbres sénescents et/ou présentant des propriétés chiroptériques qui ont été maintenus sur le projet d'aménagement ou à proximité.

Il s'agira de relever le bon état de conservation des sujets arborés et de suivre leur attractivité par les espèces de chiroptères et les coléoptères xylophages protégés.

Concernant les chiroptères un inventaire nocturne par an sera réalisé sur les secteurs où les spécimens arborés avaient été identifiés, en septembre (en période de migration post-estivage). La richesse spécifique, l'abondance pour chaque espèce et l'activité de chaque espèce seront relevées.

Concernant les coléoptères xylophages, il sera recherché des indices de présence d'espèces : trous d'émergence, galeries, restes prédatés au pied de l'arbre, etc. Le suivi sera réalisé de nuit afin d'observer d'éventuels individus en alimentation sur les arbres, entre juillet et aout. Il sera alors noté la richesse spécifique et l'abondance pour chaque espèce observée.

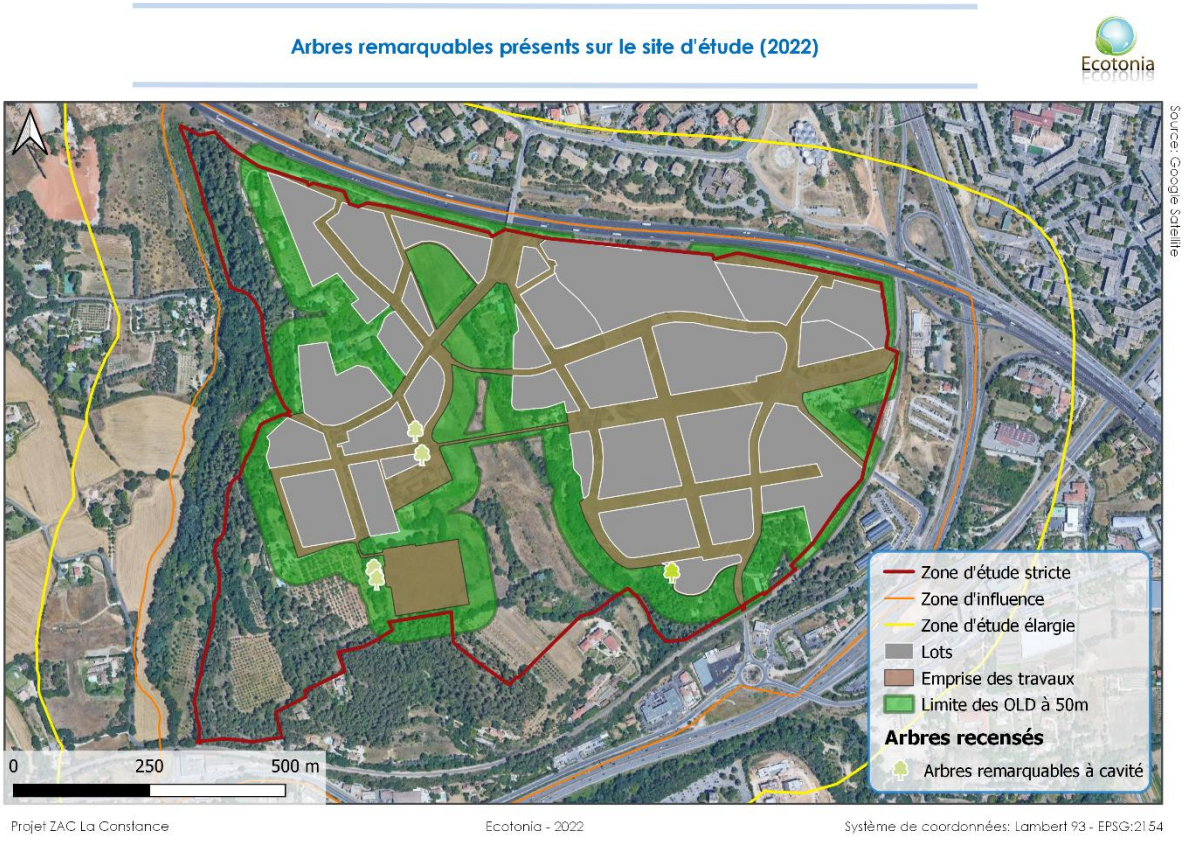
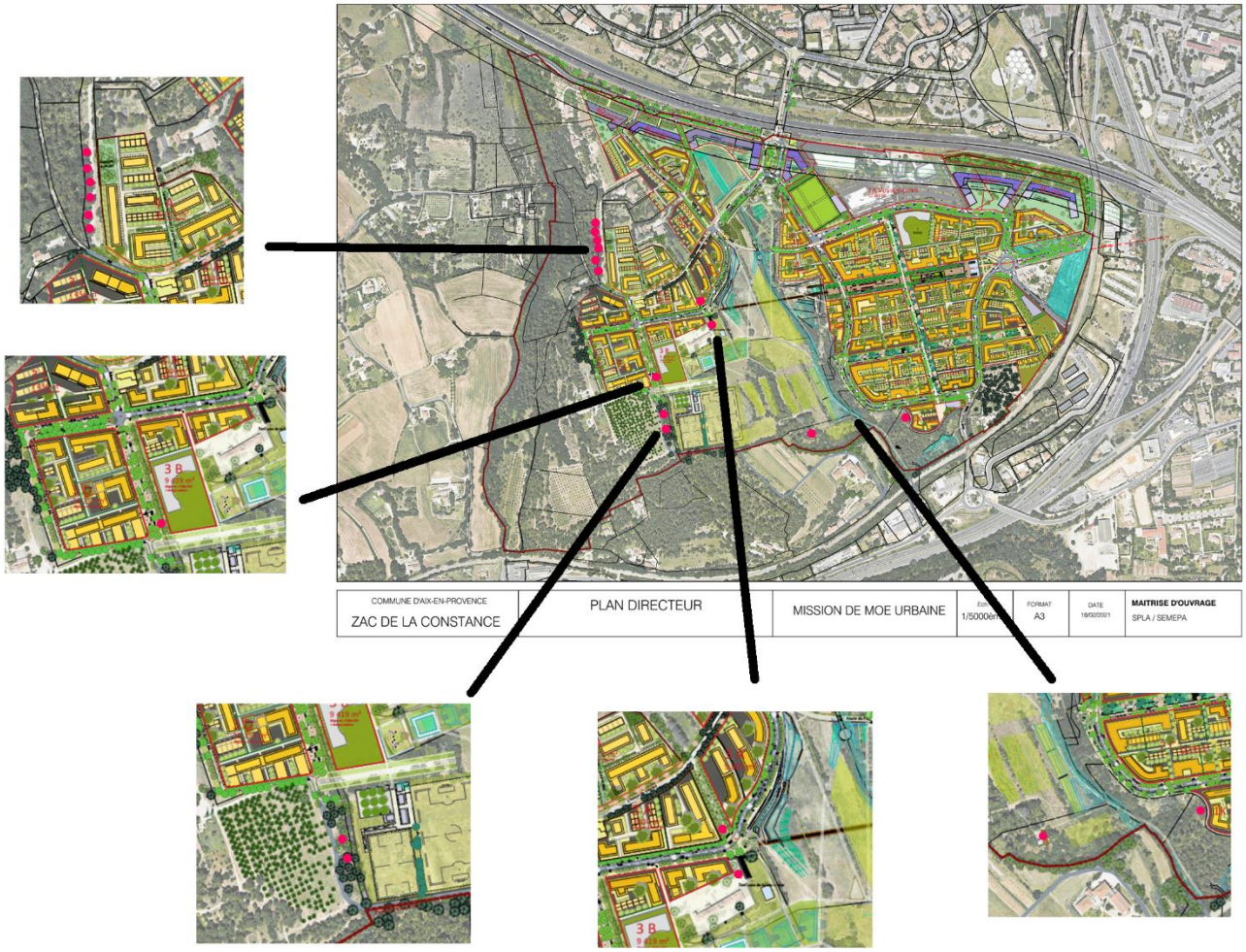


Figure 00 - Localisation des arbres remarquables à cavité

Ci-dessous, les détails du plan masse permettent de localiser précisément les arbres à enjeu.


COMMUNE D'AIX-EN-PROVENCE
ZAC DE LA CONSTANCE
PLAN DIRECTEUR
MISSION DE MOE URBAINE
FORMAT
A3
MAITRISE D'OUVRAGE
SPLA / SEMEPA

MS5d : Suivi de l'efficacité du plan de gestion proposé pour la zone soumise à OLD

Il s'agira de suivre la biodiversité dans les zones soumises à OLD afin d'évaluer l'efficacité du plan de gestion élaboré.

Un passage par groupe taxonomique sera réalisé chaque année de suivi selon le calendrier suivant adapté à l'écologie des espèces :

Groupe taxonomique	**J**	**F**	**M**	**A**	**M**	**J**	**J**	**A**	**S**	**O**	**N**	**D**
Flore/Habitats naturels												
Herpétofaune												
Oiseaux												
Mammifères dont Chiroptères												
Entomofaune												

Ce suivi devra porter son attention sur le respect des prescriptions spécifiques à mettre en œuvre sur et autour de la Thumine, en rapport avec la bonne application des conseils aux techniciens dans l'entretien des espaces verts sur la Thumine et le vallon central (mesure d'accompagnement MA9 se rapportant à la mesure de réduction MR9).

4 Conclusion

Les inventaires réalisés sur une année complète ont permis de mettre en évidence un certain nombre d'espèces à enjeux sur et autour du secteur d'étude.



Concernant les **habitats**, **aucun habitat d'intérêt communautaire** n'a été identifié sur l'aire d'étude.

La **flore** présente des enjeux variants jusqu'à **forts** avec **4 espèces** à enjeux dont **3 seront impactées** par les travaux et feront l'objet d'une **mesure de transplantation sur une parcelle compensatoire.**



Concernant les **oiseaux**, les inventaires ainsi que le l'analyse bibliographique et l'étude d'impact ont permis d'identifier des impacts potentiels sur **17 espèces à enjeu modéré** et **14 espèces à faibles enjeux**. **Cinq d'entre elles feront l'objet d'une mesure de compensation, mais de nombreuses autres pourront en bénéficier**.



Pour **les amphibiens**, **4 espèces à faible enjeu** ont été identifiées comme impactées par le projet, celles-ci feront l'objet d'une **mesure de compensation**.

Concernant **les reptiles, 2 espèces à enjeu modéré** et **4 espèces à faible enjeu** ont été identifiées comme potentiellement impactées par le projet. Parmi toutes ces espèces à enjeu, **au moins une fera l'objet d'une mesure de compensation**.



Pour **les mammifères non volants, 1 espèce a enjeu modéré et 5 espèces à faible enjeu et une d'enjeu « négligeable »** ont été identifiées comme potentiellement impactées par le projet. **Aucune ne nécessite de compensation.**



Enfin, pour **les chiroptères**, les inventaires ont permis d'identifier, **5 espèces à enjeu modéré, 3 à faible enjeu** et **au moins 1 espèce à faible à très faible enjeu**. Plusieurs espèces rares d'enjeu négligeable sur l'aire d'étude sont à surveiller. **Les impacts résiduels sont faibles pour les chiroptères mais des mesures de compensation sont prévues in *situ*.**



Concernant **les insectes, 1 espèce à enjeu fort**, **1 espèce d'enjeu modéré** et **1 espèce d'enjeu faible** sont potentiellement impactées par le projet. Quelques espèces d'enjeu très faible ou négligeable méritent une veille lors des suivis de chantier et à long terme. **Aucune ne nécessite de compensation.**

Le projet d'aménagement a permis de définir un certain nombre d'impacts différenciés en fonction du secteur et des espèces considérées (*cf. Tableau récapitulatif des impacts bruts*).

Une mesure d'évitement géographique a été observée en amont du projet.

ME1 : Réflexion sur l'impact de l'emplacement du projet

Des **mesures de réduction** (comprenant notamment l'évitement temporel ou la mise en défens de zonage) ont pu être déterminées puis proposées. Elles sont récapitulées ci-dessous :

MR1 : Maintien de certains arbres, arbustes et buissons

MR2 : Mise en place d'un chantier vert, respect des emprises du projet, mise en défens des zones sensibles

MR3 : Défavorabilisation écologique et adaptation du phasage des travaux à la biologie des espèces faunistiques

MR4 : Limitation de la formation d'ornières en phase chantier et drainage des fossés

MR5 : Limitation et adaptation de l'éclairage

MR6 : Limitation de la propagation des espèces envahissantes

MR7 : Établissement d'un plan de gestion des OLD en conformité avec les contraintes écologiques et la gestion du risque incendie

MR8 : Mise en place d'un cahier des charges techniques de renforcement des fonctions écologiques de trame bleue/turquoise du milieu « ripisylve » (sur la Thumine)

Au vu des impacts de l'aménagement et des **impacts résiduels après mesures d'atténuation** des **mesures de compensation *in situ* et *ex situ* sont nécessaires** pour la flore, les amphibiens, les reptiles et les oiseaux :

MCi1 : Recréation d'habitats favorables *in situ* pour quatre espèces d'amphibiens

MCi2 : Mise en place de nichoirs *in situ* pour les oiseaux

MCi3 : Installation *in situ* de gîtes à chiroptères

MCi4 : Création *in situ* d'habitats favorables aux reptiles

MCe1 : Aménagement et gestion de parcelles compensatoires en faveur de la biodiversité

Huit mesures d'accompagnement et cinq mesures de suivi scientifique sont aussi proposées afin d'encadrer écologique ou de suivre les mesures mises en place :

MA1 : Transplantation de la Tulipe d'Agen

MA3 : Transplantation de la Gagée des champs

MA4 : Déplacement des populations d'amphibiens

MA5 : Mise en place d'un BEA ou ORE sur les parcelles compensatoires

MA6 : Conseils et préconisations pour la mise en place du chantier vert

MA7 : Contrôle de la mise en place des mesures ERC et accompagnement sur le chantier

MA8 : Recréation et valorisation de la Trame Verte et intégration du projet dans le concept de « Ville Nature »

MA9 : Formation et sensibilisation des techniciens Espaces Verts aux travaux en interface avec le milieu aquatique et ses enjeux écologiques et juridiques

MS1 : Suivi de l'efficacité des zones humides recréées et amphibiens déplacés

MS2 : Suivi des populations floristiques déplacées au sein de la parcelle compensatoire

MS3 : Suivi de l'efficacité des mesures de gestion proposées pour les reptiles et les oiseaux sur la parcelle compensatoire

MS4 : Suivi de la biodiversité pendant travaux

MS5 : Suivi de la reconquête de la zone d'emprise par la biodiversité après travaux

ANNEXES

Annexe I : Résultats des relevés pédologiques par station effectués en 2020 (source Ecotonia) 484

Annexe II : Liste des espèces floristiques observées sur le site en 2018 (source Ecotonia) 506

Annexe III : Référentiel d'activité des chiroptères en PACA (source Vigie-Chiro, 2020)..... 513

Annexe IV : Liste des espèces d'insectes observées sur le site d'étude en 2013 (source AIRELE/Ecotonia) 513

Annexe V : Liste des espèces d'insectes observées sur le site en 2018-2019 et statuts de conservation (source Ecotonia) 516

Annexe VI : Liste des espèces d'Insectes observées sur le site en 2021 et statuts de conservation (source Ecotonia) 518

Annexe VII : Liste des espèces d'Insectes observées sur le site en 2022 et statuts de conservation (source Ecotonia) 522

Annexe VIII : Liste des espèces avifaunistiques observées sur le site en 2013 et statuts de conservation (source Ecotonia) 528

Annexe IX : Liste des espèces avifaunistiques observées sur le site en 2018 et statuts de conservation (source Ecotonia) 530

Annexe X : Liste des espèces avifaunistiques observées sur le site en 2021 et statuts de conservation (source Ecotonia) 532

Annexe XI : Liste des espèces avifaunistiques observées sur le site en 2022 et statuts de conservation (source Ecotonia) 534

Annexe XII : Liste des espèces végétales recensées sur le site d'étude en 2022 (source Ecotonia) 537

Annexe XIII : Méthodologie appliquée pour la construction de cartes de chaleur propres à la dispersion de la flore à enjeu..... 539

Annexe XIV : Lettre d'engagement du maître d'ouvrage dans la mise en place des mesures 541

Annexe I : Résultats des relevés pédologiques par station effectués en 2020 (source Ecotonia)

Station P01

Occupation des sols	Friche post-culturale à dominante graminéenne [87 ; I1.5]
Géologie	Colluvions
Niveau topographique	Base de pente, haut de versant

Tableau de relevé pédologique :

Profondeur	Horizon		Traces d'oxydoréduction
0	OL	organique	-
0 à 35 cm	OH	organique	Ø
35 à 70 cm	A	organique-minéral	Ø

Sondage impossible à la tarière Edelman sous 70 cm : présence de cailloux centi- à décimétriques (galets). Les essais à la tarière pour sols caillouteux n'ont pas eu de succès.

Tableau de relevé floristique :

Taxon	Recouvrement	Taxon caractéristique de ZH
Strate herbacée		
Holcus lanatus L., 1753	50 %	Non
Dactylis glomerata subsp. glomerata L., 1753	30 %	Non
Cichorium intybus L., 1753	5 %	Non
Cirsium arvense (L.) Scop., 1772	5 %	Non
Rumex pulcher L., 1753	5 %	Non
Convolvulus arvensis L., 1753	3 %	Non
Ecballium elaterium (L.) A.Rich., 1824	<5 %	Non
Rubus sp.	<5 %	Non
Vitis sp.	<5 %	Non
Potentilla reptans L., 1753	<5 %	Non

Analyse :

Le relevé floristique réalisé sur une surface de 20 mètres carrés autour du relevé pédologique ne présente aucune espèce caractéristique de zones humides.

Le relevé pédologique montre un horizon organique (OH) en surface (0 – 35 cm) suivi d'un horizon organique minéral (A, 35 – 70 cm). Aucune marque d'oxydation n'a été repérée le long du carottage.

D'après les éléments énumérés ci-dessus, ni la végétation, ni le sol ne sont caractéristiques de zones humides.

Station P02

Occupation des sols	Friche post-culturale à dominante graminéenne [87 ; I1.5]
Géologie	Colluvions
Niveau topographique	Milieu de pente, haut de versant

Tableau de relevé pédologique :

Profondeur	Horizon		Traces d'oxydoréduction
0 à 35 cm	OH	organique	Ø

Sondage impossible à la tarière Edelman sous 35 cm : présence de cailloux centi- à décimétriques (galets). Les essais à la tarière pour sols caillouteux n'ont pas eu de succès.

Tableau de relevé floristique :

Taxon	Recouvrement	Taxon caractéristique de ZH
Strate herbacée		
Scabiosa atropurpurea L., 1753	20 %	Non
Petrorhagia prolifera (L.) P.W.Ball & Heywood, 1964	10 %	Non
Erigeron sumatrensis Retz., 1810	5 %	Non
Pallenis spinosa (L.) Cass., 1825	5 %	Non
Rumex pulcher L., 1753	5 %	Non
Filago pyramidata L., 1753	5 %	Non
Heliotropium sp.	5 %	Non
Euphorbia serrata L., 1753	5 %	Non
Silene italica (L.) Pers., 1805	<5 %	Non

Analyse :

Le relevé floristique réalisé sur une surface de 20 mètres carrés autour du relevé pédologique ne présente aucune espèce caractéristique de zones humides.

Le relevé pédologique montre un horizon organique (OH) en surface (0 – 35 cm). Au-delà de cette profondeur, le sondage a été rendu impossible de par la présence de galets décimétriques. Aucune marque d'oxydation n'a été repérée le long du carottage.

D'après les éléments énumérés ci-dessus la végétation n'est pas caractéristique de zones humides. Le sondage pédologique n'a pas atteint une profondeur suffisante pour permettre une analyse sur ce critère (voir partie 1.1.2).

Station P03

Occupation des sols	Friche post-culturale à dominante graminéenne [87 ; I1.5]
Géologie	Colluvions
Niveau topographique	Bas de pente, milieu de versant

Tableau de relevé pédologique :

Profondeur	Horizon		Traces d'oxydoréduction
0 à 48 cm	OH	organique	Ø

Sondage impossible à la tarière Edelman sous 48 cm : présence de cailloux centi- à décimétriques (galets). Les essais à la tarière pour sols caillouteux n'ont pas eu de succès.

Tableau de relevé floristique :

Taxon	Recouvrement	Taxon caractéristique de ZH
Strate herbacée		
Dactylis glomerata subsp. hispanica (Roth) Nyman, 1882	60 %	Non
Melica ciliata L., 1753	15 %	Non
Tordylium maximum L., 1753	10 %	Non
Convolvulus arvensis L., 1753	10 %	Non
Helminthotheca echioides (L.) Holub, 1973	5 %	Non
Vicia sp.	<5 %	Non
Cichorium intybus L., 1753	<5 %	Non
Clinopodium vulgare L., 1753	<5 %	Non
Ulmus minor Mill., 1768	<5 %	Non
Pyracantha sp.	<5 %	Non
Clematis flammula L., 1753	<5 %	Non
Rumex pulcher L., 1753	<1 %	Non

Analyse :

Le relevé floristique réalisé sur une surface de 20 mètres carrés autour du relevé pédologique ne présente aucune espèce caractéristique de zones humides.

Le relevé pédologique montre un horizon organique (OH) en surface (0 – 48 cm). Aucune marque d'oxydation n'a été repérée le long du carottage.

D'après les éléments énumérés ci-dessus, ni la végétation, ni le sol ne sont caractéristiques de zones humides.

Station P04

Occupation des sols	Friche post-culturale à dominante graminéenne [87 ; I1.5]
Géologie	Colluvions
Niveau topographique	Bas de pente, milieu de versant

Tableau de relevé pédologique :

Profondeur	Horizon		Traces d'oxydoréduction
0 à 60 cm	OH	organique	Ø

Sondage impossible à la tarière Edelman sous 60 cm : présence de cailloux centi- à décimétriques (galets). Les essais à la tarière pour sols caillouteux n'ont pas eu de succès.

Tableau de relevé floristique :

Taxon	Recouvrement	Taxon caractéristique de ZH
Strate herbacée		
Dactylis glomerata subsp. hispanica (Roth) Nyman, 1882	50 %	Non
Holcus lanatus L., 1753	15 %	Non
Cirsium arvense (L.) Scop., 1772	10 %	Non
Rubus sp.	5 %	Non
Cichorium intybus L., 1753	5 %	Non
Rumex pulcher L., 1753	5 %	Non
Inula conyza DC., 1836	<5 %	Non
Clematis flammula L., 1753	<5 %	Non
Rumex intermedius DC., 1815	<5 %	Non
Tordylium maximum L., 1753	<5 %	Non

Analyse :

Le relevé floristique réalisé sur une surface de 20 mètres carrés autour du relevé pédologique ne présente aucune espèce caractéristique de zones humides.

Le relevé pédologique montre un horizon organique (OH) en surface (0 – 60 cm). Aucune marque d'oxydation n'a été repérée le long du carottage.

D'après les éléments énumérés ci-dessus, ni la végétation, ni le sol ne sont caractéristiques de zones humides.

Station P05

Occupation des sols	Friche post-culturale à dominante graminéenne [87 ; I1.5]
Géologie	Colluvions
Niveau topographique	Bas de pente, milieu de versant

Tableau de relevé pédologique :

Profondeur	Horizon		Traces d'oxydoréduction
0 à 58 cm	OH	organique	Ø

Sondage impossible à la tarière Edelman sous 58 cm : présence de cailloux centi- à décimétriques (galets). Les essais à la tarière pour sols caillouteux n'ont pas eu de succès.

Tableau de relevé floristique :

Taxon	Recouvrement	Taxon caractéristique de ZH
Strate herbacée		
Holcus lanatus L., 1753	40 %	Non
Melica ciliata L., 1753	20 %	Non
Dactylis glomerata L., 1753	15 %	Non
Rumex pulcher L., 1753	5 %	Non
Rumex intermedius DC., 1815	5 %	Non
Cirsium arvense (L.) Scop., 1772	5 %	Non
Anisantha sterilis (L.) Nevski, 1934	5 %	Non
Pardoglossum cheirifolium (L.) Barbier & Mathez, 1973	5 %	Non
Ulmus minor Mill., 1768	<5 %	Non
Rubus sp.	<5 %	Non
Helminthotheca echioides (L.) Holub, 1973	<5 %	Non
Jacobaea vulgaris Gaertn., 1791	<5 %	Non
Cirsium vulgare (Savi) Ten., 1838	<5 %	Non
Picris hieracioides L., 1753	<5 %	
Erigeron sumatrensis Retz., 1810	<5 %	Non

Analyse :

Le relevé floristique réalisé sur une surface de 20 mètres carrés autour du relevé pédologique ne présente aucune espèce caractéristique de zones humides.

Le relevé pédologique montre un horizon organique (OH) en surface (0 – 58 cm). Aucune marque d'oxydation n'a été repérée le long du carottage.

D'après les éléments énumérés ci-dessus, ni la végétation, ni le sol ne sont caractéristiques de zones humides.

Station P06

Occupation des sols	Friche post-culturale à dominante graminéenne [87 ; I1.5]
Géologie	Colluvions
Niveau topographique	Bas de pente, bas de versant

Tableau de relevé pédologique :

Profondeur	Horizon		Traces d'oxydoréduction
0	OL	organique	-
0 à 35 cm	OH	organique	Ø
35 à 78 cm	A	organique-minéral	Ø

Sondage impossible à la tarière Edelman sous 78 cm : présence de cailloux centi- à décimétriques (galets). Les essais à la tarière pour sols caillouteux n'ont pas eu de succès.

Tableau de relevé floristique :

Taxon	Recouvrement	Taxon caractéristique de ZH
Strate herbacée		
Elytrigia repens (L.) Desv. ex Nevski, 1934	30 %	Non
Oloptum miliaceum (L.) Röser & Hamasha, 2012	20 %	Non
Holcus lanatus L., 1753	20 %	Non
Equisetum ramosissimum Desf., 1799	10 %	Non
Lactuca serriola L., 1756	5 %	Non
Dactylis glomerata L., 1753	5 %	Non
Convolvulus arvensis L., 1753	5 %	Non
Rubus sp.	5 %	Non
Pardoglossum cheirifolium (L.) Barbier & Mathez, 1973	<5 %	Non

Analyse :

Le relevé floristique réalisé sur une surface de 20 mètres carrés autour du relevé pédologique ne présente aucune espèce caractéristique de zones humides.

Le relevé pédologique montre un horizon organique (OH) en surface (0 – 35 cm) suivi d'un horizon organique minéral (A, 35 – 78 cm). Aucune marque d'oxydation n'a été repérée le long du carottage.

D'après les éléments énumérés ci-dessus, ni la végétation, ni le sol ne sont caractéristiques de zones humides.

Station P07

Occupation des sols	Friche post-culturale à dominante graminéenne [87 ; I1.5]
Géologie	Colluvions
Niveau topographique	Haut de pente, milieu de versant

Tableau de relevé pédologique :

Profondeur	Horizon		Traces d'oxydoréduction
0 à 38 cm	OH	organique	Ø

Sondage impossible à la tarière Edelman sous 38 cm : de cailloux centi- à décimétriques (galets). Les essais à la tarière pour sols caillouteux n'ont pas eu de succès.

Tableau de relevé floristique :

Taxon	Recouvrement	Taxon caractéristique de ZH
Strate herbacée		
Holcus lanatus L., 1753	40 %	Non
Oloptum miliaceum (L.) Röser & Hamasha, 2012	40 %	Non
Convolvulus arvensis L., 1753	10 %	Non
Cirsium arvense (L.) Scop., 1772	10 %	Non
Helminthotheca echioides (L.) Holub, 1973	<5 %	Non
Tordylium maximum L., 1753	<5 %	Non

Analyse :

Le relevé floristique réalisé sur une surface de 20 mètres carrés autour du relevé pédologique ne présente aucune espèce caractéristique de zones humides.

Le relevé pédologique montre un horizon organique (OH) en surface (0 – 38 cm). Aucune marque d'oxydation n'a été repérée le long du carottage.

D'après les éléments énumérés ci-dessus la végétation n'est pas caractéristique de zones humides. Le sondage pédologique n'a pas atteint une profondeur suffisante pour permettre une analyse sur ce critère (voir partie 1.1.2).

Station P08

Occupation des sols	Friche post-culturale à dominante graminéenne [87 ; I1.5]
Géologie	Colluvions
Niveau topographique	Bas de pente, bas de versant

Tableau de relevé pédologique :

Profondeur	Horizon		Traces d'oxydoréduction
0	OL	organique	-
0 à 15 cm	OH	organique	Ø
15 à 50 cm	A	organique-minéral	Ø

Sondage impossible à la tarière Edelman sous 50 cm : présence de cailloux centi- à décimétriques (galets). Les essais à la tarière pour sols caillouteux n'ont pas eu de succès.

Tableau de relevé floristique :

Taxon	Recouvrement	Taxon caractéristique de ZH
Strate herbacée		
Anisantha sterilis (L.) Nevski, 1934	30 %	Non
Oloptum miliaceum (L.) Röser & Hamasha, 2012	20 %	Non
Torilis arvensis (Huds.) Link, 1821	20 %	Non
Dactylis glomerata L., 1753	10 %	Non
Holcus lanatus L., 1753	10 %	Non
Convolvulus arvensis L., 1753	5 %	Non
Cirsium arvense (L.) Scop., 1772	5 %	Non
Galium aparine L., 1753	<5 %	Non
Rumex intermedius DC., 1815	<5 %	Non
Cichorium intybus L., 1753	<5 %	Non

Analyse :

Le relevé floristique réalisé sur une surface de 20 mètres carrés autour du relevé pédologique ne présente aucune espèce caractéristique de zones humides.

Le relevé pédologique montre un horizon organique (OH) en surface (0 – 15 cm) suivi d'un horizon organique minéral (A, 15 – 50 cm). Aucune marque d'oxydation n'a été repérée le long du carottage.

D'après les éléments énumérés ci-dessus, ni la végétation, ni le sol ne sont caractéristiques de zones humides.

Station P09

Occupation des sols	Friche [87.1 ; I1.52]
Géologie	Colluvions
Niveau topographique	Haut de versant

Tableau de relevé pédologique :

Profondeur	Horizon		Traces d'oxydoréduction
0	OL	organique	-
0 à 65 cm	OH	organique	Ø

Sondage impossible à la tarière Edelman sous 65 cm : présence de cailloux centi- à décimétriques (galets). Les essais à la tarière pour sols caillouteux n'ont pas eu de succès.

Tableau de relevé floristique :

Taxon	Recouvrement	Taxon caractéristique de ZH
Strate herbacée		
Elytrigia repens (L.) Desv. ex Nevski, 1934	95 %	Non
Rumex intermedius DC., 1815	5 %	Non
Brachypodium phoenicoides (L.) Roem. & Schult., 1817	<5 %	Non
Verbena officinalis L., 1753	<5 %	Non
Cirsium arvense (L.) Scop., 1772	<5 %	Non
Convolvulus arvensis L., 1753	<5 %	Non

Analyse :

Le relevé floristique réalisé sur une surface de 20 mètres carrés autour du relevé pédologique ne présente aucune espèce caractéristique de zones humides.

Le relevé pédologique montre un horizon organique (OH) en surface (0 – 65 cm). Aucune marque d'oxydation n'a été repérée le long du carottage.

D'après les éléments énumérés ci-dessus, ni la végétation, ni le sol ne sont caractéristiques de zones humides.

Station P10

Occupation des sols	Friche [87.1 ; I1.52]
Géologie	Colluvions
Niveau topographique	Milieu de versant

Tableau de relevé pédologique :

Profondeur	Horizon		Traces d'oxydoréduction
0 à 30 cm	OH	organique	Ø
30 à 43 cm	A	organique-minéral	Ø

Sondage impossible à la tarière Edelman sous 43 cm : présence de cailloux centi- à décimétriques (galets). Les essais à la tarière pour sols caillouteux n'ont pas eu de succès.

Tableau de relevé floristique :

Taxon	Recouvrement	Taxon caractéristique de ZH
Strate herbacée		
Elytrigia repens (L.) Desv. ex Nevski, 1934	95 %	Non
Rumex intermedius DC., 1815	5 %	Non
Hypericum perforatum L., 1753	<5 %	Non
Convolvulus arvensis L., 1753	<5 %	Non
Cichorium intybus L., 1753	<5 %	Non

Analyse :

Le relevé floristique réalisé sur une surface de 20 mètres carrés autour du relevé pédologique ne présente aucune espèce caractéristique de zones humides.

Le relevé pédologique montre un horizon organique (OH) en surface (0 – 30 cm) suivi d'un horizon organique minéral (A, 30 – 43 cm). Aucune marque d'oxydation n'a été repérée le long du carottage.

D'après les éléments énumérés ci-dessus, ni la végétation, ni le sol ne sont caractéristiques de zones humides.

Station P11

Occupation des sols	Culture en jachère
Géologie	Colluvions
Niveau topographique	Bas de versant

Tableau de relevé pédologique :

Profondeur	Horizon		Traces d'oxydoréduction
0 à 38 cm	OH	organique	Ø

Sondage impossible à la tarière Edelman sous 38 cm : présence de cailloux centi- à décimétriques (galets). Les essais à la tarière pour sols caillouteux n'ont pas eu de succès.

Tableau de relevé floristique :

Taxon	Recouvrement	Taxon caractéristique de ZH
Strate herbacée		
Rumex pulcher L., 1753	15 %	Non
Cirsium arvense (L.) Scop., 1772	5 %	Non
Convolvulus arvensis L., 1753	5 %	Non
Helminthotheca echioides (L.) Holub, 1973	5 %	Non
Elytrigia repens (L.) Desv. ex Nevski, 1934	5 %	Non
Erigeron sumatrensis Retz., 1810	<5 %	Non
Cichorium intybus L., 1753	<5 %	Non

Analyse :

Le relevé floristique réalisé sur une surface de 20 mètres carrés autour du relevé pédologique ne présente aucune espèce caractéristique de zones humides.

Le relevé pédologique montre un horizon organique (OH) en surface (0 – 38 cm). Aucune marque d'oxydation n'a été repérée le long du carottage.

D'après les éléments énumérés ci-dessus la végétation n'est pas caractéristique de zones humides. Le sondage pédologique n'a pas atteint une profondeur suffisante pour permettre une analyse sur ce critère (voir partie 1.1.2).

Station P12

Occupation des sols	Culture en jachère
Géologie	Colluvions
Niveau topographique	Bas de versant

Tableau de relevé pédologique :

Profondeur	Horizon		Traces d'oxydoréduction
0 à 55 cm	OH	organique	Ø

Sondage impossible à la tarière Edelman sous 55 cm : présence de cailloux centi- à décimétriques (galets). Les essais à la tarière pour sols caillouteux n'ont pas eu de succès.

Tableau de relevé floristique :

Taxon	Recouvrement	Taxon caractéristique de ZH
Strate herbacée		
Cichorium intybus L., 1753	30 %	Non
Elytrigia repens (L.) Desv. ex Nevski, 1934	30 %	Non
Convolvulus arvensis L., 1753	15 %	Non
Helminthotheca echioides (L.) Holub, 1973	15 %	Non
Dactylis glomerata subsp. glomerata L., 1753	10 %	Non
Chenopodium album L., 1753	<5 %	Non
Cirsium arvense (L.) Scop., 1772	<5 %	Non
Lactuca serriola L., 1756	<5 %	Non

Analyse :

Le relevé floristique réalisé sur une surface de 20 mètres carrés autour du relevé pédologique ne présente aucune espèce caractéristique de zones humides.

Le relevé pédologique montre un horizon organique (OH) en surface (0 – 55 cm). Aucune marque d'oxydation n'a été repérée le long du carottage.

D'après les éléments énumérés ci-dessus, ni la végétation, ni le sol ne sont caractéristiques de zones humides.

Station P13

Occupation des sols	Culture en jachère
Géologie	Argiles sableuses
Niveau topographique	Haut de versant

Tableau de relevé pédologique :

Profondeur	Horizon		Traces d'oxydoréduction
0 à 40 cm	OH	organique	Ø

Sondage impossible à la tarière Edelman sous 40 cm : présence de cailloux centi- à décimétriques (galets). Les essais à la tarière pour sols caillouteux n'ont pas eu de succès.

Tableau de relevé floristique :

Taxon	Recouvrement	Taxon caractéristique de ZH
Strate herbacée		
Cichorium intybus L., 1753	40 %	Non
Elytrigia repens (L.) Desv. ex Nevski, 1934	25 %	Non
Convolvulus arvensis L., 1753	10 %	Non
Helminthotheca echioides (L.) Holub, 1973	10 %	Non
Dactylis glomerata subsp. glomerata L., 1753	10 %	Non
Cirsium arvense (L.) Scop., 1772	5 %	Non
Chenopodium album L., 1753	<5 %	Non
Lactuca serriola L., 1756	<5 %	Non
Malva sylvestris L., 1753	<5 %	Non

Analyse :

Le relevé floristique réalisé sur une surface de 20 mètres carrés autour du relevé pédologique ne présente aucune espèce caractéristique de zones humides.

Le relevé pédologique montre un horizon organique (OH) en surface (0 – 40 cm). Aucune marque d'oxydation n'a été repérée le long du carottage.

D'après les éléments énumérés ci-dessus la végétation n'est pas caractéristique de zones humides. Le sondage pédologique n'a pas atteint une profondeur suffisante pour permettre une analyse sur ce critère (voir partie 1.1.2).

Station P14

Occupation des sols	Friche [87.1 ; I1.52]
Géologie	Argiles sableuses
Niveau topographique	Plateau (niveau bas de la parcelle)

Tableau de relevé pédologique :

Profondeur	Horizon		Traces d'oxydoréduction
0 à 50 cm	OH	organique	Ø

Sondage impossible à la tarière Edelman sous 50 cm : présence de cailloux centi- à décimétriques (galets). Les essais à la tarière pour sols caillouteux n'ont pas eu de succès.

Tableau de relevé floristique :

Taxon	Recouvrement	Taxon caractéristique de ZH
Strate herbacée		
Cichorium intybus L., 1753	40 %	Non
Avena sp.	30 %	Non
Torilis arvensis (Huds.) Link, 1821	20 %	Non
Rumex pulcher L., 1753	5 %	Non
Erigeron sumatrensis Retz., 1810	5 %	Non
Heliotropium sp.	<5 %	Non
Cota tinctoria subsp. tinctoria (L.) J.Gay ex Guss., 1844	<5 %	Non
Daucus carota subsp. carota L., 1753	<5 %	Non
Pallenis spinosa (L.) Cass., 1825	<5 %	Non

Analyse :

Le relevé floristique réalisé sur une surface de 20 mètres carrés autour du relevé pédologique ne présente aucune espèce caractéristique de zones humides.

Le relevé pédologique montre un horizon organique (OH) en surface (0 – 50 cm). Aucune marque d'oxydation n'a été repérée le long du carottage.

D'après les éléments énumérés ci-dessus, ni la végétation, ni le sol ne sont caractéristiques de zones humides.

Station P15

Occupation des sols	Friche [87.1 ; I1.52]
Géologie	Argiles sableuses
Niveau topographique	Plateau (niveau haut de la parcelle)

Tableau de relevé pédologique :

Profondeur	Horizon		Traces d'oxydoréduction
0 à 45 cm	OH	organique	Ø

Sondage impossible à la tarière Edelman sous 45 cm : présence de cailloux centi- à décimétriques (galets). Les essais à la tarière pour sols caillouteux n'ont pas eu de succès.

Tableau de relevé floristique :

Taxon	Recouvrement	Taxon caractéristique de ZH
Strate herbacée		
Elytrigia repens (L.) Desv. ex Nevski, 1934	95 %	Non
Dittrichia viscosa (L.) Greuter, 1973	<5 %	Non
Cichorium intybus L., 1753	<5 %	Non
Heliotropium sp.	<5 %	Non
Verbena officinalis L., 1753	<5 %	Non
Helminthotheca echioides (L.) Holub, 1973	<5 %	Non
Oloptum miliaceum (L.) Röser & Hamasha, 2012	<5 %	Non
Andryala integrifolia L., 1753	<5 %	Non

Analyse :

Le relevé floristique réalisé sur une surface de 20 mètres carrés autour du relevé pédologique ne présente aucune espèce caractéristique de zones humides.

Le relevé pédologique montre un horizon organique (OH) en surface (0 – 45 cm). Aucune marque d'oxydation n'a été repérée le long du carottage.

D'après les éléments énumérés ci-dessus, ni la végétation, ni le sol ne sont caractéristiques de zones humides.

Station P16

Occupation des sols	Friche [87.1 ; I1.52]
Géologie	Argiles sableuses
Niveau topographique	Plateau (niveau bas de la parcelle)

Tableau de relevé pédologique :

Profondeur	Horizon		Traces d'oxydoréduction
0 à 50 cm	OH	organique	Ø

Sondage impossible à la tarière Edelman sous 50 cm : présence de cailloux centi- à décimétriques (galets). Les essais à la tarière pour sols caillouteux n'ont pas eu de succès.

Tableau de relevé floristique :

Taxon	Recouvrement	Taxon caractéristique de ZH
Strate herbacée		
Elytrigia repens (L.) Desv. ex Nevski, 1934	90 %	Non
Daucus carota subsp. carota L., 1753	5 %	Non
Cichorium intybus L., 1753	5 %	Non
Verbascum sp.	<5 %	Non
Convolvulus arvensis L., 1753	<5 %	Non
Scabiosa atropurpurea L., 1753	<5 %	Non
Nigella damascena L., 1753	<5 %	Non
Cirsium arvense (L.) Scop., 1772	<5 %	Non
Torilis arvensis (Huds.) Link, 1821	<5 %	Non

Analyse :

Le relevé floristique réalisé sur une surface de 20 mètres carrés autour du relevé pédologique ne présente aucune espèce caractéristique de zones humides.

Le relevé pédologique montre un horizon organique (OH) en surface (0 – 50 cm). Aucune marque d'oxydation n'a été repérée le long du carottage.

D'après les éléments énumérés ci-dessus, ni la végétation, ni le sol ne sont caractéristiques de zones humides.

Station P17

Occupation des sols	Friche [87.1 ; I1.52]
Géologie	Argiles sableuses
Niveau topographique	Bas de pente

Tableau de relevé pédologique :

Profondeur	Horizon		Traces d'oxydoréduction
0 à 40 cm	OH	organique	Ø
40 à 75 cm	A	organique-minéral	Ø

Sondage impossible à la tarière Edelman sous 75 cm : présence de cailloux centi- à décimétriques (galets). Les essais à la tarière pour sols caillouteux n'ont pas eu de succès.

Tableau de relevé floristique :

Taxon	Recouvrement	Taxon caractéristique de ZH
Strate herbacée		
Oloptum miliaceum (L.) Röser & Hamasha, 2012	30 %	Non
Daucus carota subsp. carota L., 1753	15 %	Non
Scabiosa atropurpurea L., 1753	15 %	Non
Elytrigia repens (L.) Desv. ex Nevski, 1934	10 %	Non
Cirsium arvense (L.) Scop., 1772	10 %	Non
Torilis arvensis (Huds.) Link, 1821	5 %	Non
Andryala integrifolia L., 1753	5 %	Non

Analyse :

Le relevé floristique réalisé sur une surface de 20 mètres carrés autour du relevé pédologique ne présente aucune espèce caractéristique de zones humides.

Le relevé pédologique montre un horizon organique (OH) en surface (0 – 40 cm) suivi d'un horizon organique minéral (A, 40 – 75 cm). Aucune marque d'oxydation n'a été repérée le long du carottage.

D'après les éléments énumérés ci-dessus, ni la végétation, ni le sol ne sont caractéristiques de zones humides.

Station P18

Occupation des sols	Prairie pâturée eutrophe [38.11 ; E2.11]
Géologie	Argiles sableuses
Niveau topographique	Plateau (niveau haut de la parcelle)

Tableau de relevé pédologique :

Profondeur	Horizon		Traces d'oxydoréduction
0 à 30 cm	OH	organique	Ø

Sondage impossible à la tarière Edelman sous 30 cm : présence de cailloux centi- à décimétriques (galets). Les essais à la tarière pour sols caillouteux n'ont pas eu de succès.

Tableau de relevé floristique :

Taxon	Recouvrement	Taxon caractéristique de ZH
Strate herbacée		
Holcus lanatus L., 1753	45 %	Non
Anisantha sterilis (L.) Nevski, 1934	35 %	Non
Plantago lanceolata L., 1753	10 %	Non
Rumex pulcher L., 1753	5 %	Non
Cichorium intybus L., 1753	5 %	Non
Verbascum sp.	<5 %	Non
Convolvulus arvensis L., 1753	<5 %	Non
Malva sylvestris L., 1753	<5 %	Non
Ceratochloa cathartica (Vahl) Herter, 1940	<5 %	Non

Analyse :

Le relevé floristique réalisé sur une surface de 20 mètres carrés autour du relevé pédologique ne présente aucune espèce caractéristique de zones humides.

Le relevé pédologique montre un horizon organique (OH) en surface (0 – 30 cm). Aucune marque d'oxydation n'a été repérée le long du carottage.

D'après les éléments énumérés ci-dessus la végétation n'est pas caractéristique de zones humides. Le sondage pédologique n'a pas atteint une profondeur suffisante pour permettre une analyse sur ce critère (voir partie 1.1.2).

Station P19

Occupation des sols	Prairie pâturée eutrophe [38.11 ; E2.11]
Géologie	Argiles sableuses
Niveau topographique	Plateau (niveau bas de la parcelle)

Tableau de relevé pédologique :

Profondeur	Horizon		Traces d'oxydoréduction
0 à 48 cm	OH	organique	Ø

Sondage impossible à la tarière Edelman sous 48 cm : présence de cailloux centi- à décimétriques (galets). Les essais à la tarière pour sols caillouteux n'ont pas eu de succès.

Tableau de relevé floristique :

Taxon	Recouvrement	Taxon caractéristique de ZH
Strate herbacée		
Anisantha sterilis (L.) Nevski, 1934	40 %	Non
Cichorium intybus L., 1753	40 %	Non
Rumex pulcher L., 1753	10 %	Non
Holcus lanatus L., 1753	10 %	Non
Plantago lanceolata L., 1753	<5 %	Non
Convolvulus arvensis L., 1753	<5 %	Non

Analyse :

Le relevé floristique réalisé sur une surface de 20 mètres carrés autour du relevé pédologique ne présente aucune espèce caractéristique de zones humides.

Le relevé pédologique montre un horizon organique (OH) en surface (0 – 48 cm). Aucune marque d'oxydation n'a été repérée le long du carottage.

D'après les éléments énumérés ci-dessus, ni la végétation, ni le sol ne sont caractéristiques de zones humides.

Station P20

Occupation des sols	Prairie pâturée eutrophe [38.11 ; E2.11]
Géologie	Argiles sableuses
Niveau topographique	Plateau

Tableau de relevé pédologique :

Profondeur	Horizon		Traces d'oxydoréduction
0 à 45 cm	OH	organique	Ø

Sondage impossible à la tarière Edelman sous 45 cm : présence de cailloux centi- à décimétriques (galets). Les essais à la tarière pour sols caillouteux n'ont pas eu de succès.

Tableau de relevé floristique :

Taxon	Recouvrement	Taxon caractéristique de ZH
Strate herbacée		
Avena sterilis L., 1762	40 %	Non
Kickxia spuria (L.) Dumort., 1827	20 %	Non
Cichorium intybus L., 1753	20 %	Non
Erigeron sumatrensis Retz., 1810	10 %	Non
Picris hieracioides L., 1753	5 %	Non
Scabiosa atropurpurea L., 1753	5 %	Non
Malva sylvestris L., 1753	<5 %	Non
Heliotropium sp.	<5 %	Non
Helminthotheca echioides (L.) Holub, 1973	<5 %	Non

Analyse :

Le relevé floristique réalisé sur une surface de 20 mètres carrés autour du relevé pédologique ne présente aucune espèce caractéristique de zones humides.

Le relevé pédologique montre un horizon organique (OH) en surface (0 – 45 cm). Aucune marque d'oxydation n'a été repérée le long du carottage.

D'après les éléments énumérés ci-dessus, ni la végétation, ni le sol ne sont caractéristiques de zones humides.

Station P21

Occupation des sols	Prairie pâturée eutrophe [38.11 ; E2.11]
Géologie	Argiles sableuses
Niveau topographique	Plateau, niveau bas de la parcelle

Tableau de relevé pédologique :

Profondeur	Horizon		Traces d'oxydoréduction
0 à 46 cm	OH	organique	Ø

Sondage impossible à la tarière Edelman sous 46 cm : présence de cailloux centi- à décimétriques (galets). Les essais à la tarière pour sols caillouteux n'ont pas eu de succès.

Tableau de relevé floristique :

Taxon	Recouvrement	Taxon caractéristique de ZH
Strate herbacée		
Avena sterilis L., 1762	40 %	Non
Anisantha sterilis (L.) Nevski, 1934	30 %	Non
Clinopodium vulgare L., 1753	15 %	Non
Cichorium intybus L., 1753	10 %	Non
Daucus carota subsp. carota L., 1753	5 %	Non
Heliotropium sp.	<5 %	Non
Plantago lanceolata L., 1753	<5 %	Non
Erigeron sumatrensis Retz., 1810	<5 %	Non
Scabiosa atropurpurea L., 1753	<5 %	Non
Rumex pulcher L., 1753	<5 %	Non
Malva sylvestris L., 1753	<5 %	Non
Dactylis glomerata L., 1753	<5 %	Non

Analyse :

Le relevé floristique réalisé sur une surface de 20 mètres carrés autour du relevé pédologique ne présente aucune espèce caractéristique de zones humides.

Le relevé pédologique montre un horizon organique (OH) en surface (0 – 46 cm). Aucune marque d'oxydation n'a été repérée le long du carottage.

D'après les éléments énumérés ci-dessus, ni la végétation, ni le sol ne sont caractéristiques de zones humides.

Annexe II : Liste des espèces floristiques observées sur le site en 2018 (source Ecotonia)

Nom scientifique	Nom vernaculaire	Protections	LR France	LR PACA	Statut ZNIEFF
Acer monspessulanum L.	Érable de Montpellier	-	LC	LC	-
Acer negundo L.	Érable frêne	Introduite envahissante	NA a	NA	-
Acer platanoides L.	Érable plane	-	LC	LC	-
Achillea millefolium L.	Achillée millefeuille	-	LC	LC	-
Aegilops geniculata Roth	Égilope ovale	-	LC	LC	-
Aesculus hippocastanum L.	Marronnier d'Inde	-	NA	NA	-
Agrimonia eupatoria L.	Aigremoine	-	LC	LC	-
Alisma plantago-aquatica L.	Grand plantain d'eau	-	LC	LC	-
Allium porrum L.	Ail poireau	Introduite		LC	-
Anchusa italica Retz.	Buglosse d'Italie	(PNA)	LC	LC	-
Anisantha rubens (L.) Nevski	Brome rouge	-	LC	LC	-
Anisantha sterilis (L.) Nevski	Brome stérile	-	LC	LC	-
Aphyllanthes monspeliensis L.	Aphyllanthe de Montpellier	-	LC	LC	-
Arabis serpillifolia Vill.	Arabette à feuilles de serpolet	-	LC	NT	-
Arctium minus (Hill) Bernh.	Bardane à petites têtes	-	LC	LC	-
Arenaria serpyllifolia L.	Sabline à feuilles de serpolet	-	LC	LC	-
Artemisia vulgaris L.	Armoise commune	-	LC	LC	-
Arum italicum Mill.	Gouet d'Italie	-	LC	LC	-
Arundo donax L.	Canne de Provence	Introduite	LC	LC	-
Asparagus acutifolius L.	Asperge sauvage	Réglementée	LC	LC	-
Avena barbata Link	Avoine barbue	-	LC	LC	-
Ballota nigra L.	Ballote noire	-	LC	LC	-
Bellis perennis L.	Pâquerette	-	LC	LC	-
Beta vulgaris L. subsp. maritima (L.) Arcang.	Bette maritime	-	LC	LC	-
Bituminaria bituminosa (L.) C.H.Stirt.	Trèfle bitumeux	-	LC	LC	-
Brachypodium phoenicoides (L.) Roem. & Schult.	Brachypode de Phénicie	-	LC	LC	-
Bromus hordeaceus L.	Brome mou	-	LC	LC	-
Capsella bursa-pastoris (L.) Medik.	Capselle bourse-à-pasteur	(PNA)	LC	LC	-
Cardamine hirsuta L.	Cardamine hérissée	-	LC	LC	-
Carduus acicularis Bertol.	**Chardon à épingles**	**PR1**	**LC**	**NT**	-
Carduus pycnocephalus L.	Chardon à tête dense	-	LC	LC	-
Carex halleriana Asso	Laîche de Haller	-	LC	LC	-
Carthamus lanatus L.	Centaurée laineuse	-	LC	LC	-
Catapodium rigidum (L.) C.E.Hubb.	Pâturin rigide	-	LC	LC	-
Celtis australis L.	Micocoulier de provence	-	LC	LC	-
Centaurea aspera L.	Centaurée rude	-	LC	LC	-

Centaurea collina L.	Centaurée des collines	-	LC	LC	-
Centranthus ruber (L.) DC.	Centranthe rouge, Valériane rouge	-	LC	LC	-
Cerastium pumilum Curtis	Céraiste nain	-	LC	LC	-
Cerastium semidecandrum L.	Céraiste à 5 étamines	-	LC	LC	-
Cercis siliquastrum L.	Arbre de Judée	-	NA	LC	-
Cichorium intybus L.	Chicorée amère	-	LC	LC	-
Cirsium arvense (L.) Scop.	Cirse des champs	-	LC	LC	-
Cirsium vulgare (Savi) Ten.	Cirse commun	-	LC	LC	-
Clematis flammula L.	Clématite flamme	-	LC	LC	-
Clematis vitalba L.	Clématite des haies	-	LC	LC	-
Clinopodium nepeta (L.) Kuntze	Calament glanduleux	-	LC	LC	-
Convolvulus arvensis L.	Liseron des champs	-	LC	LC	-
Cornus sanguinea L.	Cornouiller sanguin	-	LC	LC	-
Cortaderia selloana (Schult. & Schult.f.) Asch. & Graebn.	Herbe de la Pampa	Introduite envahissante	NA a	NA	-
Cotinus coggygria Scop.	Arbre à perruque, Sumac Fustet	-	LC	LC	-
Crataegus monogyna Jacq.	Aubépine à un style	-	LC	LC	-
Crepis vesicaria L.	Barkhausie à feuilles de pissenlit	-	LC	LC	-
Cupressus arizonica Greene	Cyprès de l'Arizona	Introduite	-	NA	-
Cynodon dactylon (L.) Pers.	Chiendent pied-de-poule	-	LC	LC	-
Dactylis glomerata L. subsp. Hispanica (Roth) Nyman	Dactyle d'Espagne	-	LC	LC	-
Daucus carota L.	Carotte sauvage	-	LC	LC	-
Diplotaxis erucoides (L.) DC.	Diplotaxe fausse-roquette	-	LC	LC	-
Diplotaxis tenuifolia (L.) DC.	Diplotaxe vulgaire	-	LC	LC	-
Dipsacus fullonum L.	Cabaret des oiseaux	-	LC	LC	-
Dittrichia viscosa (L.) Greuter	Inule visqueuse	-	LC	LC	-
Draba verna L.	Drave de printemps	-	LC	LC	-
Ecballium elaterium (L.) A.Rich.	Concombre sauvage	-	LC	LC	-
Echium vulgare L.	Vipérine commune	-	LC	LC	-
Elaeagnus angustifolia L.	Olivier de bohème	-	NA	NA	-
Erodium ciconium (L.) L'Hér.	Érodium Bec-de-cigogne	-	LC	LC	-
Erodium cicutarium (L.) L'Hér.	Érodium à feuilles de cigue	-	LC	LC	-
Eryngium campestre L.	Chardon Roland	-	LC	LC	-
Euonymus europaeus L.	Bonnet-d'évêque	-	LC	LC	-
Euphorbia characias	Euphorbe des vallons	-	LC	LC	-
Euphorbia cyparissias L.	Euphorbe petit-cyprès	-	LC	LC	-
Euphorbia helioscopia L.	Euphorbe réveil-matin	(PNA)	LC	LC	-
Euphorbia serrata L.	Euphorbe dentée	-	LC	LC	-
Ficaria verna Huds.	Ficaire à bulbilles	-	LC	LC	-
Ficus carica L.	Figuier d'Europe	-	LC	LC	-

Foeniculum vulgare Mill.	Fenouil commun	-	LC	LC	-
Fraxinus angustifolia Vahl	Frêne à feuilles étroites	-	LC	LC	-
Fumaria bastardii Boreau	Fumeterre de Bastard	(PNA)	LC	LC	-
Gagea villosa (M.Bieb.) Sweet	**Gagée velue/des champs**	**PN1, (PNA)**	**LC**	**LC**	-
Galium aparine L.	Gaillet gratteron	-	LC	LC	-
Galium mollugo L.	Gaillet commun	-	LC	LC	-
Geranium dissectum L.	Géranium découpé	-	LC	LC	-
Geranium molle L.	Géranium à feuilles molles	-	LC	LC	-
Geranium robertianum L.	Géranium herbe-à-Robert	-	LC	LC	-
Gladiolus italicus Mill.	Glaïeul des moissons	-	LC	LC	-
Glechoma hederacea L.	Lierre terrestre	-	LC	LC	-
Halimione portulacoides (L.) Aellen	Obione faux pourpier	-	LC	LC	-
Hedera helix L.	Lierre grimpant	-	LC	LC	-
Helichrysum stoechas (L.) Moench	Immortelle des dunes	-	LC	LC	-
Himantoglossum robertianum (Loisel.) P.Delforge	Orchis géant	-	LC	LC	-
Hippocrepis biflora Spreng.	Hippocrépide à deux fleurs	-	LC	LC	-
Hippocrepis emerus (L.) Lassen	Coronille faux-séné	-	LC	LC	-
Holcus lanatus L.	Houlque laineuse	-	LC	LC	-
Hordeum murinum L.	Orge sauvage	-	LC	LC	-
Hornungia petraea (L.) Rchb.	Hornungie des pierres	-	LC	LC	-
Isatis tinctoria L.	Pastel des teinturiers	-	LC	LC	-
Jacobaea vulgaris Gaertn.	Herbe de saint Jacques	-	LC	LC	-
Jasminum fruticans L.	Jasmin jaune	-	LC	LC	-
Lactuca serriola L.	Laitue scariole	-	LC	LC	-
Lamium amplexicaule L.	Lamier amplexicaule	-	LC	LC	-
Lamium purpureum L.	Lamier pourpre	-	LC	LC	-
Lathyrus annuus L.	Gesse annuelle	(PNA)	LC	LC	-
Lathyrus cicera L.	Gessette	(PNA)	LC	LC	-
Laurus nobilis L.	Laurier-sauce	-	LC	LC	-
Lemna minor L.	Petite lentille d'eau	-	LC	LC	-
Lepidium draba L.	Passerage drave	-	LC	LC	-
Ligustrum lucidum W.T.Aiton	Troène luisant	Introduite	NA	NA	-
Ligustrum vulgare L.	Troène	-	LC	LC	-
Linaria simplex (Willd.) DC.	Linaire simple	-	LC	LC	-
Lobularia maritima (L.) Desv.	Lobulaire maritime	-	LC	LC	-
Lolium perenne L.	Ivraie vivace	-	LC	LC	-
Loncomelos narbonense (L.) Raf.	Ornithogale de Narbonne	-	LC	LC	-
Lonicera etrusca Santi	Chèvrefeuille de Toscane	-	LC	LC	-
Lonicera implexa Aiton	Chèvrefeuille des Baléares	-	LC	LC	-

Lysimachia arvensis (L.) U.Manns & Anderb.	Mouron rouge	-	LC	LC	-
Malva sylvestris L.	Mauve sauvage	-	LC	LC	-
Medicago orbicularis (L.) Bartal.	Luzerne orbiculaire	(PNA)	LC	LC	-
Microthlaspi perfoliatum (L.) F.K.Mey.	Tabouret perfolié	-	LC	LC	-
Muscari comosum (L.) Mill.	Muscari à toupet	-	LC	LC	-
Muscari neglectum Guss. ex Ten.	Muscari à grappes	-	LC	LC	-
Myosotis ramosissima Rochel	Myosotis rameux	-	LC	LC	-
Nerium oleander L.	Laurier rose	-	LC	NT	DT
Nigella damascena L.	Nigelle de Damas	(PNA)	LC	LC	-
Olea europaea L.	Olivier d'Europe	-	LC	LC	-
Oloptum miliaceum (L.) Röser & Hamasha	Piptathère faux Millet	-	LC	-	-
Ophrys passionis Sennen	Ophrys de la passion	-	LC	LC	-
Ophrys sp.	Ophrys de la passion	-	LC	-	-
Orchis purpurea Huds.	Orchis pourpre	-	LC	LC	-
Ornithogalum umbellatum L.	Dame-d'onze-heures	-	LC	-	-
Orobanche hederae Vaucher ex Duby	Orobanche du lierre	-	LC	LC	-
Osyris alba L.	Rouvet blanc	-	LC	LC	-
Oxalis articulata Savigny	Oxalis articulé	Introduite	LC	NA	-
Pallenis spinosa (L.) Cass.	Pallénis épineux	-	LC	LC	-
Papaver hybridum L.	Pavot hybride	(PNA)	LC	LC	-
Papaver rhoeas L.	Coquelicot	(PNA)	LC	LC	-
Pardoglossum cheirifolium (L.) Barbier & Mathez	Cynoglosse à feuilles de Giroflée	-	LC	LC	-
Parietaria judaica L.	Pariétaire des murs	-	LC	LC	-
Phillyrea angustifolia L.	Alavert à feuilles étroites	-	LC	LC	-
Phleum pratense L.	Fléole des prés	-	LC	LC	-
Pinus halepensis Mill.	Pin d'Alep	-	LC	LC	-
Pinus pinea L.	Pin parasol, Pin pignon	-	LC	LC	-
Pistacia lentiscus L.	Pistachier lentisque	-	LC	LC	-
Pistacia terebinthus L.	Pistachier térébinthe	-	LC	LC	-
Pittosporum tobira (Thunb.) W.T.Aiton	Arbre des Hottentots	Introduite	NA	NA	-
Plantago lanceolata L.	Plantain lancéolé	-	LC	LC	-
Poa bulbosa L.	Pâturin bulbeux	-	LC	LC	-
Podospermum laciniatum (L.) DC.	Scorzonère à feuilles de Chausse-trape	-	LC	LC	-
Populus alba L.	Peuplier blanc	-	LC	LC	-
Populus nigra L.	Peuplier commun noir	-	NA	LC	-
Populus x canescens (Aiton) Sm.	Peuplier grisard	Introduite	LC	-	-
Potentilla reptans L.	Potentille rampante	-	LC	LC	-
Poterium sanguisorba L.	Pimprenelle à fruits réticulés	-	LC	LC	-

Prunus cerasifera Ehrh.	Prunier myrobolan	Introduite	NA	NA	-
Prunus domestica L.	Prunier domestique	Introduite	NA	NA	-
Prunus dulcis (Mill.) D.A.Webb	Amandier amer	Introduite	NA	NA	-
Prunus spinosa L.	Épine noire, Prunellier	-	LC	LC	-
Quercus coccifera L.	Chêne Kermès	-	LC	LC	-
Quercus pubescens Willd.	Chêne pubescent	-	LC	LC	-
Ranunculus arvensis L.	Renoncule des champs	-	LC	LC	-
Ranunculus bulbosus L.	Renoncule bulbeuse	-	LC	LC	-
Reseda phyteuma L.	Réséda raiponce	-	LC	LC	-
Rhamnus alaternus L.	Neprun alaterne	-	LC	LC	-
Rhaponticum coniferum (L.) Greuter	Pomme-de-pin	-	LC	LC	-
Robinia pseudoacacia L.	Robinier faux-acacia	Introduite envahissante	NA	NA	-
Rosmarinus officinalis L.	Romarin	-	LC	LC	-
Rubia peregrina L.	Garance voyageuse	-	-	LC	-
Rumex crispus L.	Oseille crépue	-	LC	LC	-
Rumex pulcher L.	Patience élégante, Rumex joli	-	LC	LC	-
Ruscus aculeatus L.	Fragon, Petit houx	-	LC	LC	-
Salvia verbenaca L.	Sauge fausse-verveine	-	LC	LC	-
Sambucus nigra L.	Sureau noir	-	LC	LC	-
Saponaria ocymoides L.	Saponaire faux-basilic	-	LC	LC	-
Scabiosa columbaria L.	Scabieuse colombaire	-	LC	LC	-
Scandix pecten-veneris L.	Scandix Peigne-de-Vénus	(PNA)	LC	LC	-
Schedonorus arundinaceus (Schreb.) Dumort.	Fétuque Roseau	-	LC	LC	-
Scirpoides holoschoenus (L.) Soják	Scirpe-jonc	-	LC	LC	-
Scolymus hispanicus L.	Scolyme d'Espagne	-	LC	LC	-
Scorpiurus muricatus L.	Chenillette à fruits portant des pointes	Introduite	NA	-	-
Sedum amplexicaule DC.	Orpin ampléxicaule	-	NT	-	-
Sedum sediforme (Jacq.) Pau	Orpin blanc jaunâtre, Orpin de Nice	-	LC	LC	-
Senecio vulgaris L.	Séneçon commun, Séneçon vulgaire	-	LC	LC	-
Sherardia arvensis L.	Rubéole des champs, Gratteron fleuri	(PNA)	LC	LC	-
Silene italica (L.) Pers.	Silène d'Italie	-	LC	LC	-
Silene latifolia Poir. subsp. alba (Mill.) Greuter & Burdet	Compagnon blanc	-	LC	LC	-
Silybum marianum (L.) Gaertn.	Chardon marie, Chardon marbré	-	LC	LC	-
Sinapis arvensis L.	Moutarde des champs	(PNA)	LC	LC	-
Sonchus oleraceus L.	Laiteron potager, Laiteron lisse	-	LC	LC	-
Spartium junceum L.	Genêt d'Espagne, Spartier à tiges de jonc	-	LC	LC	-
Staehelina dubia L.	Stéhéline douteuse	-	LC	LC	-
Stellaria media (L.) Vill.	Mouron des oiseaux	-	LC	LC	-

Taraxacum sp.	Pissenlit	-	LC	-	-
Thymus vulgaris L.	Thym commun	-	LC	LC	-
Tilia platyphyllos Scop.	Tilleul à grandes feuilles	-	LC	LC	-
Torilis arvensis (Huds.) Link	Torilis des champs	-	LC	LC	-
Tragopogon porrifolius L.	Salsifis à feuilles de poireau	-	LC	LC	-
Trifolium campestre Schreb.	Trèfle champêtre, Trèfle jaune	-	LC	LC	-
Trifolium repens L.	Trèfle rampant, Trèfle blanc	-	LC	LC	-
Trifolium stellatum L.	Trèfle étoilé	-	LC	LC	-
Tulipa agenensis DC.	**Tulipe oeil-de-soleil, Tulipe d'Agen**	**Introduite, PN1, (PNA)**	**NA**	**NA**	**DT**
Typha angustifolia L.	Massette à feuilles étroites	-	LC	LC	-
Tyrimnus leucographus (L.) Cass.	Tyrimne à taches blanches	-	LC	LC	-
Ulmus minor Mill.	Petit orme	-	LC	LC	-
Urospermum dalechampii (L.) Scop. ex F.W.Schmidt	Urosperme de Daléchamps	-	LC	LC	-
Urtica dioica L.	Ortie dioïque	-	LC	LC	-
Veronica arvensis L.	Véronique des champs	-	LC	LC	-
Veronica hederifolia L.	Véronique à feuilles de lierre	-	LC	LC	-
Veronica persica Poir.	Véronique de Perse	-	NA	NA	-
Viburnum tinus L.	Viorne tin	-	LC	LC	-
Vicia hybrida L.	Vesce hybride	-	LC	LC	-
Vicia pannonica Crantz	Vesce de Hongrie	(PNA)	LC	LC	-
Vicia sativa L.	Vesce cultivée	Introduite non établie	NA	NA	-
Vinca major L.	Grande pervenche	Introduite	LC	LC	-
Vitis vinifera L.	Vigne cultivée	-	LC	NA	-
Vulpia unilateralis (L.) Stace	Vulpie unilatérale	-	LC	LC	-
Wisteria sinensis (Sims) Sweet	Glycine de Chine	Introduite	NA	NA	-
Yucca gloriosa L.	Yucca	Introduite	NA	NA	-

Sources :

1. Protections :

BE (Convention de Berne) : Convention relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel d'Europe (Convention de Berne) – 19.09.1979 – Conseil de l'Europe – Document officiel

PN (Protection Nationale) : Arrêté du 20 janvier 1982 fixant les listes des espèces végétales protégées sur l'ensemble du territoire – République Française – 26.09.2018 – Document officiel

PR (Protection Régionale) : Arrêté du 9 mai 1994 relatif à la liste des espèces végétales protégées en région Provence-Alpes-Côte d'Azur – République Française – 26.07.1994 – Document officiel

2. Dir. HFF :

Directive 92/43/CEE (Directive européenne dite Directive Habitats-Faune-Flore) du 21 mai 1992 concernant la conservation des habitats naturels ainsi que de la faune et de la faune sauvage – Commission Européenne – 01.01.2007 – Document officiel

3. Listes Rouges :

LR Nationale : Liste rouge des espèces menacées en France - Chapitre Flore vasculaire de France métropolitaine - UICN France, FCBN, AFB & MNHN – 2018

Liste rouge des espèces menacées en France - Chapitre Orchidées de France métropolitaine - UICN France, FCBN, SFO & MNHN – 2010

LR PACA : Liste rouge régionale de la flore vasculaire de Provence-Alpes-Côte d'Azur – CBNMED & CBNA - 2016

4. Statut ZNIEFF :

Catégories UICN pour la Liste Rouge			
EX	Espèce éteinte au niveau mondial	NT	Quasi-menacée
EW	Espèce éteinte à l'état sauvage	LC	Préoccupation mineure
RE	Espèce disparue	DD	Données insuffisantes pour évaluation
CR	En danger critique	NA	Non applicable (espèce non soumise à évaluation)
EN	En danger	NE	Non évaluée
VU	Vulnérable		

Liste des espèces de flore déterminantes en région PACA – MNHN, DREAL PACA & CEN PACA - 28/07/2016
Liste des espèces de flore remarquables en région PACA – MNHN, DREAL PACA & CEN PACA - 28/07/2016

Annexe III : Référentiel d'activité des chiroptères en PACA (source Vigie-Chiro, 2020)

Les valeurs données dans le tableau ci-dessous sont des nombres de contacts cumulés sur l'ensemble des nuits complètes en point fixe sur le portail Vigie-Chiro. Elles permettent d'interpréter objectivement l'activité mesurée sur les sites.

- Un nombre de contacts cumulés supérieur à Q98 % signifie une activité très forte, particulièrement notable pour l'espèce ;
- Un nombre de contacts cumulés compris entre Q98 % et Q75 % signifie une activité forte, révélant l'intérêt de la zone pour l'espèce ;
- Un nombre de contacts cumulés compris entre Q75 % et Q25 % signifie une activité modérée, donc dans la norme nationale ;
- Un nombre de contacts cumulés inférieur à Q25 % signifie que l'activité est considérée comme faible pour l'espèce.

Nombre de contacts / **Espèce (*Nom scientifique*)**	**< Q25 %**	**Compris entre Q25 % et Q75 %**	**Compris entre Q75 % et Q98 %**	**> Q98 %**
	Activité faible	**Activité modérée**	**Activité forte**	**Activité très forte**
Barbastella barbastellus	< 1	≥ 1 & < 10	≥ 10 & < 147	≥ 147
Eptesicus serotinus	< 5	≥ 5 & < 32	≥ 32 & < 200	> 200
Hypsugo savii	< 6	≥ 6 & < 47	≥ 47 & < 431	> 431
Miniopterus schreibersii	< 3	≥ 3 & <18	≥ 18 & < 122	> 122
*Myotis capaccinii**	< 7	≥ 7 & < 74	≥ 74 & < 699	> 699
Myotis daubentonii	< 2	≥ 2 & <16	≥ 16 & < 1125	> 1125
Myotis emarginatus	< 2	≥ 2 & < 8	≥ 8 & < 50	> 50
Myotis blyhtii/myotis	< 1	≥ 1 & < 4	≥ 4 & < 26	> 26
Myotis mystacinus	< 5	≥ 5 & < 44	≥ 44 & < 218	> 218
Myotis cf. naterreri	< 2	≥ 2 & < 8	≥ 8 & < 102	> 102
*Nyctalus lasiopterus**	< 1	≥ 1 & < 2	≥ 2 & < 3	> 3
Nyctalus leisleri	< 6	≥ 6 & < 34	≥ 34 & < 187	> 187
Nyctalus noctula	< 2	≥ 2 & < 9	≥ 9 & < 37	> 37
Pipistrellus kuhlii	< 52	≥ 52 & < 565	≥ 565 & < 3663	> 3663
Pipistrellus nathusii	< 11	≥ 11 & < 54	≥ 54 & < 287	> 287
Pipistrellus pipistrellus	< 24	≥ 24 & < 318	≥ 318 & < 2820	> 2820
Pipistrellus pygmaeus	< 18	≥ 18 & < 278	≥ 278 & < 2800	> 2800
Plecotus austriacus	< 3	≥ 3 & < 10	≥ 10 & < 57	> 57

Annexe IV : Liste des espèces d'insectes observées sur le site d'étude en 2013 (source AIRELE/Ecotonia)

Ordre	*Nom scientifique*	Nom vernaculaire	Protections	Dir. HFF	LR France
Lépidoptères	*Iphiclides podalirius*	Flambé	PR1 Ile de France	-	LC
Lépidoptères	*Papilio machaon*	Machaon	-	-	LC
Lépidoptères	*Pieris napi*	Piéride du navet	-	-	LC
Lépidoptères	*Pieris rapae*	Piéride de la rave	-	-	LC
Lépidoptères	*Colias crocea*	Souci	-	-	LC
Lépidoptères	*Gonepteryx cleopatra*	Citron de Provence	-	-	LC
Lépidoptères	*Gonepteryx rhamni*	Citron	-	-	LC
Lépidoptères	*Pieris brassicae*	Piéride du chou	-	-	LC
Lépidoptères	*Pieris sinapis*	Piéride de la moutarde	-	-	LC
Lépidoptères	*Aporia crataegi*	Gazé	PR1 Ile de France	-	LC
Lépidoptères	*Pontia daplidice*	Marbré de vert	-	-	LC
Lépidoptères	*Anthocharis euphenoides*	Aurore de Provence	-	-	LC
Lépidoptères	*Limenitis reducta*	Sylvain azuré	-	-	LC
Lépidoptères	*Pararge aegeria*	Tircis	-	-	LC
Lépidoptères	*Vanessa cardui*	Belle dame	-	-	LC
Lépidoptères	*Silene velutina*	Silène	-	-	LC
Lépidoptères	*Lasiommata megera*	Mégère	-	-	LC
Lépidoptères	*Coenonympha pamphilus*	Fadet commun	-	-	LC
Lépidoptères	*Pyronia cecilia*	Ocellé de la Canche	-	-	LC
Lépidoptères	*Maniola jurtina*	Myrtil	-	-	LC
Lépidoptères	*Melanargia galathea*	Demi-deuil	-	-	LC
Lépidoptères	*Vanessa atalanta*	Vulcain	-	-	LC
Lépidoptères	*Nymphalis polychloros*	Grande tortue	PR1 Ile de France	-	LC
Lépidoptères	*Aglais urticae*	Petite tortue	-	-	LC
Lépidoptères	*Polygonia c-album*	Robert le diable	-	-	LC
Lépidoptères	*Melitaea didyma*	Mélitée orangée	PR1 Ile de France	-	LC
Lépidoptères	*Issoria lathonia*	Petit nacré	-	-	LC
Lépidoptères	*Argynnis paphia*	Tabac d'Espagne	-	-	LC
Lépidoptères	*Aglais io*	Paon du jour	-	-	LC
Lépidoptères	*Lycaena phlaeas*	Cuivré commun	-	-	LC
Lépidoptères	*Callophrys rubi*	Argus vert	-	-	LC
Lépidoptères	*Aricia agestis*	Collier de Corail	-	-	LC
Lépidoptères	*Polyommatus icarus*	Argus bleu	-	-	LC
Lépidoptères	*Thymelicus lineola*	Hespérie du dactyle	-	-	LC
Lépidoptères	*Macroglossum stellatarum*	Moro-sphinx	-	-	-
Lépidoptères	*Agrius convolvuli*	Sphinx du liseron	-	-	-
Lépidoptères	*Euplagia quadripunctaria*	Ecaille chinée	-	Ann. II	-
Lépidoptères	*Zygaena romeo*	Zygène des vesces	-	-	-
Lépidoptères	*Adscita statices*	Turquoise	-	-	-

Lépidoptères	*Catocala nupta*	Mariée	-	-	-
Lépidoptères	*Lasiocampa quercus*	Bombyx du chêne	-	-	-
Orthoptères	*Tettigonia viridissima*	Grande sauterelle verte	-	-	-
Orthoptères	*Decticus albifrons*	Dectique à front blanc	-	-	-
Odonates	*Sympetrum sanguineum*	Sympétrum sanguin	-	-	LC
Odonates	*Brachytron pratense*	Aeschne printanière	-	-	LC
Odonates	*Anax imperator*	Anax empereur	-	-	LC
Odonates	*Ischnura pumilio*	Agrion nain	-	-	LC
Hémiptères	*Cicada orni*	Cigale grise	-	-	-
Hémiptères	*Cicadatra atra*	Cigale noire	-	-	-
Hémiptères	*Lyristes plebejus*	Grande cigale commune	-	-	-
Névroptères	*Libelloides coccajus*	Ascalaphe soufré	PR1 Ile de France	-	-

Sources :

1. Protections :

BE (Convention de Berne) : Convention relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel d'Europe (Convention de Berne) – 19.09.1979 – Conseil de l'Europe – Document officiel

PN (Protection Nationale) : Arrêté du 23 avril 2007 fixant la liste des insectes protégées sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection – République Française – 26.09.2018 – Document officiel

PR (Protection Régionale) : Arrêté du 22 juillet 1993 relatif à la liste des insectes protégés en région Ile-de-France complétant la liste nationale – République Française – 27.09.2018 – Document officiel

2. Dir. HFF :

Directive 92/43/CEE (Directive européenne dite Directive Habitats-Faune-Flore) du 21 mai 1992 concernant la conservation des habitats naturels ainsi que de la faune et de la faune sauvage – Commission Européenne – 01.01.2007 – Document officiel

3. Listes Rouges :

LR Nationale : Liste rouge des espèces menacées en France - Chapitre Papillons de jour de France métropolitaine - UICN France, OPIE, SFO & MNHN – 2016

Liste rouge des espèces menacées en France - Chapitre Libellules de jour de France métropolitaine - UICN France, OPIE, SFO & MNHN – 2016

Catégories UICN pour la Liste Rouge			
EX	Espèce éteinte au niveau mondial	NT	Quasi-menacée
EW	Espèce éteinte à l'état sauvage	LC	Préoccupation mineure
RE	Espèce disparue	DD	Données insuffisantes pour évaluation
CR	En danger critique	NA	Non applicable (espèce non soumise à évaluation)
EN	En danger	NE	Non évaluée
VU	Vulnérable		

Annexe V : Liste des espèces d'insectes observées sur le site en 2018-2019 et statuts de conservation (source Ecotonia)

Nom scientifique	Nom vernaculaire	Protections	Dir.HFF	LR France	LR PACA	Statut ZNIEFF
Apis mellifera	Abeille européenne	-	-	-	-	-
Aricia agestis	Collier-de-corail	-	-	-	-	-
Bombus campestris	Psithyre des champs	-	-	-	-	-
Bombus terrestris	Bourdon terrestre	-	-	-	-	-
Brintesia circe	Silène	-	-	LC	LC	-
Callophrys rubi	Thécla de la Ronce	-	-	LC	LC	
Cicada orni	Cigale grise	-	-	-	-	-
Cicadatra atra	Cigale noire	-	-	-	-	-
Colias crocea	Souci	-	-	LC	LC	-
Crocothemis erythraea	Crocothémis écarlate	-	-	LC	LC	-
Eristalis tenax	Éristale gluante	-	-	-	-	-
Eucera sp	Eucère non déterminée	-	-	-	-	-
Geomantis larvoides	-	-	-	-	-	-
Gonepteryx cleopatra	Citron de Provence	-	-	-	-	-
Iphiclides podalirius	Flambé	-	-	LC	LC	-
Lasiommata megera	Mégère	-	-	LC	LC	-
Libelloides coccajus	Ascalaphe soufré	-	-	-	-	-
Libythea celtis	Échancré	-	-	LC	LC	-
Licinus silphoides	Licine en forme de Silphe	-	-	-	-	-
Lycaena phlaeas	Cuivré commun	-	-	LC	LC	-
Lyristes plebejus	Cigale plébéienne	-	-	-	-	-
Macroglossum stellaratum	Moro sphynx	-	-	-	-	-
Melitaea cinxia	Mélitée du Plantain	PR1 Ile de France	-	LC	LC	-
Mylabris variabilis	Mylabre variable	-	-	-	-	-
Nymphalis polychloros	Grande tortue	-	-	LC	LC	
Papilio machaon	Machaon	-	-	LC	LC	-
Pararge aegeria	Tircis	-	-	-	-	-
Pieridae sp	Piéride indéterminée	-	-	-	-	-
Pieris brassicae	Piéride du chou	-	-	LC	LC	-

Pieris mannii	Piéride de l'Ibéride	-	-	LC	LC	-
Pieris napi	Piéride du Navet	-	-	LC	LC	-
Pieris rapae	Piéride de la rave	-	-	LC	LC	-
Pontia daplidice	Marbré-de-vert	-	-	LC	LC	-
Sympetrum sanguineum	Sympétrum sanguin	-	-	LC	LC	-
Vanessa atalanta	Vulcain	-	-	LC	LC	-
Vanessa cardui	Vanesse des Chardons	-	-	LC	LC	-
Vespula vulgaris	Guêpe commune	-	-	-	-	-
Xylocopa violacea	Abeille charpentière	-	-	-	-	-

Sources :

1. Protections :

BE (Convention de Berne) : Convention relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel d'Europe (Convention de Berne) – 19.09.1979 – Conseil de l'Europe – Document officiel

PN (Protection Nationale) : Arrêté du 23 avril 2007 fixant la liste des insectes protégées sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection – République Française – 26.09.2018 – Document officiel

PR (Protection Régionale) : Arrêté du 22 juillet 1993 relatif à la liste des insectes protégés en région Ile-de-France complétant la liste nationale – République Française – 27.09.2018 – Document officiel

2. Dir. HFF :

Directive 92/43/CEE (Directive européenne dite Directive Habitats-Faune-Flore) du 21 mai 1992 concernant la conservation des habitats naturels ainsi que de la faune et de la faune sauvage – Commission Européenne – 01.01.2007 – Document officiel

3. Listes Rouges :

LR Nationale : Liste rouge des espèces menacées en France - Chapitre Papillons de jour de France métropolitaine - UICN France, OPIE, SFO & MNHN – 2016

Liste rouge des espèces menacées en France - Chapitre Libellules de jour de France métropolitaine - UICN France, OPIE, SFO & MNHN – 2016

LR PACA : Liste rouge régionale des odonates de Provence-Alpes-Côte d'Azur – CEN PACA - 2017

Liste rouge régionale des papillons de jour de Provence-Alpes-Côte d'Azur – CEN PACA – 2016

Liste rouge régionale des orthoptères de Provence-Alpes-Côte d'Azur – CEN PACA - 2018

4. Statut ZNIEFF :

Liste des espèces de faune déterminantes en région PACA – MNHN, DREAL PACA & CEN PACA – 29/11/2017

Liste des espèces de faune remarquables en région PACA – MNHN, DREAL PACA & CEN PACA – 29/11/2017

Catégories UICN pour la Liste Rouge			
EX	Espèce éteinte au niveau mondial	NT	Quasi-menacée
EW	Espèce éteinte à l'état sauvage	LC	Préoccupation mineure
RE	Espèce disparue	DD	Données insuffisantes pour évaluation
CR	En danger critique	NA	Non applicable (espèce non soumise à évaluation)
EN	En danger	NE	Non évaluée
VU	Vulnérable		

Annexe VI : Liste des espèces d'Insectes observées sur le site en 2021 et statuts de conservation (source Ecotonia)

Famille	*Nom scientifique*	Nom vernaculaire	Protections	Dir.HFF	LR France	LR PACA	Statut ZNIEFF
Orthoptères Tettigoniidae	*Tettigonia viridissima*	Grande Sauterelle verte	-	-	-	LC	-
Orthoptères Acrididae	*Sphingonotus caerulans*	Oedipode aigue-marine	-	-	-	DD	-
Dermaptères Forficulidae	*Forficularia auricularia*	Pince-oreille	-	-	-	-	-
Neuroptères Chrysopidae	*Chrysoperla carnea*	Chrysope verte	-	-	-	-	-
Hemipterères Coreidae	*Gonocerus insidiator*	-	-	-	-	-	-
Hemipterères Lyageidae	*Lygaeus equestris*	Punaise écuyère	-	-	-	-	-
Hemipterères Pentatomidae	*Raphigaster nebulosa*	Punaise nébuleuse	-	-	-	-	-
	Aelia acuminata	Punaise à tête allongée	-	-	-	-	-
	Eurydema oleracea	Punaise potagère	-	-	-	-	-
	Eurydema ornata	Punaise rouge du chou	-	-	-	-	-
	Dolycoris baccarum	Punaise brune	-	-	-	-	-
Hémiptères Cydnidae	*Legnotus limbosus*	Punaise noire à bordure blanche	-	-	-	-	-
Hétéroptères Miridae	*Adelphocoris lineolatus*	-	-	-	-	-	-
Hémiptères Tingidae	*Tingis cardui*	-	-	-	-	-	-
Coléoptères Scarabaeidae Cetoniinae	*Oxythyrea funesta*	Cétoine funeste	-	-	-	-	-
Coléoptères Buprestidae	*Capnodis tenebrionis*	Capnode du Pêcher	-	-	-	-	-
Coléoptères Cicindelidae	*Cicindela campestris*	Cicindèle champetre	-	-	-	-	-
Coléoptères Carabidae	*Metadromius myrmidon*	-	-	-	-	-	-
Coléoptères Staphylinidae	*Tachyporus sp.*	-	-	-	-	-	-
Coléoptères Coccinellidae	*Hippodamia variegata*	Coccinelle des friches	-	-	-	-	-
	Novius cruentatus	-	-	-	-	-	-
	Psyllobora vigintiduopunctata	Coccinelle à 22 points	-	-	-	-	-
	Coccinella septempunctata	Coccinelle à sept points	-	-	-	-	-
	Rhyzobius chrysomeloides	-	-	-	-	-	-
	Symnus sp.	-	-	-	-	-	-
Coléoptères Scraptiidae	*Anaspis humeralis*	-	-	-	-	-	-
	Anaspis frontalis		-	-	-	-	-
Coléoptères Phalacridae	*Olibrus affinis*	-	-	-	-	-	-

Coléoptères Mycetophagidae	*Berginus tamariscis*	-	-	-	-	-	-
Coléoptères Dasytidae	*Psilothrix viridicoerulea*	Psilothrix vert	-	-	-	-	-
	Dasytes croceipes	-	-	-	-	-	-
Coléoptères Nitidulidae	*Meligethes sp.*	-	-	-	-	-	-
Coléoptères Ptinidae	*Ptinus dubius*	-	-	-	-	-	-
Coléoptères Chrysomelidae	*Psylliodes sp.*	-	-	-	-	-	-
	Phyllotreta cruciferae	-	-	-	-	-	-
	Bruchus rufimanus	-	-	-	-	-	-
	Altica sp.	-	-	-	-	-	-
	Bruchidius villosus	-	-	-	-	-	-
Coléoptères Curculionidae	*Acalles sp.*	-	-	-	-	-	-
	Apion frumentarium	-	-	-	-	-	-
	Apion sp.	-	-	-	-	-	-
	Curculionidae sp. 1	-	-	-	-	-	-
	Curculionidae sp. 2	-	-	-	-	-	-
	Lixus filiformis	-	-	-	-	-	-
	Orchestes quercus	-	-	-	-	-	-
	Protapions sp.	-	-	-	-	-	-
	Ceutorhynchus sp. 1	-	-	-	-	-	-
	Ceutorhynchus sp. 2	-	-	-	-	-	-
Hyménoptères Sphecidae	*Prionyx lividocinctus*	-	-	-	-	-	-
Hyménoptères Ichnemonidae	*Eurylabus larvatus*	-	-	-	-	-	-
Hyménoptères Chrysididae	*Chrysis scutellaris cf.*	-	-	-	-	-	-
Hymenoptères Vespidae	*Polistes dominula*	Guêpe poliste	-	-	-	-	-
	Vespula germanica	Guêpe germanique					
	Vespula vulgaris	Guêpe commune					
Hyménoptères Apidae	*Andrena sp.*	Abeille sauvage	-	-	-	-	-
	Apis melifera	Abeille domestique	-	-	-	-	-
	Bombus lapidarius	Bourdon des pierres	-	-	-	-	-
	Bombus pascuorum	Bourdon des champs	-	-	-	-	-
	Bombus terrestris	Bourdon terrestre	-	-	-	-	-
	Osmie sp.	-	-	-	-	-	-

	Xylocopa violaceae	Abeille charpentière					
Lépidoptères Hétérocères	*Macroglossum stellatarum*	Moro-Sphinx	-	-	-	-	-
	Cnephasia communana	-	-	-	-	-	-
	Cnephasia sp.	-	-	-	-	-	-
	Epichnopterix sp.	-	-	-	-	-	-
	Idaea sp.	-	-	-	-	-	-
	Heterocera sp.	-	-	-	-	-	-
Lépidoptères Rhopalocères Hesperiidae	*Carcharodus alceae*	Hespérie de l'Alcée	-	-	LC	LC	-
Lépidoptères Rhopalocères Papilionidae	*Iphiclides podalirius*	Flambé	PR1 Île de France		LC	LC	-
	Papilio machaon	Machaon	-	-	LC	LC	-
Lépidoptères Rhopalocères Lycaenidae	*Celastrina argiolus*	Azuré des nerpruns	-	-	LC	LC	-
	Lycaena phlaeas	Cuivré commun	-	-	LC	LC	-
	Aricia agestis	Collier de Corail	-	-	LC	LC	-
	Callophrys rubi	Argus vert	-	-	LC	LC	-
Lépidoptères Rhopalocères Nymphalidae	*Vanessa atalanta*	Vulcain	-	-	LC	LC	-
	Lasiommata megera	Mégère	-	-	LC	LC	-
	Coenonympha pamphilus	Fadet commun	-	-	LC	LC	-
	Nymphalis polychloros	Grande tortue	PR1 Île de France	-	LC	LC	-
	Melitaea cinxia	Mélitée du Plantin	PR1 Île de France	-	LC	LC	-
	Pararge aegeria	Tircis	-	-	LC	LC	-
Lépidoptères Rhopalocères Pieridae	*Anthocharis cardamines*	Aurore	-	-	LC	LC	-
	Colias crocea	Souci	-	-	LC	LC	-
	Euchloe crameri	Marbré de Cramer	-	-	LC	LC	-
	Gonepteryx cleopatra	Citron de Provence	-	-	LC	LC	-
	Pieris napi	Piéride du navet	-	-	LC	LC	-
	Pieris rapae	Piéride de la Rave	-	-	LC	LC	-
	Pontia daplidice	Marbré de vert	-	-	LC	LC	-
Diptères Tipulidae	*Tipula hortorum cf.*	-	-	-	-	-	-
Diptères Tachinidae	*Tachina magnicornis*	Échinomyie à pieds roux	-	-	-	-	-
Arachnides Thomisidae	*Synema globosum*	Thomise napoléon	-	-	-	-	-
Arachnides Amblyommidae	*Dermacentor marginatus*	Tique	-	-	-	-	-

Sources :

1. Protections :

BE (Convention de Berne) : Convention relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel d'Europe (Convention de Berne) – 19.09.1979 – Conseil de l'Europe – Document officiel

PN (Protection Nationale) : Arrêté du 23 avril 2007 fixant la liste des insectes protégées sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection – République Française – 26.09.2018 – Document officiel

PR (Protection Régionale) : Arrêté du 22 juillet 1993 relatif à la liste des insectes protégés en région Ile-de-France complétant la liste nationale – République Française – 27.09.2018 – Document officiel

2. Dir. HFF :

Directive 92/43/CEE (Directive européenne dite Directive Habitats-Faune-Flore) du 21 mai 1992 concernant la conservation des habitats naturels ainsi que de la faune et de la faune sauvage – Commission Européenne – 01.01.2007 – Document officiel

3. Listes Rouges :

LR Nationale : Liste rouge des espèces menacées en France - Chapitre Papillons de jour de France métropolitaine - UICN France, OPIE, SFO & MNHN – 2016

Liste rouge des espèces menacées en France - Chapitre Libellules de jour de France métropolitaine - UICN France, OPIE, SFO & MNHN – 2016

LR PACA : Liste rouge régionale des odonates de Provence-Alpes-Côte d'Azur – CEN PACA - 2017

Liste rouge régionale des papillons de jour de Provence-Alpes-Côte d'Azur – CEN PACA – 2016

Liste rouge régionale des orthoptères de Provence-Alpes-Côte d'Azur – CEN PACA - 2018

4. Statut ZNIEFF :

Liste des espèces de faune déterminantes en région PACA – MNHN, DREAL PACA & CEN PACA – 29/11/2017

Liste des espèces de faune remarquables en région PACA – MNHN, DREAL PACA & CEN PACA – 29/11/2017

Catégories UICN pour la Liste Rouge

EX	Espèce éteinte au niveau mondial	NT	Quasi-menacée
EW	Espèce éteinte à l'état sauvage	LC	Préoccupation mineure
RE	Espèce disparue	DD	Données insuffisantes pour évaluation
CR	En danger critique	NA	Non applicable (espèce non soumise à évaluation)
EN	En danger	NE	Non évaluée
VU	Vulnérable		

Annexe VII : Liste des espèces d'Insectes observées sur le site en 2022 et statuts de conservation (source Ecotonia)

Nom scientifique	Nom vernaculaire	Ordre et Famille	Protections (BE, BO, PN, PRPACA)	Dir. HFF	LR France	LR Région PACA	Statut ZNIEFF reg. PACA
Iphiclides podalirius	Flambé	**Lépidoptères**	**IdF**	-	LC	LC	-
Aglais io	Paon-du-jour	**Lépidoptères**	-	-	LC	LC	-
Aiolopus strepens	Œdipode automnale	**Orthoptères**	-	-	-	LC	-
Anacridium aegyptium	Criquet égyptien	**Orthoptères**	-	-	-	LC	-
Anax imperator	Anax empereur	**Odonates**	-	-	LC	LC	-
Anthocharis cardamines		**Lépidoptères**	-	-	LC	LC	-
Argynnis pandora	Cardinal	**Lépidoptères**	-	-	LC	LC	-
Argynnis paphia	Tabac d'Espagne	**Lépidoptères**	-	-	LC	LC	-
Aricia agestis	Collier de Corail	**Lépidoptères**	-	-	LC	LC	-
Bombus terrestris	Bourdon terrestre	**Hyménoptères**	-	-	LC	-	-
Brintesia circe	Silène	**Lépidoptères**	-	-	LC	LC	-
Callophrys rubi	Thécla de la Ronce	**Lepidoptères**	-	-	LC	LC	-
Carcharodus alceae	Hespérie de l'Alcée	**Lépidotpères**	-	-	LC	LC	-
Celastrina argiolus	Azuré des Nerpruns	**Lepidoptères**	-	-	LC	LC	-
Coenagrion mercuriale	Agrion de Mercure	**Odonates**	**BE II, PN,**	**II**	LC	LC	-
Coenagrion puella	Agrion jouvencelle	**Odonates**	-	-	LC	LC	-
Coenonympha pamphilus	Fadet commun	**Lépidoptères**	-	-	LC	LC	-
Coenonympha pamphilus	Fadet commun	**Lépidoptères**	-	-	LC	LC	-
Colias alfacariensis	Fluoré	**Lépidoptères**	-	-	LC	LC	-
Colias crocea	Souci	**Lépidoptères**	-	-	LC	LC	-
Cordulegaster boltonii	Cordulégastre annelé	**Odonates**	-	-	LC	LC	-
Decticus albifrons	Dectique à front blanc	**Orthoptères**	-	-	LC	LC	-
Empusa penata	Empuse commune	**Mantodea**	-	-	LC	LC	-
Euchloe crameri	Piéride des Biscutelles	**Lépidoptères**	-	-	LC	LC	-
Gonepteryx cleopatra	Citron de Provence	**Lépidoptères**	-	-	LC	LC	-
Gonepteryx rhamni	Citron	**Lépidoptères**	-	-	LC	LC	-
Hipparchia fagi	Sylvandre	**Diptères**	-	-	LC	LC	-
Lachnaia paradoxa	-	**Coléoptères**	-	-	-	-	-
Lasiommata megera	Mégère	**Lépidoptères**	-	-	LC	LC	-
Leptidea sinapis	Piéride de la moutarde	**Lépidoptères**	-	-	LC	LC	-
Limenitis reducta	Sylvain azuré	**Lépidoptères**	-	-	LC	LC	-
Lycaena phlaeas	Cuivré commun	**Lépidoptères**	-	-	LC	LC	-
Maniola jurtina	Myrtil	**Lépidoptères**	-	-	LC	LC	-
Mantis religiosa	Mante religieuse	**Mantodea**	-	-	LC	LC	-
Melanargia galathea	Demi-deuil	**Lépidoptères**	-	-	LC	LC	-
Melitaea athalia	Mélitée du Mélampyre	**Lépidoptères**	-	-	LC	LC	-

Melitaea cinxia	Mélitée du Plantain	**Lépidoptères**	**IdF**	-	**LC**	**LC**	-
Melitaea deione	Mélitée des Linaires	**Lépidoptères**	-	-	**LC**	**LC**	-
Melitaea didyma	Mélitée orangée	**Lépidoptères**	**IdF**	-	**LC**	**LC**	-
Melitaea phoebe	Mélitée des centaurées	**Lépidoptères**	**IdF**	-	**LC**	**LC**	-
Ochlodes sylvanus	Sylvaine	**Coléoptères**	-	-	**LC**	**LC**	-
Oedipoda caerulescens	Criquet bleu	**Orthoptères**	-	-	**LC**	**LC**	-
Oedipoda germanica	Criquet rouge	**Orthoptères**	-	-	**LC**	**LC**	-
Onychogomphus forcipatus	Gomphe à forceps	**Odonates**	-	-	**LC**	**LC**	-
Orthetrum brunneum	Orthétrum brun	**Odonates**	-	-	**LC**	**LC**	-
Orthetrum cancellatum	Orthétrum réticulé	**Odonates**	-	-	**LC**	**LC**	-
Papilio machaon	Machaon	**Lépidoptères**	-	-	**LC**	**LC**	-
Pararge aegeria	Tircis	**Lépidoptères**	-	-	**LC**	**LC**	-
Pieris brassicae	Piéride du Chou	**Lépidoptères**	-	-	**LC**	**LC**	-
Pieris mannii	Piéride de l'Ibéride	**Lépidoptères**	-	-	**LC**	**LC**	-
Pieris napi	Piéride du Navet	**Lépidoptères**	-	-	**LC**	**LC**	-
Pieris rapae	Piéride de la Rave	**Lépidoptères**	-	-	**LC**	**LC**	-
Polyommatus icarus	Argus bleu	**Lépidoptères**	-	-	**LC**	**LC**	-
Polyommatus thersites	Azuré de l'Esparcette	**Lépidoptères**	-	-	**LC**	**LC**	-
Pontia daplidice	Marbré de vert	**Lépidoptères**	-	-	**LC**	**LC**	-
Pyrgus armoricanus	Hespérie des Potentilles	**Lépidoptères**	-	-	**LC**	**LC**	-
Pyrgus malvoides	Tacheté austral	**Lépidoptères**	-	-	**LC**	**LC**	-
Pyrgus onopordi	Hespérie de la Malope	**Lépidoptères**	-	-	**LC**	**LC**	-
Pyronia bathseba	Ocellé rubané	**Lépidoptères**	-	-	**LC**	**LC**	-
Pyronia cecilia	Ocellé de le Canche	**Lépidoptères**	-	-	**LC**	**LC**	-
Pyrrhosoma nymphula	Petite nymphe au corps de feu	**Odonates**	-	-	**LC**	**LC**	-
Satyrium esculi	Thécla du Kermès	**Hémiptères**	-	-	**LC**	**LC**	-
Sphingonotus caerulans	Oedipode aigue-marine	**Coléoptères**	-	-	**LC**	**LC**	-
Spialia sertorius	Hespérie des Sanguisorbes	**Lépidoptères**	-	-	**LC**	**LC**	-
Sympetrum fonscolombii	Sympétrum de Fonscolombe	**Odonates**	-	-	**LC**	**LC**	-
Tettigona viridissima	Grande sauterelle verte	**Orthoptères**	-	-	**LC**	**LC**	-
Thymelicus acteon	Hespérie du chiendent	**Lépidoptères**	-	-	**LC**	**LC**	-
Thymelicus sylvestris	Hespérie de la houque	**Lépidoptères**	-	-	**LC**	**LC**	-
Tylopsis lilifolia	Phanéroptère liliacé	**Diptères**	-	-	**LC**	**LC**	-
Vanessa atalanta	Vulcain	**Lépidoptères**	-	-	**LC**	**LC**	-
Vanessa cardui	Belle Dame	**Lépidoptères**	-	-	**LC**	**LC**	-
Xylocopa iris	Xylocope irisé	**Hyménoptères**	-	-	**LC**	-	-
Xylocopa violacea	Abeille charpentière	**Hyménoptères**	-	-	**LC**	-	-
Zygaena filipendulae	Zygène des Lotiers	**Lépidoptères**	-	-	**NE**	**LC**	-
Acontia lucida	Collier blanc	**Lépidoptères**	-	-	-	-	-
Aculepeira armida	-	**Arachnides**	-	-	-	-	-
Adelphocoris vandalicus	-	**Hémiptères**	-	-	-	-	-

Aelia acuminata	-	**Hémiptères**	-	-	-	-	-
Agapanthia cardui	Aiguille des piquants	**Coléoptères**	-	-	-	-	-
Agapanthia villosoviridecens	Aiguille marbrée	**Coléoptères**	-	-	-	-	-
Agapanthia violacea	-	**Coléoptères**	-	-	-	-	-
Agrilus angustulus	Agrille du chêne	**Hémiptères**	-	-	-	-	-
Anaspis flava	-	**Coléoptères**	-	-	-	-	-
Anaspis frontalis	-	**Coléoptères**	-	-	-	-	-
Anthaxia fulgurans		**Coléoptères**	-	-	-	-	-
Anthaxia hungarica	Bupreste hongrois	**Coléoptères**	-	-	-	-	-
Anthaxia ignipennis	-	**Coléoptères**	-	-	-	-	-
Anthaxia millefolii	Abeille de Perrin	**Coléoptères**	-	-	-	-	-
Anthaxia nitidula	-	**Coléoptères**	-	-	-	-	-
Apis melifera	Abeille domestique	**Hyménoptères**	-	-	-	-	-
Attalus varitarsis	-	**Coléoptères**	-	-	-	-	-
Axinotarsus marginalis	-	**Coléoptères**	-	-	-	-	-
Bombus pascuorum	Bourdon des champs	**Hyménoptères**	-	-	-	-	-
Bombylius major	Grand bombyle	**Diptères**	-	-	-	-	-
Bombylius minor	-	**Diptères**	-	-	**NE**	-	-
Bruchidius cinerascens	-	**Coléoptères**	-	-	-	-	-
Bruchidius marginalis	-	**Coléoptères**	-	-	-	-	-
Bruchus luteicornis	-	**Coléoptères**	-	-	-	-	-
Calamobius filum	Aiguillonier	**Coléoptères**	-	-	-	-	-
Caliprobola speciosa	-	**Diptères**	-	-	-	-	-
Camponotus vagus	-	**Hyménoptères**		-	**NE**	-	-
Camptopus lateralis	Alydide des genêts	**Hémiptères**		-	**NE**	-	-
Capnodis tenebricosa	Capnode de l'Oseille	**Coléoptères**	-	-	-	-	-
Capnodis tenebrionis	Capnode du Pêcher	**Coléoptères**	-	-	**NE**	-	-
Carpocoris mediterraneus atlanticus	-	**Hémiptères**	-	-	-	-	-
Centrocoris spiniger		**Hémiptères**	-	-	-	-	-
Centrotus cornutus	Demi-diable	**Hémiptères**	-	-	-	-	-
Cercopis intermedia	-	**Hémiptères**	-	-	**NE**	-	-
Cercopis sanguinolenta	-	**Hémiptères**	-	-	-	-	-
Cetonia aurata	Cétoine dorée	**Coléoptères**	-	-	-	-	-
Chrysanthia viridissima	-	**Coléoptères**	-	-	-	-	-
Chrysoperla carnea	-	**Neuroptères**	-	-	-	-	-
Cicada orni	Cigale de l'Orne	**Hémiptères**	-	-	-	-	-
Cicadatra atra	Cigale noire	**Hémiptères**	-	-	-	-	-
Cionus olivieri	Cione d'Olivier	**Coléoptères**	-	-	-	-	-
Clanoptilus rufus	Malachie rousse	**Coléoptères**	-	-	-	-	-
Clytra quadripunctata	Clytre à petites taches	**Coléoptères**					
Coccinella septempunctata	Coccinelle à sept points	**Coléoptères**	-	-	-	-	-
Coreus marginatus	-	**Hémiptères**	-	-	-	-	-
Coscinia striata	Ecaille striée	**Lépidoptères**	-	-	-	-	-

Crematogaster scutellaris	-	**Hyménoptères**	-	-	-	-	-
Cryptocephalus fulvus	-	**Coléoptères**	-	-	-	-	-
Cryptocephalus rugicollis	Cryptocephale à corselet rugueux	**Coléoptères**	-	-	-	-	-
Cryptocephalus sericeus	-	**Coléoptères**	-	-	-	-	-
Curculio glandium	-	**Coléoptères**	-	-	-	-	-
Dasypogon diadema	-	**Diptères**	-	-	-	-	-
Dasytes aeratus	-	**Coléoptères**	-	-	-	-	-
Dendarus tristis	-	**Coléoptères**	-	-	-	-	-
Deraeocoris ribauti	-	**Hémiptères**	-	-	-	-	-
Deraeocoris schach	-	**Hémiptères**	-	-	-	-	-
Distoleon tetragrammicus	Fourmillion longicorne	**Neuroptères**	-	-	-	-	-
Divales bipustulatus	-	**Coléoptères**	-	-	-	-	-
Dolycoris baccarum	-	**Coléoptères Dasytidae**	-	-	-	-	-
Drilus flavescens	Drille joyeux	**Coléoptères**	-	-	-	-	-
Enicopus ater	-	**Coléoptères**	-	-	-	-	-
Episyrphus balteatus	Syrphe ceinturé	**Diptères**	-	-	**NE**	-	
Eristalis pertinax	-	**Diptères**	-	-	-	-	-
Euborellia annulipes	-	**Dermaptères**	-	-	-	-	-
Euodynerus dantici	-	**Hymenoptères**	-	-	-	-	-
Eurranthis plummistaria	Fidonie plumeuse	**Lépidoptères**	-	-	**NE**	-	
Eurydema ornata	-	**Hémiptères**	-	-	-	-	-
Eurydema ventralis	-	**Hymenoptères**	-	-	-	-	-
Eurygaster maura	-	**Hémiptères**	-	-	-	-	-
Eurygaster testudinaria	-	**Hémiptères**	-	-	-	-	-
Exosoma lusitanica	Lupérus portugais	**Coléoptères**	-	-	-	-	-
Eysarcoris ventralis	-	**Hymenoptères**	-	-	-	-	-
Ferdinandea cuprea	-	**Diptères**	-	-	-	-	-
Forficula auricularia	Pince-oreille	**Hymenoptères**	-	-	-	-	-
Graphosoma italicum	-	**Hémiptères**	-	-	-	-	-
Gymnocheta viridis	-	**Diptères**	-	-	-	-	-
Hippodamia variegata	Coccinelle des friches	**Coléoptères**	-	-	-	-	-
Hysteropterum schaefferi	-	**Hémiptères**	-	-	-	-	-
Lachnaia pubescens	Chrysomèle du Chêne	**Coléoptères**	-	-	-	-	-
Larinus turbinatus	Charançon travailleur	**Lépidoptères**	-	-	-	-	-
Libelloides coccajus	Ascalaphe soufré	**Neuroptères**	-	-	-	-	-
Libelloides ictericus	-	**Neuroptères**	-	-	-	-	-
Libelloides longicornis	Ascalaphe ambré	**Neuroptères**	-	-	-	-	-
Lixus acicularis	-	**Neuroptères**	-	-	-	-	-
Lixus angustatus	Lixe poudreux	**Coléoptères**	-	-	-	-	-
Lixus filiformis	Charançon fausse aiguille	**Neuroptères**	-	-	-	-	-
Lygaeus equestris	Punaise écuyère	**Hémiptères**	-	-	-	-	-
Lyristes plebejus	Cigale plégéienne	**Hémiptères**	-	-	-	-	-
Lythria purpuraria	Ensanglantée des Renouées	**Lépidoptères**	-	-	-	-	-

Macroglossum stellaratum	Moro sphynx	**Lepidoptères**	-	-	-	-	-
Macronemurus appendiculatus	-	**Lépidoptères**	-	-	-	-	-
Malachius bipustulatus	Malachie à deux points	**Coléoptères**	-	-	-	-	-
Megascolia maculata	Scolie des jardins	**Hyménoptères**	-	-	-	-	-
Microhoria fasciata	-	**Coléoptères**	-	-	-	-	-
Mordellistena neuwaldeggiana	-	**Coléoptères**	-	-	-	-	-
Mycterus curculioides	-	**Coléoptères**	-	-	-	-	-
Mylabris quadripunctata	-	**Coléoptères**	-	-	-	-	-
Mylabris variabilis	-	**Coléoptères**	-	-	-	-	-
Netocia morio	Cétoine noire	**Coléoptères**	-	-	-	-	-
Nezara viridula	Punaise verte ponctuée	**Coléoptères**	-	-	-	-	-
Ocypus olens	Staphylin odorant	**Coléoptères**	-	-	-	-	-
Oedemera atrata	-	**Coléoptères**	-	-	-	-	-
Oedemera flavipes	Cycliste à bras jaunes	**Coléoptères**	-	-	-	-	-
Oedemera lurida	-	**Coléoptères**	-	-	-	-	-
Oedemera nobilis	Cycliste à maillot vert	**Coléoptères**	-	-	-	-	-
Oedemera podagrirae	Cycliste à maillot jaune	**Coléoptères**	-	-	-	-	-
Omophlus lepturoides	-	**Coléoptères**	-	-	-	-	-
Opsilia caerulescens	-	**Coléoptères**	-	-	-	-	-
Oxythyrea funesta	Cétoine funeste	**Coléoptères**	-	-	-	-	-
Pachytychius squamosus	-	**Coléoptères**	-	-	-	-	-
Palomela prasina	-	**Hémiptères**	-	-	-	-	-
Philaenus leucophthalmus	-	**Hémiptères**	-	-	-	-	-
Phyllobius betulinus	-	**Coléoptères**	-	-	-	-	-
Piezodorus lituratus	-	**Hémiptères**	-	-	-	-	-
Podagrica fuscicornis	Altise de la guimauve	**Coléoptères**	-	-	-	-	-
Polistes dominula	Guêpe poliste	**Hyménoptères**	-	-	-	-	-
Polistes gallicus	-	**Hyménoptères**	-	-	-	-	-
Propylea quatuordecimpunctata	Coccinelle à 14 points	**Hémiptères**	-	-	-	-	-
Psilothrix viridicaerulea	Psilothrix vert	**Coléoptères**	-	-	-	-	-
Pterophorus pentadactylus	-	**Lépidoptères**	-	-	-	-	-
Pyrrhocoris apterus	Gendarme	**Hémiptères**	-	-	-	-	-
Raphidia maculicollis	-	**Neoptères**	-	-	-	-	-
Rhynocoris erythropus	Réduve à pattes rouges	**Hémiptères**	-	-	-	-	-
Rhynocoris iracundus	-	**Hémiptères**	-	-	-	-	-
Saperda punctata	Saperde de l'Orme	**Coléoptères**	-	-	**NE**	-	
Sarcophaga carnaria	Mouche à damier	**Hémiptères**	-	-	-	-	-
Scaeva selenitica	-	**Diptères**	-	-	-	-	-
Scraptia dubia	-	**Coléoptères**	-	-	-	-	-
Sphaeroderma rubidum	-	**Coléoptères**	-	-	-	-	-

Spilostethus pandurus	-	**Coléoptères**	-	-	-	-	-
Stenodynerus fastidiosissimus	-	**Coléoptères**	-	-	-	-	-
Stenopterus ater	Sténoptère noir	**Coléoptères**	-	-	-	-	-
Stenopterus rufus	Stenoptère roux	**Coléoptères**	-	-	-	-	-
Stictoleptura cordigera	Lepture de cœur	**Coléoptères**	-	-	-	-	-
Stictoleptura rubra	Lepture cardinale	**Coléoptères**	-	-	-	-	-
Synema globosum	Thomise napoléon	**Arachnides**	-	-	-	-	-
Syrphus ribesii	Syrphe du groseillier	**Diptères**	-	-	-	-	-
Tachina magnicornis	-	**Diptères**	-	-	-	-	-
Tettiguettalna argentata	Cigalette argentée	**Hémiptère**	-	-	-	-	-
Thomisus onustus	Thomise replet	**Arachnides**	-	-	-	-	-
Tipula lunata	-	**Diptères**	-	-	-	-	-
Trachys troglodytiformis	-	**Coléoptères**	-	-	-	-	-
Trichodes alvearius	Clairon des abeilles	**Coléoptères**	-	-	-	-	-
Tropinota hirta	Cétoine hirsute	**Coléoptères**	-	-	-	-	-
Tyta luctuosa	Noctuelle en deuil	**Lépidoptères**	-	-	-	-	-
Valgus hemipterus	Cétoine punaise	**Coléoptères**	-	-	-	-	-
Vespa crabro	Frelon d'Europe	**Hyménoptères**	-	-	-	-	-
Vespula germanica	Guêpe germanique	**Hyménoptères**	-	-	-	-	-
Vespula vulgaris	Guêpe commune	**Hyménoptères**	-	-	-	-	-
Zygaena erythrus	Zygène des garrigues	**Lépidoptères**	-	-	-	-	-
Zygaena sarpedon	Zygène du Panicaut	**Lépidoptères**	-	-	-	-	-

Annexe VIII : Liste des espèces avifaunistiques observées sur le site en 2013 et statuts de conservation (source Ecotonia)

Nom scientifique	Nom vernaculaire	Protections	D.O.	LR France Nicheurs	LR PACA Nicheurs
Lullula arborea	Alouette lulu	BEIII – PN3	Ann. I	LC	LC
Cettia cetti	Bouscarle de Cetti	BEII – PN3	-	NT	LC
Emberiza citrinella	Bruant jaune	BEII – PN3	-	VU	NT
Emberiza hortulana	Bruant ortolan	BEIII – PN3	Ann. I	EN	VU
Circus cyaneus	Busard Saint-Martin	BOII – PN3	Ann. I	LC	NA
Buteo buteo	Buse variable	BOII – PN3	-	LC	LC
Coturnix coturnix	Caille des blés	BEIII – BOII – PN3 - chassable	Ann. II/2	LC	VU
Carduelis carduelis	Chardonneret élégant	BEII – PN3	-	VU	LC
Corvus monedula	Choucas des tours	PN3	Ann. II/2	LC	LC
Strix aluco	Chouette hulotte	BEII – PN3	-	LC	LC
Corvus corone	Corneille noire	PN3	Ann. II/2	LC	LC
Sturnus vulgaris	Etourneau sansonnet	-	Ann. II/2	LC	LC
Phasianus colchicus	Faisan de Colchide	BEIII	Ann. II/1 et III/1	LC	LC
Sylvia conspicillata	Fauvette à lunettes	BEII – PN3	-	EN	EN
Sylvia atricapilla	Fauvette à tête noire	BEII – PN3	-	LC	LC
Sylvia borin	Fauvette des jardins	BEII – PN3	-	NT	LC
Sylvia melanocephala	Fauvette mélanocéphale	BEII – PN3	-	NT	LC
Garrulus glandarius	Geai des chênes	-	Ann. II/2	LC	LC
Muscicapa striata	Gobemouche gris	BOII – BEII – PN3	-	NT	VU
Ficedula hypoleuca	Gobemouche noir	BOII – BEII – PN3	-	VU	-
Certhia familiaris	Grimpereau des bois	BEIII – PN3	-	LC	LC
Certhia brachydactyla	Grimpereau des jardins	BEIII – PN3	-	LC	LC
Delichon urbicum	Hirondelle de fenêtre	BEII – PN3	-	NT	LC
Hirundo rustica	Hirondelle rustique	BEII – PN3	-	NT	LC
Acrocephalus melanopogon	Lusciniole à moustaches	BEII – PN3	Ann. I	EN	VU
Turdus merula	Merle noir	BEIII – PN3 - chassable	Ann. II/2	LC	LC
Cyanistes caeruleus	Mésange bleue	BEII – PN3	-	LC	LC
Parus major	Mésange charbonnière	BEII – PN3	-	LC	LC
Alectoris rufa	Perdrix rouge	BEIII - chassable	Ann. II/1 et III/1	LC	VU*
Acrocephalus schoenobaenus	Phragmite des joncs	BEII – PN3	-	LC	-
Dendrocopos major	Pic épeiche	BEII – PN3	-	LC	LC
Picus viridis	Pic vert	BEII – PN3	-	LC	LC
Pica pica	Pie bavarde	-	Ann. II/2	LC	LC
Columbia livia	Pigeon biset	BEIII - PN3 - chassable	Ann. II/1	DD	RE*
Columbia palumbus	Pigeon ramier	Chassable	Ann. II/1 et III/1	LC	LC
Fringilla coelebs	Pinson des arbres	BEIII - PN3	-	LC	LC

Phylloscopus collybita	Pouillot véloce	BEII - PN3	-	LC	LC
Luscinia megarhynchos	Rossignol philomèle	BEII - PN3	-	LC	LC
Erithacus rubecula	Rougegorge familier	BEII - PN3	-	LC	LC
Acrocephalus scirpaceus	Rousserolle effarvatte	BEII - PN3	-	LC	LC
Serinus serinus	Serin cini	BEII - PN3	-	VU	LC
Sitta europaea	Sittelle torchepot	BEII - PN3	-	LC	LC
Streptopelia decaocto	Tourterelle turque	BEIII - PN3 - chassable	Ann. II/2	LC	LC
Carduelis chloris	Verdier d'Europe	BEII - PN3	-	VU	LC

Sources :

1. Protections :

BE (Convention de Berne) : Convention relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel d'Europe (Convention de Berne) – 19.09.1979 – Conseil de l'Europe – Document officiel

BO (Convention de Bonn) : Convention sur la conservation des espèces migratrices appartenant à la faune sauvage (CMS – Convention de Bonn) – 23 juin 1979 – Document officiel

PN (Protection Nationale) : Arrêté du 29 octobre 2009 fixant la liste des oiseaux protégées sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection – République Française – 05.12.2009 – Document officiel

Arrêté du 26 juin 1987 fixant la liste des espèces de gibier dons la chasse est autorisée – République Française – 26.09.2018 - Document officiel

2. Dir. Oiseaux :

Directive 2009/147/CE (Directive européenne dite Directive Oiseaux) du 21 mai 1992 concernant la conservation des oiseaux sauvages (version codifiée) – Parlement Européen et Conseil – 30.11.2009 – Document officiel

3. Listes Rouges :

LR Nationale : Liste rouge des espèces menacées en France - Chapitre Oiseaux de France métropolitaine - UICN France, LPO, SEOF, ONCFS & MNHN – 2016

LR PACA : Liste rouge régionale des oiseaux nicheurs de Provence-Alpes-Côte d'Azur – CEN PACA & LPO - 2016

Catégories UICN pour la Liste Rouge			
EX	Espèce éteinte au niveau mondial	NT	Quasi-menacée
EW	Espèce éteinte à l'état sauvage	LC	Préoccupation mineure
RE	Espèce disparue	DD	Données insuffisantes pour évaluation
CR	En danger critique	NA	Non applicable (espèce non soumise à évaluation)
EN	En danger	NE	Non évaluée
VU	Vulnérable		

* pour les spécimens sauvages

Annexe IX : Liste des espèces avifaunistiques observées sur le site en 2018 et statuts de conservation (source Ecotonia)

Nom scientifique	Nom vernaculaire	Protections	D.O.	LR France Nich.	LR France Hiv.	LR France Pass.	LR PACA Nich.	Statut ZNIEFF
Columba livia f. domestica	Pigeon biset domestique	BEIII - PN3 - chassable	Ann. II/1	DD	-	-	RE*	-
Emberiza schoeniclus	Bruant des roseaux	BEII - PN3	-	EN	-	NA	EN	RQ
Anthus pratensis	Pipit farlouse	BEII - PN3	-	VU	DD	NA	-	-
Carduelis cannabina	Linotte mélodieuse	BEII - BEIII - PN3	-	VU	NA	NA	VU	-
Saxicola rubicola	Tarier pâtre	BEII - BEIII - PN3	-	NT	NA	NA	VU	-
Carduelis carduelis	Chardonneret élégant	BEII - PN3	-	VU	NA	NA	LC	-
Carduelis chloris	Verdier d'Europe	BEII - BEIII - PN3	-	VU	NA	NA	LC	-
Cettia cetti	Bouscarle de Cetti	BEIII - PN3	-	NT	-	-	LC	-
Serinus serinus	Serin cini	BEII - PN3	-	VU	-	NA d	LC	-
Sylvia melanocephala	Fauvette mélanocéphale	BEII - PN3	-	NT	-	-	LC	-
Athene noctua	Chevêche d'Athéna	BEII - PN3	-	LC	-	-	LC	RQ
Bubo bubo	Grand-duc d'Europe	BEII - PN3	Ann. I	LC	-	-	LC	RQ
Buteo buteo	Buse variable	BEIII - BOII - PN3	-	LC	NA	NA	LC	-
Columba palumbus	Pigeon ramier	Chassable	Ann. II/1 et III/1	LC	LC	NA	LC	-
Corvus corone	Corneille noire	BEIII	Ann. II/2	LC	NA	-	LC	-
Corvus monedula	Choucas des tours	PN3	Ann. II/2	LC	NA	-	LC	-
Emberiza cirlus	Bruant zizi	BEII - PN3	-	LC	-	NA	LC	-
Regulus ignicapilla	Roitelet à triple bandeau	BEII - PN3	-	LC	NA	NA	LC	-
Troglodytes troglodytes	Troglodyte mignon	BEII - PN3	-	LC	NA	-	LC	-
Aegithalos caudatus	Mésange à longue queue	BEIII - PN3	-	LC	-	NA	LC	-
Certhia brachydactyla	Grimpereau des jardins	BEIII - PN3	-	LC	-	-	LC	-
Cyanistes caeruleus	Mésange bleue	BEII - PN3	-	LC	-	NA	LC	-
Dendrocopos major	Pic épeiche	BEII - PN3	-	LC	NA	-	LC	-
Erithacus rubecula	Rougegorge familier	BEII - BOII - PN3	-	LC	NA	NA	LC	-
Fringilla coelebs	Pinson des arbres	BEIII - PN3	-	LC	NA	NA	LC	-
Lophophanes cristatus	Mésange huppée	BEII - PN3	-	LC	-	-	LC	-
Motacilla alba	Bergeronnette grise	BEII - PN3	-	LC	NA	-	LC	-
Motacilla cinerea	Bergeronnette des ruisseaux	BEII - PN3	-	LC	NA	-	LC	-
Parus major	Mésange charbonnière	BEII - PN3	-	LC	NA	NA	LC	-
Passer domesticus	Moineau domestique	PN3	-	LC	-	NA	LC	-
Phoenicurus ochruros	Rougequeue noir	BEII - PN3	-	LC	NA	NA	LC	-
Phylloscopus collybita	Pouillot véloce	BEII - PN3	-	LC	NA	NA	LC	-
Picus viridis	Pic vert	BEII - PN3	-	LC	-	-	LC	-
Prunella modularis	Accenteur mouchet	BEII - PN3	-	LC	NA	-	LC	-
Sitta europaea	Sittelle torchepot	BEII - PN3	-	LC	-	-	LC	-

Streptopelia decaocto	Tourterelle turque	BEIII - PN3 - chassable	Ann. II/2	LC	-	NA	LC	-
Sylvia atricapilla	Fauvette à tête noire	BEII - PN3	-	LC	NA	NA	LC	-
Turdus merula	Merle noir	BEIII - PN3 - chassable	Ann. II/2	LC	NA	NA	LC	-
Turdus philomelos	Grive musicienne	BEIII - PN3 - chassable	Ann. II/2	LC	NA	NA	LC	-
Garrulus glandarius	Geai des chênes	-	Ann. II/2	LC	NA	-	LC	-
Pica pica	Pie bavarde	-	Ann. II/2	LC	-	-	LC	-
Sturnus vulgaris	Étourneau sansonnet	-	Ann. II/2	LC	LC	NA	LC	-

Sources :

1. Protections :

BE (Convention de Berne) : Convention relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel d'Europe (Convention de Berne) – 19.09.1979 – Conseil de l'Europe – Document officiel

BO (Convention de Bonn) : Convention sur la conservation des espèces migratrices appartenant à la faune sauvage (CMS – Convention de Bonn) – 23 juin 1979 – Document officiel

PN (Protection Nationale) : Arrêté du 29 octobre 2009 fixant la liste des oiseaux protégées sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection – République Française – 05.12.2009 – Document officiel

Arrêté du 26 juin 1987 fixant la liste des espèces de gibier dons la chasse est autorisée – République Française – 26.09.2018 - Document officiel

2. Dir. Oiseaux :

Directive 2009/147/CE (Directive européenne dite Directive Oiseaux) du 21 mai 1992 concernant la conservation des oiseaux sauvages (version codifiée) – Parlement Européen et Conseil – 30.11.2009 – Document officiel

3. Listes Rouges :

LR Nationale : Liste rouge des espèces menacées en France - Chapitre Oiseaux de France métropolitaine - UICN France, LPO, SEOF, ONCFS & MNHN – 2016

LR PACA : Liste rouge régionale des oiseaux nicheurs de Provence-Alpes-Côte d'Azur – CEN PACA & LPO - 2016

4. Statut ZNIEFF :

Liste des espèces de faune déterminantes en région PACA – MNHN, DREAL PACA & CEN PACA – 29/11/2017

Liste des espèces de faune remarquables en région PACA – MNHN, DREAL PACA & CEN PACA – 29/11/2017

Catégories UICN pour la Liste Rouge

EX	Espèce éteinte au niveau mondial	NT	Quasi-menacée
EW	Espèce éteinte à l'état sauvage	LC	Préoccupation mineure
RE	Espèce disparue	DD	Données insuffisantes pour évaluation
CR	En danger critique	NA	Non applicable (espèce non soumise à évaluation)
EN	En danger	NE	Non évaluée
VU	Vulnérable		

* pour les spécimens sauvages

Annexe X : Liste des espèces avifaunistiques observées sur le site en 2021 et statuts de conservation (source Ecotonia)

Nom scientifique	Nom vernaculaire	Protections	D.O.	LR France Nich.	LR France Hiv.	LR France Pass.	LR PACA Nich.	Statut ZNIEFF
Columba livia f. domestica	Pigeon biset domestique	BEIII - PN3 - chassable	Ann. II/1	DD	-	-	RE*	-
Carduelis cannabina	Linotte mélodieuse	BEII - BEIII - PN3	-	VU	NA	NA	VU	-
Carduelis carduelis	Chardonneret élégant	BEII - PN3	-	VU	NA	NA	LC	-
Carduelis chloris	Verdier d'Europe	BEII - BEIII - PN3	-	VU	NA	NA	LC	-
Serinus serinus	Serin cini	BEII - PN3	-	VU	-	NA d	LC	-
Sylvia melanocephala	Fauvette mélanocéphale	BEII - PN3	-	NT	-	-	LC	-
Buteo buteo	Buse variable	BEIII - BOII - PN3	-	LC	NA	NA	LC	-
Columba palumbus	Pigeon ramier	Chassable	Ann. II/1 et III/1	LC	LC	NA	LC	-
Corvus corone	Corneille noire	BEIII	Ann. II/2	LC	NA	-	LC	-
Corvus monedula	Choucas des tours	PN3	Ann. II/2	LC	NA	-	LC	-
Emberiza cirlus	Bruant zizi	BEII - PN3	-	LC	-	NA	LC	-
Troglodytes troglodytes	Troglodyte mignon	BEII - PN3	-	LC	NA	-	LC	-
Aegithalos caudatus	Mésange à longue queue	BEIII - PN3	-	LC	-	NA	LC	-
Certhia brachydactyla	Grimpereau des jardins	BEIII - PN3	-	LC	-	-	LC	-
Cyanistes caeruleus	Mésange bleue	BEII - PN3	-	LC	-	NA	LC	-
Dendrocopos major	Pic épeiche	BEII - PN3	-	LC	NA	-	LC	-
Erithacus rubecula	Rougegorge familier	BEII - BOII - PN3	-	LC	NA	NA	LC	-
Fringilla coelebs	Pinson des arbres	BEIII - PN3	-	LC	NA	NA	LC	-
Lophophanes cristatus	Mésange huppée	BEII - PN3	-	LC	-	-	LC	-
Motacilla alba	Bergeronnette grise	BEII - PN3	-	LC	NA	-	LC	-
Motacilla cinerea	Bergeronnette des ruisseaux	BEII - PN3	-	LC	NA	-	LC	-
Parus major	Mésange charbonnière	BEII - PN3	-	LC	NA	NA	LC	-
Passer domesticus	Moineau domestique	PN3	-	LC	-	NA	LC	-
Phoenicurus ochruros	Rougequeue noir	BEII - PN3	-	LC	NA	NA	LC	-
Phylloscopus collybita	Pouillot véloce	BEII - PN3	-	LC	NA	NA	LC	-
Picus viridis	Pic vert	BEII - PN3	-	LC	-	-	LC	-
Prunella modularis	Accenteur mouchet	BEII - PN3	-	LC	NA	-	LC	-
Sitta europaea	Sittelle torchepot	BEII - PN3	-	LC	-	-	LC	-
Streptopelia decaocto	Tourterelle turque	BEIII - PN3 - chassable	Ann. II/2	LC	-	NA	LC	-
Sylvia atricapilla	Fauvette à tête noire	BEII - PN3	-	LC	NA	NA	LC	-
Turdus merula	Merle noir	BEIII - PN3 - chassable	Ann. II/2	LC	NA	NA	LC	-
Turdus philomelos	Grive musicienne	BEIII - PN3 - chassable	Ann. II/2	LC	NA	NA	LC	-
Garrulus glandarius	Geai des chênes	-	Ann. II/2	LC	NA	-	LC	-
Pica pica	Pie bavarde	-	Ann. II/2	LC	-	-	LC	-
Sturnus vulgaris	Étourneau sansonnet	-	Ann. II/2	LC	LC	NA	LC	-

Alauda arvensis	Alouette des champs	BEIII - chassable	Ann. II/2	NT	LC	NA	LC	-
Lullula arborea	Alouette lulu	BEIII - PN3	Ann. I	LC	NA	-	LC	RQ
Anas platyrhynchos	Canard colvert	BEIII - BOII - chassable	Ann. II/1 et III/1	LC	LC	NA	LC	-
Circaetus gallicus	Circaète Jean-le-Blanc	BEIII - BOII - PN3	Ann. I	LC	-	NA	LC	RQ
Strix aluco	Chouette hulotte	BEII - PN3	-	LC	NA	-	LC	-
Cisticola juncidis	Cisticole des joncs	BEIII - PN3	-	VU	-	-	LC	-
Phasianus colchicus	Faisan de colchide	BEIII	Ann. II/1 et III/1	LC	-	-	LC	-
Falco tinnunculus	Faucon crécerelle	BEII - BOII - PN3	-	NT	NA	NA	LC	-
Larus michahellis	Goéland leucophée	BEIII - PN3	-	LC	NA	NA	LC	-
Hirundo rustica	Hirondelle rustique	BEII - PN3	-	NT	-	DD	LC	-
Milvus migrans	Milan noir	BEIII - BOII - PN3	Ann. I	LC	-	NA	LC	-
Alectoris rufa	Perdrix rouge	BEIII - chassable	Ann. II/1 et III/1	LC	-	-	VU*	-
Dryobates minor	Pic épeichette	BEII - PN3	-	VU	-	-	LC	RQ
Anthus pratensis	Pipit farlouse	BEII - PN3	-	VU	DD	NA	-	-
Phylloscopus bonell	Pouillot de Bonelli	BEII - PN3	-	LC	-	NA	LC	-
Regulus ignicapilla	Roitelet triple-bandeau	BEII - PN3	-	LC	NA	NA	LC	-
Luscinia megarhynchos	Rossignol philomèle	BEII - BOII - PN3	-	LC	-	NA	LC	-

Sources :

1. Protections :

BE (Convention de Berne) : Convention relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel d'Europe (Convention de Berne) – 19.09.1979 – Conseil de l'Europe – Document officiel

BO (Convention de Bonn) : Convention sur la conservation des espèces migratrices appartenant à la faune sauvage (CMS – Convention de Bonn) – 23 juin 1979 – Document officiel

PN (Protection Nationale) : Arrêté du 29 octobre 2009 fixant la liste des oiseaux protégées sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection – République Française – 05.12.2009 – Document officiel

Arrêté du 26 juin 1987 fixant la liste des espèces de gibier dons la chasse est autorisée – République Française – 26.09.2018 - Document officiel

2. Dir. Oiseaux :

Directive 2009/147/CE (Directive européenne dite Directive Oiseaux) du 21 mai 1992 concernant la conservation des oiseaux sauvages (version codifiée) – Parlement Européen et Conseil – 30.11.2009 – Document officiel

3. Listes Rouges :

LR Nationale : Liste rouge des espèces menacées en France - Chapitre Oiseaux de France métropolitaine - UICN France, LPO, SEOF, ONCFS & MNHN – 2016

LR PACA : Liste rouge régionale des oiseaux nicheurs de Provence-Alpes-Côte d'Azur – CEN PACA & LPO - 2016

4. Statut ZNIEFF :

Liste des espèces de faune déterminantes en région PACA – MNHN, DREAL PACA & CEN PACA – 29/11/2017

Liste des espèces de faune remarquables en région PACA – MNHN, DREAL PACA & CEN PACA – 29/11/2017

Catégories UICN pour la Liste Rouge			
EX	Espèce éteinte au niveau mondial	NT	Quasi-menacée
EW	Espèce éteinte à l'état sauvage	LC	Préoccupation mineure
RE	Espèce disparue	DD	Données insuffisantes pour évaluation
CR	En danger critique	NA	Non applicable (espèce non soumise à évaluation)
EN	En danger	NE	Non évaluée
VU	Vulnérable		

* pour les spécimens sauvages

Annexe XI : Liste des espèces avifaunistiques observées sur le site en 2022 et statuts de conservation (source Ecotonia)

Nom scientifique	Nom vernaculaire	Protections	D.O.	LR France Nich.	LR France Hiv.	LR France Pass.	LR PACA Nich.	Statut ZNIEFF
Prunella modularis	Accenteur mouchet	BEII - PN3	-	LC	NA c	-	LC	-
Alauda arvensis	Alouette des champs	BEIII - chassable	Ann. II/2	NT	LC	NA d	LC	-
Accipiter gentilis	Autour des palombes	BEIII - BOII - PN3 - PN6	Ann. I	LC	NA c	NA d	LC	RQ
Motacilla alba	Bergeronnette grise	BEII - PN3	-	LC	NA d	-	LC	-
Pernis apivorus	Bondrée apivore	BEIII - BOII - PN3	Ann. I	LC	-	LC	LC	RQ
Cettia cetti	Bouscarle de Cetti	BEIII - PN3	-	NT	-	-	NT	-
Emberiza calandra	Bruant proyer	BEIII - PN3	-	LC	-	-	NT	RQ
Emberiza cirlus	Bruant zizi	BEII - PN3	-	LC	-	NA d	LC	-
Circus aeruginosus	Busard des roseaux	BEIII - BOII - PN3	Ann. I	NT	NA d	NA d	EN	RQ
Buteo buteo	Buse variable	BEIII - BOII - PN3	-	LC	NA c	NA c	LC	-
Anas platyrhynchos	Canard colvert	BEIII - BOII - chassable	Ann. II/1 et III/1	LC	LC	NA d	LC	-
Carduelis carduelis	Chardonneret élégant	BEII - PN3	-	VU	NA d	NA d	LC	-
Athene noctua	Chevêche d'Athéna	BEII - PN3	-	LC	-	-	NT	RQ
Corvus monedula	Choucas des tours	PN3	Ann. II/2	LC	NA d	-	LC	-
Strix aluco	Chouette hulotte	BEII - PN3	-	LC	NA c	-	LC	-
Corvus corone	Corneille noire	BEIII	Ann. II/2	LC	NA d	-	VU	-
Accipiter nisus	Épervier d'Europe	BEIII - BOII - PN3 - PN6	-	LC	NA c	NA d	LC	-
Sturnus vulgaris	Étourneau sansonnet	-	Ann. II/2	LC	LC	NA c	LC	-
Pasianus colchicus	Faisan de Colchide	-	-	-	-	-	-	-
Falco tinnunculus	Faucon crécerelle	BEII - BOII - PN3	-	NT	NA d	NA d	NT	-
Sylvia atricapilla	Fauvette à tête noire	BEII - PN3	-	LC	NA c	NA c	LC	-
Curruca melanocephala	Fauvette mélanocéphale	BEII - PN3	-	NT	-	-	LC	-
Garrulus glandarius	Geai des chênes	BEII - PN3	-	LC	-	-	VU	DT
Larus michahellis	Goéland leucophée	BEIII - PN3	-	LC	NA d	NA d	LC	-
Phalacrocorax carbo	Grand Cormoran	BEIII - PN3	-	LC	LC	NA d	NT	-
Certhia brachydactyla	Grimpereau des jardins	BEIII - PN3	-	LC	-	-	LC	-
Turdus philomelos	Grive musicienne	BEIII - PN3 - chassable	Ann. II/2	LC	NA d	NA d	LC	-
Grus grus	Grue cendrée	BEII - BOII - PN3	Ann. I	CR	NT	NA c	-	-
Ardea cinerea	Héron cendré	BEIII - PN3	-	LC	NA c	NA d	LC	-

Bubulcus ibis	Héron garde-bœufs	BEIII - PN3	-	LC	NA c	-	LC	-
Delichon urbicum	Hirondelle de fenêtre	BEII - PN3	-	NT	-	DD	LC	-
Hirundo rustica	Hirondelle rustique	BEII - PN3	-	NT	-	DD	NT	-
Upupa epops	Huppe fasciée	BEIII - PN3	-	LC	NA d	-	LC	RQ
Linaria cannabina	Linotte mélodieuse	BEII - BEIII - PN3	-	VU	NA d	NA c	VU	-
Oriolus oriolus	Loriot d'Europe	BEII - PN3	-	LC	-	NA c	LC	-
Apus apus	Martinet noir	BEIII - PN3	-	NT	-	DD	NT	-
Turdus merula	Merle noir	BEIII - PN3 - chassable	Ann. II/2	LC	NA d	NA d	LC	-
Aegithalos caudatus	Mésange à longue queue	BEIII - PN3	-	LC	-	NA b	LC	-
Cyanistes caeruleus	Mésange bleue	BEII - PN3	-	LC	-	NA b	LC	-
Parus major	Mésange charbonnière	BEII - PN3	-	LC	NA b	NA d	LC	-
Lophophanes cristatus	Mésange huppée	BEII - PN3	-	LC	-	-	LC	-
Periparus ater	Mésange noire	BEII - BEIII - PN3	-	LC	NA d	NA d	LC	-
Milvus migrans	Milan noir	BEIII - BOII - PN3	Ann. I	LC	-	NA d	LC	-
Passer domesticus	Moineau domestique	PN3	-	LC	-	NA b	LC	-
Alectoris rufa	Perdrix rouge	BEIII - chassable	Ann. II/1 et III/1	LC	-	-	VU	-
Otus scops	Petit-Duc Scops	BEII - PN3	-	LC	-	-	LC	RQ
Dendrocopos major	Pic épeiche	BEII - PN3	-	LC	NA d	-	LC	-
Picus viridis	Pic vert	BEII - PN3	-	LC	-	-	LC	-
Pica pica	Pie bavarde	-	Ann. II/2	LC	-	-	LC	-
Columba livia f. domestica	Pigeon biset domestique	-	-	-	-	-	-	-
Columba palumbus	Pigeon ramier	chassable	Ann. II/1 et III/1	LC	LC	NA d	LC	-
Fringilla coelebs	Pinson des arbres	BEIII - PN3	-	LC	NA d	NA d	LC	-
Anthus pratensis	Pipit farlouse	BEII - PN3	-	VU	DD	NA d	-	-
Phylloscopus collybita	Pouillot véloce	BEII - PN3	-	LC	NA d	NA c	NT	-
Regulus ignicapilla	Roitelet à triple bandeau	BEII - PN3	-	LC	NA d	NA d	LC	-
Coracias garrulus	Rollier d'Europe	BEII - BOII - PN3	Ann. I	NT	-	NA d	NT	DT
Luscinia megarhynchos	Rossignol philomèle	BEII - BOII - PN3	-	LC	-	NA c	LC	-
Erithacus rubecula	Rougegorge familier	BEII - BOII- PN3	-	LC	NA d	NA d	LC	-
Phoenicurus phoenicurus	Rougequeue à front blanc	BEII - PN3	-	LC	-	NA d	LC	-
Phoenicurus ochruros	Rougequeue noir	BEII - PN3	-	LC	NA d	NA d	LC	-
Serinus serinus	Serin cini	BEII - PN3	-	VU	-	NA d	LC	-
Sitta europaea	Sittelle torchepot	BEII - PN3	-	LC	-	-	LC	-
Saxicola rubicola	Tarier pâtre	BEII - BEIII - PN3	-	NT	NA d	NA d	VU	-
Spinus spinus	Tarin des aulnes	BEII - PN3	-	LC	NA d	NA d	DD	RQ
Streptopelia turtur	Tourterelle des bois	BEIII - BOII - PN3 - chassable	Ann. II/2	VU	-	NA c	LC	-

Streptopelia decaocto	Tourterelle turque	BEIII - PN3 - chassable	Ann. II/2	LC	-	NA d	LC	-
Troglodytes troglodytes	Troglodyte mignon	BEII - PN3	-	LC	NA d	-	LC	-
Chloris chloris	Verdier d'Europe	BEII - BEIII - PN3	-	VU	NA d	NA d	LC	-

Annexe XII : Liste des espèces végétales recensées sur le site d'étude en 2022 (source Ecotonia)

Ci-dessous, le tableau présentant l'ensemble des espèces floristiques recensées sur le site en 2022.

Nom scientifique	Nom vernaculaire	Protections (BE, PN, PR)	Dir.HFF	LR France	LR PACA	Statut ZNIEFF
Aegilops *geniculata*	**Égilope ovale**	-	-	LC	LC	-
Andryala integrifolia	**Andryala à feuilles entières**	-	-	LC	LC	-
Asphodelus fistulosus	**Asphodèle fistuleux**	-	-	LC	LC	-
Avena fatua	**Folle-avoine**	-	-	LC	LC	-
Bartsia trixago	**Bellardie**	-	-	LC	LC	-
Brachypodium sp.		-	-	LC	LC	-
Brome mou	**Bromus hordeaceus**	-	-	LC	LC	-
Calamintha nepeta	**Calament faux-nepeta**	-	-	LC	LC	-
Campanula rapunculus	**Campanule raiponce**	-	-	LC	LC	-
Cistus albidus	**Ciste cotonneux**	-	-	LC	LC	-
Cistus salviifolius	**Ciste à feuille de sauge**	-	-	LC	LC	-
Clematis flammula	**Clématite flammette**	-	-	LC	LC	-
Convolvulus cantabrica	**Liseron de Biscaye**	-	-	LC	LC	-
Crepis setosa	**Crépide hérissée**	-	-	LC	LC	-
Dactylis glomerata	**Dactyle aggloméré**	-	-	LC	LC	-
Dorycnium pentaphyllum	**Badasse**	-	-	LC	LC	-
Echium asperrimum	**Vipérine des Pyrénées**	-	-	LC	LC	-
Eryngium campestre	**Panicaut champêtre**	-	-	LC	LC	-
Euphorbe dentée	**Euphorbia serrata**	-	-	LC	LC	-
Euphorbe faux cyprès	**Euphorbia cyparissias**	-	-	LC	LC	-
Euphorbia cyparissias	**Euphorbe petit-cyprès**	-	-	LC	LC	-
Filago germanica	**Cotonnière d'Allemagne**	-	-	LC	LC	-
Foeniculum vulgare	**Fenouil commun**	-	-	LC	LC	-
Galactites tomentosa *Moench*	**Chardon laiteux**	-	-	LC	LC	-
Glaucium flavum	**Pavot cornu**	-	-	LC	LC	-
Helianthemum hirtum	**Hélianthème hérissé**	-	-	LC	LC	-
Hypericum perforatum	**Millepertuis commun**	-	-	LC	LC	-
Lagurus ovatus	**Queue-de-lièvre**	-	-	LC	LC	-
Linum strictum	**Lin raide**	-	-	LC	LC	-
Linum trigynum	**Lin à trois stigmates**	-	-	LC	LC	-
Lobularia maritima	**Alysson maritime**	-	-	LC	LC	-
Lysimachia foemina	**Mouron bleu**	-	-	LC	LC	-
Pallenis spinosa	**Pallénis épineux**	-	-	LC	LC	-

Phillyrea angustifolia	**Filaire à feuilles étroites**	-	-	**LC**	**LC**	-
Pinus halepensis	**Pin d'Alep**	-	-	**LC**	**LC**	-
Plantago lagopus	**Plantain queue de lièvre**	-	-	**LC**	**LC**	-
Plantago lanceolata	**Plantain lancéolé**	-	-	**LC**	**LC**	-
Poterium sanguisorba	**Pimprenelle**	-	-	**LC**	**LC**	-
Pyrus spinosa	**Poirier épineux**	-	-	**LC**	**LC**	-
Quercus coccifera	**Chêne kermès**	-	-	**LC**	**LC**	-
Quercus ilex	**Chêne vert**	-	-	**LC**	**LC**	-
Reseda lutea	**Réséda jaune**	-	-	**LC**	**LC**	-
Salvia rosmarinus	**Romarin**	-	-	**LC**	**LC**	-
Salvia verbenaca	**Sauge à feuilles de verveine**	-	-	**LC**	**LC**	-
Serapias vomeracea	**Sérapias à labelle allongé**	-	-	**LC**	**LC**	-
Taraxacum sp.		-	-	**LC**	**LC**	-
Thymus vulgaris	**Thym commun**	-	-	**LC**	**LC**	-
Tolpis barbata	**Trépane barbue**	-	-	**LC**	**LC**	-
Tragopogon pratensis	**Salsifis des prés**	-	-	**LC**	**LC**	-
Trifolium campestre	**Trèfle couché**	-	-	**LC**	**LC**	-
Trifolium stellatum	**Trèfle étoilé**	-	-	**LC**	**LC**	-
Trifolium cherleri	**Trèfle de Cherler**	-	-	**LC**	**LC**	-
Urospermum dalechampii	**Urosperme de Daléchamps**	-	-	**LC**	**LC**	-
Verbascum sinuatum	**Molène sinuée**	-	-	**LC**	**LC**	-

Annexe XIII : Méthodologie appliquée pour la construction de cartes de chaleur propres à la dispersion de la flore à enjeu.

Pour réaliser ces cartes de chaleur, **le plugin *BioDispersal*** a été utilisé afin de déterminer la surface favorable de l'espèce cible. La méthode utilisée par ce plugin est celle des coûts cumulés de dispersion. Pour chaque habitat, nous attribuons un coût, qui est le coût de déplacement de l'espèce pour se disperser dans cet habitat (coefficient de friction présenté dans le tableau suivant). Les coûts se cumulent à chaque déplacement de pixel en pixel, représentant ici des zones de 5m de côté. Nous fixons un maximum de dispersion pour l'espèce, au-delà duquel l'espèce n'est plus en mesure de se disperser. Nous fixons ce maximum à 100 pour les 2 espèces.

Nous avons fixé à 100 les coefficients de friction pour les milieux où les tulipes ne peuvent pas être présentes (forêts, terrain de foot, routes, bâti), et à 1 pour les milieux favorables aux tulipes (prairies, friches). Pour les autres habitats, nous avons choisi des coefficients intermédiaires, en fonction de la favorabilité de l'habitat par rapport aux tulipes.

Habitat	**Coefficient de friction utilisé**
Friche	1
Friche post-cultural à dominante graminéenne	1
Prairie mésotrophe	1
Jardin	10
Culture	10
Ourlet à Dactyle aggloméré (*D. glomerata*) et Piptathère faux Millet (*O. miliaceum*)	10
Vignes	20
Oliveraie	20
Verger	20
Friche et gravats	20
Friches et décombres	20
Jardin	20
Pelouse de parc	30
Sol nu	60
Allée d'arbres	80
Fourré de Canne de Provence (*A. donax*)	90
Chênaie pubescente (*Q. pubescens*) à Rouvet blanc (*O. alba*)	100
Pinède à Pin d'Alep (*P. halepensis*)	100
Terrain de foot	100
Infrastructures et voies de communication	100
Bâti	100
Terrain de Golf	100

Gagea des champs

La même procédure est appliquée à l'espèce *Gagea villosa*, mais les coefficients de friction sont différents (tableau ci-dessous). De plus, nous fixons son maximum de dispersion à 50, car cette espèce s'étend moins que les tulipes. Même si l'espèce est présente sur le golf, nous avons attribué un coefficient de 10 à cet habitat. En effet, la gestion du golf est peu favorable au développement de l'espèce.

Habitat	**Coefficient de friction utilisé**
Vignes	10
Oliveraie	10
Terrain de golf	10
Jardin	10
Friche et gravats	20
Friche	20
Pelouse de parc	20
Friches et décombres	20
Verger	20
Culture	20
Friche post-cultural à dominante graminéenne	20
Prairie mésotrophe	20
Jardin	20
Sol nu	60
Allée d'arbres	100
Terrain de foot	100
Infrastructures et voies de communication	100
Bâti	100
Fourré de Canne de Provence (A. donax)	100
Chênaie pubescente (*Q. pubescens*) à Rouvet blanc (*O. alba*)	100
Pinède à Pin d'Alep (*P. halepensis*)	100
Camp de gens du voyage	100

Annexe XIV : Lettre d'engagement du maître d'ouvrage dans la mise en place des mesures

Attestation portant engagement du Maître d'Ouvrage dans la mise en place des mesures ERC, A et S

Je soussigné le porteur de projet : **SPLA Pays d'Aix territoires**, s'engage sur l'honneur à mettre en place selon le protocole et la planification prévue, appliquer et respecter les mesures d'atténuation proposées par ECOTONIA en rapport avec la biodiversité et l'environnement, pour le projet le projet d'aménagement de **la ZAC de la Constance, à Aix-en-Provence**.

Les mesures susmentionnées sont les suivantes :

Mesures d'Évitement

ME1 : Réflexion sur l'impact de l'emplacement du projet

Mesures de Réduction

MR1 : Maintien de certains arbres, arbustes et buissons

MR2 : Mise en place d'un chantier vert, respect des emprises du projet, mise en défens des zones sensibles

MR3 : Défavorabilisation écologique et adaptation du phasage des travaux à la biologie des espèces faunistiques

MR4 : Limitation de la formation d'ornières en phase chantier et drainage des fossés

MR5 : Limitation et adaptation de l'éclairage

MR6 : Limitation de la propagation des espèces envahissantes

MR7 : Établissement d'un plan de gestion des OLD en conformité avec les contraintes écologiques et la gestion du risque incendie

MR8 : Mise en place d'un cahier des charges techniques de renforcement des fonctions écologiques de trame bleue/turquoise du milieu « ripisylve » (sur la Thumine)

Mesure de Compensation

MCi1 : Recréation d'habitats favorables in situ pour quatre espèces d'amphibiens

MCi2 : Mise en place de nichoirs in situ pour les oiseaux

MCi3 : Installation in situ de gîtes à chiroptères

MCi4 : Création in situ d'habitats favorables aux reptiles

MCe2 : Aménagement et gestion de parcelles compensatoires en faveur de la biodiversité

Mesures d'Acompagnement

MA1 : Transplantation de la Tulipe d'Agen

MA3 : Transplantation de la Gagée des champs

MA4 : Déplacement des populations d'amphibiens

MA5 : Mise en place d'un BEA ou ORE sur les parcelles compensatoires

MA6 : Conseils et préconisations pour la mise en place du chantier vert

MA7 : Contrôle de la mise en place des mesures ERC et accompagnement sur le chantier

MA8 : Recréation et valorisation de la Trame Verte et intégration du projet dans le concept de « Ville Nature »

MA9 : Formation et sensibilisation des techniciens Espaces Verts aux travaux en interface avec le milieu aquatique et ses enjeux écologiques et juridiques

Mesures de Suivi

MS1 : Suivi de l'efficacité des zones humides recréées et amphibiens déplacés

MS2 : Suivi des populations floristiques déplacées au sein de la parcelle compensatoire

MS3 : Suivi de l'efficacité des mesures de gestion proposées pour les reptiles et les oiseaux sur la parcelle compensatoire

MS4 : Suivi de la biodiversité pendant travaux

MS5 : Suivi de la reconquête de la zone d'emprise par la biodiversité après travaux

Fait à :

Le : SIGNATURE

@ecotonia



SARL Ecotonia - Capital social de 7 622,45 €
Siège Social : 60, rue Tourmaline - ZA les Jalassières - 13 510 Éguilles
Tél. : +33(0)4 42 93 03 91 - www.ecotonia.fr
RCS Aix-en-Provence B 433 405 248 - Siret 433 405 248 00033 - Code
APE 7112B- TVA intracommunautaire. FR 144 33 40 52 48