

DIAGNOSTIC ZONES HUMIDES

Etude des zones humides en soutien de
demande d'examen au cas par cas. Stade
des Grands Ponts à Bandol (83)



FICHE DE SYNTHESE

Diagnostic de zones humides à Bandol

	 1 place de la Liberté 83 150 Bandol		
	Carole CAZY / Sophie GABORIAUD		
	 04.94.29.12.69		carole.cazy@bandol.fr sophie.gaboriaud@bandol.fr

VOS CONTACTS EODD

Responsable de projet

Karen MARTENS
k.martens@eodd.fr
07.64.73.63.27

Supervision

Jessica VIDAL

Libération

David BERGERON



Agence de Marseille
contact@eodd.fr | Tél : 04.72.76.06.90

CONTRAT EODD N° P09322.01

Date	Indice	Modifications
18/04/2024	1	Edition initiale

SOMMAIRE

1	Introduction.....	1
2	Description du site d'étude	1
2.1	Localisation du site d'étude	1
2.2	Bibliographie	3
2.2.1	Flore.....	3
2.2.1	Occupation du site.....	4
2.2.1	Dossier de demande de déclaration d'intérêt général	4
2.2.2	Pré localisation des milieux et zones humides autour du site d'étude.....	4
2.2.3	Topographie	6
2.2.4	Analyse des sols et sous-sols au niveau du site d'étude	8
2.2.5	Plan Local de l'Urbanisme	9
2.2.6	Atlas des zones inondables	9
3	Méthodologie appliquée au diagnostic zones humides	10
3.1	Cadre réglementaire sur les zones humides	10
3.2	Méthodologie de délimitation des zones humides in situ	10
3.2.1	Caractérisation floristique d'une zone humide.....	10
3.2.2	Caractérisation pédologique d'une zone humide	10
3.3	Dates et objets des prospections de terrain	13
3.4	Résultats des critères habitat et végétation	13
3.4.1	Habitats naturels	13
3.4.1.1	Prédiagnostic de 2022	13
3.4.1.2	Inventaire habitats de 2024	13
3.4.2	Flore.....	16
3.4.2.1	Prédiagnostic de 2022	16
3.4.2.2	Inventaire floristique de 2024	16
3.5	Résultats du critère pédologique.....	18
3.5.1	Inventaire pédologique	18
3.5.2	Informations complémentaires.....	21
3.6	Conclusions	24
4	Rédacteurs de l'étude	26
5	Annexes	26

ANNEXES

ANNEXE 1.	Liste exhaustive des espèces végétales recensées.....	27
ANNEXE 2.	Fiches détaillées des sondages pédologiques.....	30

TABLEAUX

Tableau 1 : Définition des aires d'étude du projet	1
Tableau 2 : Liste des espèces caractéristiques de zone humide citée en bibliographie sur la commune de Bandol ces dix dernières années	3
Tableau 3 : Synthèse des prospections de terrain	13
Tableau 4 : Espèces indicatrices de zones humides figurant sur la liste de l'Annexe II de l'arrêté du 24 juin 2008	16
Tableau 5 : Résultats de l'étude pédologique	18
Tableau 6 : Résultats des sondages à la foreuse mécanique pour l'étude pollution	21
Tableau 7 : Auteurs de l'étude d'impact et des études techniques associées	26

FIGURES

Figure 1 : Localisation nationale et communale du projet	1
Figure 2 : Localisation de l'aire d'étude immédiate	2
Figure 3 : Etat du site d'étude en 2020 (a), entre 2006 et 2010 (b), entre 2000 et 2005 (c) et en 1955 (d), (source : IGN-Remonter le temps).....	4
Figure 4 : Enjeux écologiques sur la partie aval du Grand Vallat (Biotope 2021)	4
Figure 5 : Cartographie des milieux potentiellement humides réalisée par l'Agrocampus Ouest et l'INRA en 2014	5
Figure 6 : Zone humide avérée de l'inventaire départemental.....	6
Figure 7 : Zone humide du SRCE dont les limites sont à vérifier (SRCE)	6
Figure 8 : Topographie du site	7
Figure 9 : Cartographie des sols à proximité de l'aire d'étude immédiate (géoportail - Inventaire, Gestion et Conservation des Sols (IGCS)).....	8
Figure 10 : Sol dominant au niveau du site d'étude (Inventaire, Gestion et Conservation des Sols (IGCS)).....	8
Figure 11 : Extrait de la carte géologique n°1064 (source : Géoportail).....	8
Figure 12 : PLU 2016 de la Ville de Bandol.....	9
Figure 13 : Extrait de l'Atlas des Zones Inondables au niveau du site des Grands Ponts (DREAL PACA)	9
Figure 14 : Exemple de carottage réalisé à la tarière manuelle Edelman (source : EODD, 2022)	11
Figure 15 : Classes des sols selon le GEPPA, 1981	11
Figure 16 : Pré-localisation des sondages pédologiques	12
Figure 17 : Cartographie des habitats présents sur l'aire d'étude immédiate	14
Figure 18 : Résultat de l'étude zone humide sur critère habitat.....	15
Figure 19 : fourré à Canne de Provence (EGIS 2022)	16
Figure 20 : Résultat de l'étude zone humide sur critère flore	17
Figure 21 : Reliefs et remblais observés au sein de l'aire d'étude immédiate.....	19
Figure 22 : Résultat de l'étude zone humide sur critère sol.....	20
Figure 23 : Sol rouge (PM7), © EODD 2024.....	21
Figure 24 : Sol fortement remanié en profondeur (PM3) (gauche), (PM8) (droite), © EODD 2024.....	21
Figure 25 : Sol gris/bleu (PM1), © EODD 2024.....	22

Figure 26 : Synthèse des sols du site à travers l'étude pédologique et l'étude « sites et sols pollués »	23
Figure 27 : Plan d'aménagement (source : ville de Bandol).....	24
Figure 28 : Synthèse de l'étude zones humides	25

Liste des acronymes

ORDRE ALPHABETIQUE	ACRONYME	SIGNIFICATION
A	AEI	Aire d'Étude Immédiate
D	DHFF	Directive « Habitats-Faune-Flore »
	DREAL	Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement
E	E(V)EE	Espèces (Végétales) Exotiques Envahissantes
I	INPN	Inventaire National du Patrimoine Naturel
L	LR	Liste Rouge
P	PACA	Provence-Alpes-Côte-d'Azur
	PLU	Plan Local de l'Urbanisme
	PN	Protection Nationale
	PR	Protection Régionale
S	SRCE	Schéma Régional de Cohérence Écologique

Commenté [LV1]: Ne mettrait on pas EVEE ?

1 Introduction

La commune de Bandol prévoit de déplacer le stade Defarri sur le site des Grands Ponts. Dans ce cadre, la commune a sollicité le bureau d'études EODD Ingénieurs Conseils pour confirmer l'absence de zones humides sur le site et ainsi d'adapter la prise en compte du volet zone humide dans le cadre de ce projet.

Le projet consiste à implanter un stade avec gradins, des annexes et une aire de stationnement péri-urbaine sur un site d'environ 1,75 hectares

Les équipements attendus dans le programme comprennent :

- un terrain de jeu en gazon synthétique avec tribunes (environ 200 places) ;
- des vestiaires, douches, sanitaires, pour les équipes sportives et les arbitres ;
- un parking en surface dédié aux utilisateurs du stade et ses annexes ;
- une salle polyvalente annexe au stade d'environ 200 m² permettant d'accueillir des cours de danse, yoga, gym... ;
- un parking en surface.

L'ensemble devra respecter les normes d'accessibilité PMR en vigueur.

Les dimensions de l'aire de jeu de football seront de 105m x 68m avec 2,50m de dégagement latéral ainsi que 6 m de dégagement derrière les buts.

En 2021, le bureau d'études Biotope a évalué les enjeux écologiques du Grand Vallat dans le cadre du dossier de demande de déclaration d'intérêt général pour le Syndicat mixte de la Reppe, du Grand Vallat et de ses affluents. Des enjeux écologiques faibles à modérés ont été déterminés pour les tronçons du Grand Vallat à proximité du site d'étude. Le projet ne prévoit pas d'interaction avec le cours d'eau mais se localise dans le périmètre d'aléa inondation du PLU et dans le lit moyen du Grand Vallat.

Le site d'étude a fait l'objet d'un prédiagnostic écologique effectué par EGIS en 2022. À la suite de ce diagnostic, le plan du projet a été modifié et des mesures de réduction ont été proposées afin de prendre en compte les enjeux écologiques du site, bien que le niveau d'enjeu pour la flore, la faune et les continuités écologiques soit considéré comme faible. Notamment, toute la partie sud du site ne sera pas impactée par le projet.

Le diagnostic d'EGIS a identifié sur le site un habitat humide ainsi que 3 habitats pro parte qui composent la totalité du site. Pour le critère floristique de détermination des zones humides, le prédiagnostic a mis en évidence la présence de quelques espèces indicatrices de zones humides ainsi qu'un habitat humide caractérisé par une espèce exotique envahissante.

Il était donc nécessaire de compléter l'analyse de zones humides par une campagne de prospection par sondage pédologique dans les habitats pro parte ainsi qu'un inventaire floristique afin de caractériser la présence des espèces floristiques de zone humide.

2 Description du site d'étude

2.1 Localisation du site d'étude

Le projet se situe au sein de la commune de Bandol, au sud-est de la France, dans le Var, dans la région administrative de Provence-Alpes-Côte-d'Azur.

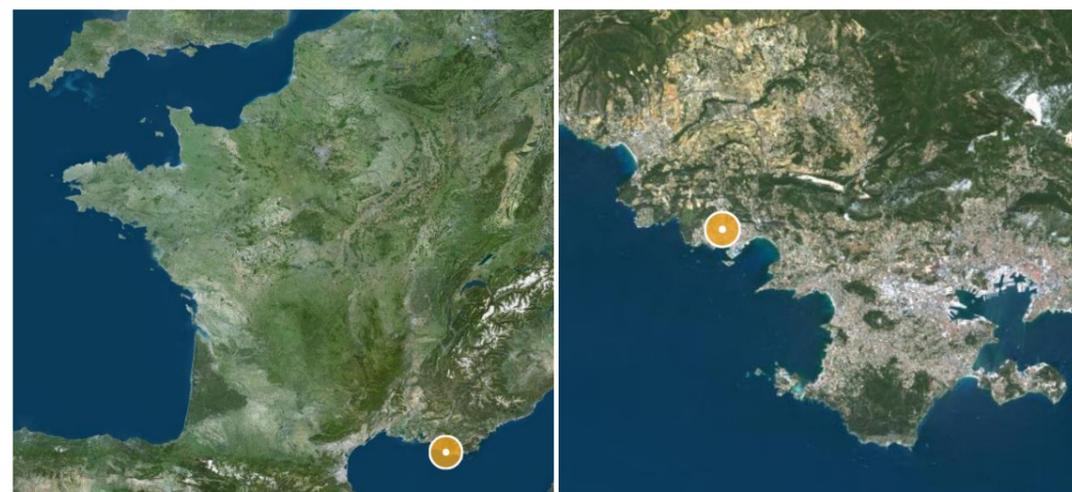


Figure 1 : Localisation nationale et communale du projet

Les aires d'étude sont définies de la manière suivante :

Tableau 1 : Définition des aires d'étude du projet

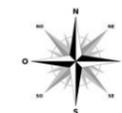
AIRES D'ETUDE	DESCRIPTION
PÉRIMÈTRE D'INTERVENTION	Emprise du projet et des futures zones de travaux : Y compris propriété privée au nord du site, non-accessible pour les inventaires et qui se situe en dehors de la zone humide supposée délimitée par le Schéma Régional de Cohérence Écologique (SRCE).
AIRE D'ÉTUDE IMMÉDIATE	Parcelles prospectables pour les inventaires zones humides complets.



LOCALISATION DES AIRES D'ETUDE ASSOCIEES AU PROJET

Aires d'étude

-  Aire d'étude immédiate
-  Périmètre d'intervention du projet



VILLE DE BANDOL. Source : IGN Orthophotoplans ; EODD. Tous droits réservés © EODD 2024 

Figure 2 : Localisation de l'aire d'étude immédiate

2.2 Bibliographie

L'analyse bibliographique de la flore se base sur la consultation des sources suivantes :

- Inventaire national du patrimoine naturel (INPN) à l'échelle de la commune ;
- Base de données du SINP régional ([GeoNature \(silene.eu\)](http://GeoNature.silene.eu)) à proximité de l'aire d'étude immédiate.

Toutes les données d'espèces végétales caractéristiques de zones humides recensées entre 2014 et 2024 sont considérées (données sur les 10 dernières années).

À noter que les informations suivantes font l'état des connaissances naturalistes sur le périmètre de recherche à un temps donné. Bien entendu, l'absence de donnée sur une espèce ne signifie pas l'absence de l'espèce considérée sur le périmètre étudié.

L'analyse bibliographique des zones humides se base sur la consultation des ressources suivantes :

- Site internet « Remonter le temps » de l'IGN (Remonter le temps (ign.fr)) ;
- Carte des milieux potentiellement humides réalisée par l'Agrocampus Ouest et l'INRA en 2014 ;

- Les cours d'eau et surfaces en eau à proximité du site d'étude ;
- Les zones humides de l'inventaire départemental du Var ;
- La cartographie des sols (géoportail - Inventaire, Gestion et Conservation des Sols (IGCS))
- La carte géologique n°1064 (source : Géoportail)
- Le PLU de bandol de 2019
- L'atlas des zones inondables (DREAL PACA)
- Le SRCE,
- La topographie du site.

2.2.1 Flore

La bibliographie sur la commune de Bandol mentionne 10 espèces déterminantes de zone humide ces dix dernières années dont deux espèces invasives (le Symphyotriche écailleux) et une à proximité de l'aire d'étude immédiate (la Canne de Provence).

Tableau 2 : Liste des espèces caractéristiques de zone humide cité en bibliographie sur la commune de Bandol ces dix dernières années

NOM SCIENTIFIQUE	NOM VERNACULAIRE	DHFF	PN	PR PACA	LR FR	LR PACA	ZNIEFF PACA	Conv. de Berne	EEE EU	EEE FR	EEE PACA	Espèce ZH	Date de la dernière observation	Sources	Echelle d'observation
<i>Adiantum capillus-veneris L., 1753</i>	Capillaire de Montpellier	/	/	/	LC	/	/	/	/	/	/	Oui	2021	INPN	Commune
<i>Agrostis stolonifera L., 1753</i>	Agrostide stolonifère	/	/	/	LC	/	/	/	/	/	/	Oui	2021	INPN	Commune
<i>Allium neapolitanum Cirillo, 1788</i>	Ail de Naples	/	/	/	LC	/	/	/	/	/	/	Oui	2023	INPN	Commune
<i>Arundo donax L., 1753</i>	Canne de Provence	/	/	/	LC	/	/	/	/	/	Avérée	Oui	2023	SINP, INPN	Proximité du site d'étude
<i>Epilobium hirsutum L., 1753</i>	Epilobe hérissé	/	/	/	LC	/	/	/	/	/	/	Oui	2021	INPN	Commune
<i>Humulus lupulus L., 1753</i>	Houblon lupulin	/	/	/	LC	/	/	/	/	/	/	Oui	2020	INPN	Commune
<i>Limbarda crithmoides (L.) Dumort., 1827</i>	Inule faux crithme	/	/	/	LC	/	/	/	/	/	/	Oui	2020	INPN	Commune
<i>Phragmites australis (Cav.) Trin. ex Steud., 1840</i>	Phragmite austral	/	/	/	LC	/	/	/	/	/	/	Oui	2020	INPN	Commune
<i>Scirpoides holoschoenus (L.) Soják, 1972</i>	Faux scirpe jonc	/	/	/	LC	/	/	/	/	/	/	Oui	2022	INPN	Commune
<i>Symphyotrichum squamatum (Spreng.) G.L.Nesom, 1995</i>	Symphyotriche écailleux	/	/	/	NA	/	/	/	/	/	Avérée	Oui	2021	INPN	Commune

PN : Protection Nationale : Arrêté modifié du 20 janvier 1982 ; **PR PACA** : Protection de la région Provence-Alpes-Côte-D'azur : Arrêté interministériel du 9 mai 1994

DHFF : Directive 92/43/CEE du Conseil du 21 mai 1992.

LR FR : Liste Rouge Nationale 2018, **LR PACA** : Liste Rouge Régionale de Provence-Alpes-Côte-D'azur 2019 ; **LC** : Préoccupation mineure ; **NA** : Non applicable

ZNIEFF PACA : **D** : Espèce déterminante de ZNIEFF au niveau régional ; **C** : espèce complémentaire

EEE : Espèce classée en tant qu'Espèce Exotique Envahissante au niveau Européen, National ou Régional

Espèce ZH : Espèce caractéristique des zones humides et permettant leur désignation selon l'Arrêté du 24 juin 2008 en application des articles L. 214-7-1 et R. 211-108 du code de l'environnement.

Conv. de Berne : Convention relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel de l'Europe entrée en vigueur le 1^{er} juin 1982.

2.2.1 Occupation du site

Sur les photographies aériennes disponibles sur le site internet « Remonter le temps » de l'IGN (cf. Figure 3), il est possible de constater que les sols du site ont subi de forts remaniements.

En effet, s'il s'agissait de champs cultivés en 1955, puis après les années 2000 le site subit une forte anthropisation, avec la présence d'une importante surface artificialisée. L'aire d'étude immédiate est entièrement terrassée entre 2006 et 2010 et présente aujourd'hui de nombreux remblais colonisés par la végétation.

Les importants remaniements des sols du site rendent difficile l'étude des zones humides de ce site, tant sur le critère flore et habitats (peu exprimés sur les secteurs remaniés) que sur le critère pédologiques (sondages à la tarière manuelle difficiles).



Figure 3 : Etat du site d'étude en 2020 (a), entre 2006 et 2010 (b), entre 2000 et 2005 (c) et en 1955 (d), (source : IGN-Remonter le temps)

2.2.1 Dossier de demande de déclaration d'intérêt général

En 2021, Biotope a évalué les enjeux écologiques des cours d'eau dans le cadre du dossier de demande de déclaration d'intérêt général pour le Syndicat mixte de la Reppe, du Grand Vallat et de ses affluents. Des enjeux écologiques faibles à modérés ont été déterminés pour les tronçons du Grand Vallat à proximité du site d'étude.

Le Grand Vallat est très envahi par la canne de Provence, notamment au niveau de son aval très urbanisé. Ceci empêche le maintien des berges. Un enjeu écologique modéré est cependant mis en avant sur certains secteurs avec la présence d'arbres intéressants à conserver notamment en aval du rondpoint Alphonse Juin, où des frênes et peupliers ont été observés. Ces arbres sont à préserver car ils forment une continuité entre le cours d'eau et les terres agricoles situées plus au nord.

Le projet d'aménagement n'impactera pas la ripisylve, étant en amont du rondpoint Alphonse Juin et de l'autre côté de la route.

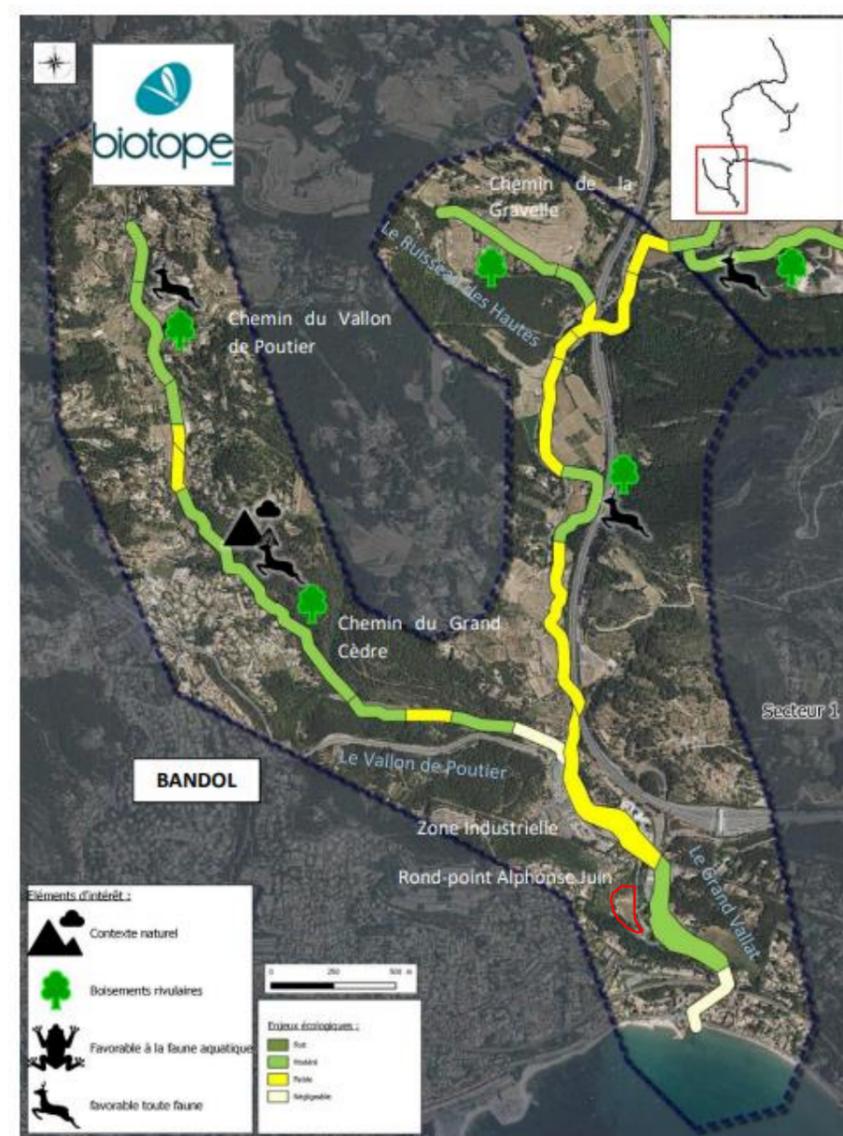


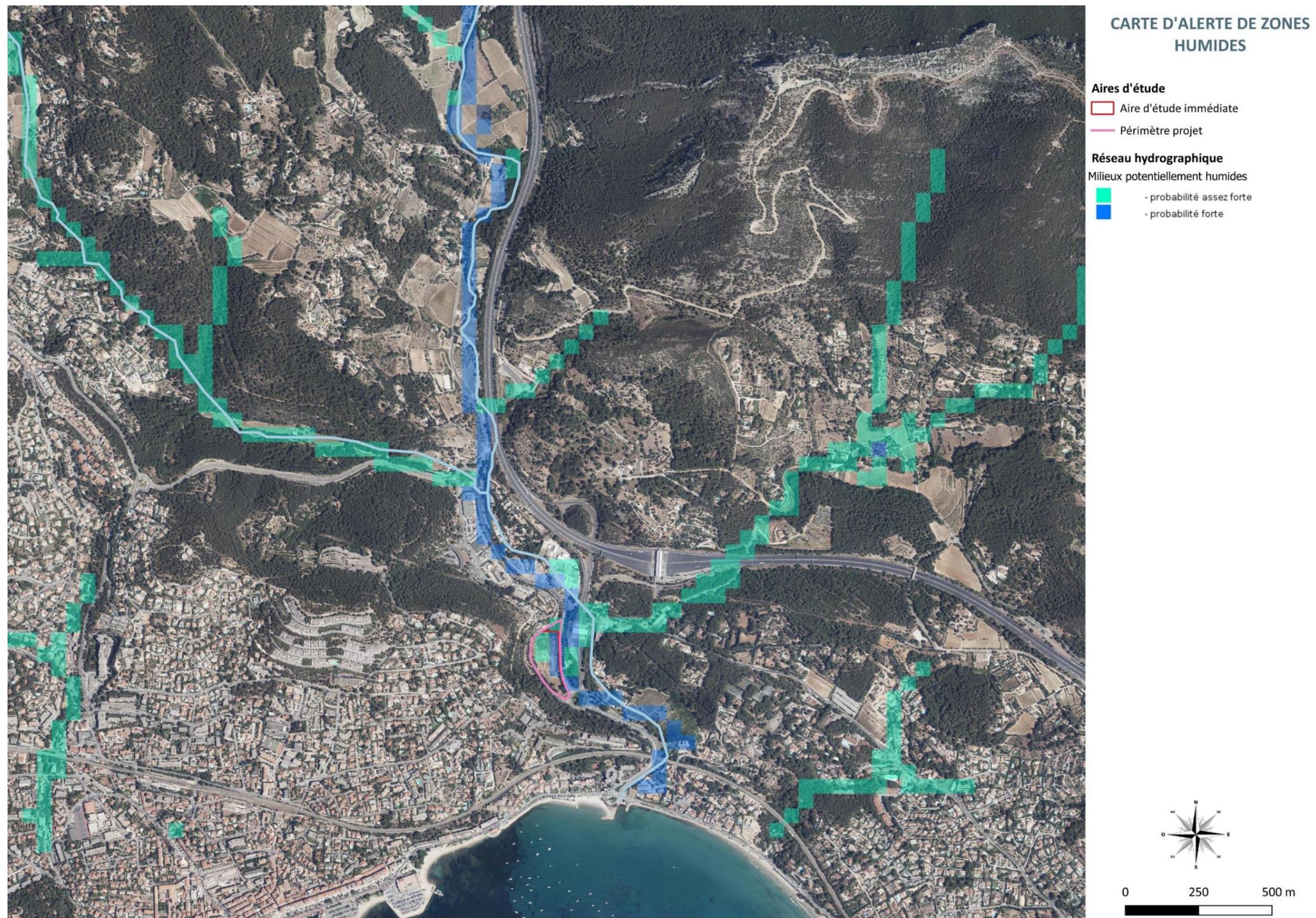
Figure 4 : Enjeux écologiques sur la partie aval du Grand Vallat (Biotope 2021)

2.2.2 Pré localisation des milieux et zones humides autour du site d'étude

Milieux potentiellement humides de France (INRA et AGROCAMPUS OUEST) et cours d'eau

L'Agro-campus Ouest et l'INRA ont réalisé en 2014 une carte des milieux potentiellement humides de France. Cette carte modélise selon trois classes de probabilité (assez forte, forte et très forte), les enveloppes susceptibles de contenir des zones humides à l'échelle du territoire métropolitain (cf. Figure 5).

Cette cartographie met en avant une probabilité de présence de zone humide assez forte à forte sur les deux tiers nord de l'aire d'étude en lien avec le cours d'eau du Grand Vallat qui passe à proximité à l'est du site.



VILLE DE BANDOL. Source : IGN Orthophotoplans ; EODD. Tous droits réservés © EODD 2024 

Figure 5 : Cartographie des milieux potentiellement humides réalisée par l'Agrocampus Ouest et l'INRA en 2014

Inventaires zones humides départementale

L'inventaire départemental des zones humides du Var met en évidence une zone humide accompagnant le Grand Vallat à l'est de l'aire d'étude immédiate.



Figure 6 : Zone humide avérée de l'inventaire départemental

Zone humide du SRCE

Une zone humide SRCE « Secteur des Côtiers, du Cap Bénat au Var » dont les limites restent à définir est identifiée sur les deux tiers sud de l'aire d'étude immédiate.

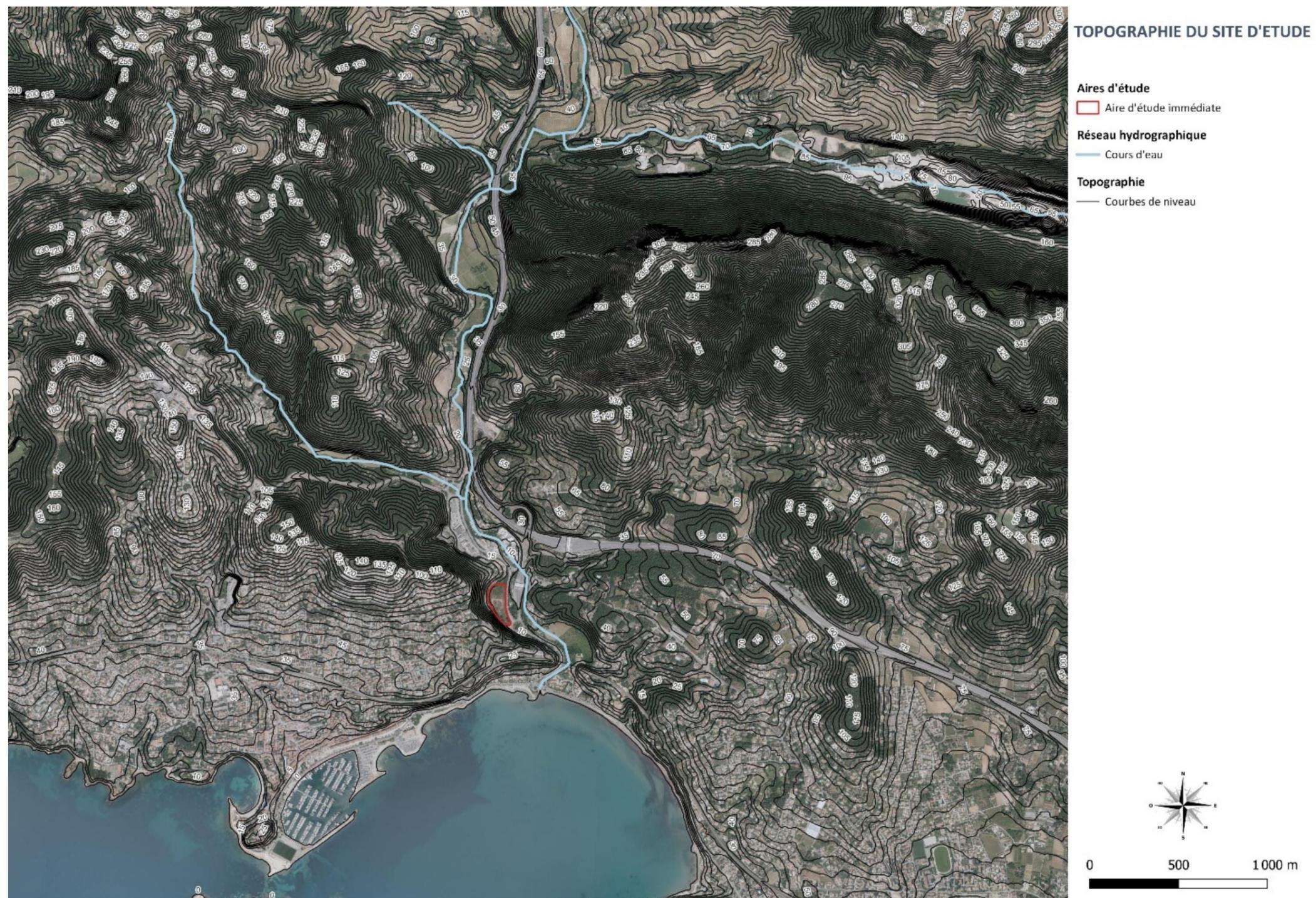


Figure 7 : Zone humide du SRCE dont les limites sont à vérifier (SRCE)

2.2.3 Topographie

La topographie du secteur indique que l'aire d'étude immédiate, au pied d'une forte pente à l'ouest fait partie du bassin versant du Grand Vallat, ainsi que la zone humide qui lui est associée et la zone humide pré-identifiée par le SRCE.

A l'échelle de l'aire d'étude immédiate, une très légère pente négative est observable dans l'axe est/ouest.



VILLE DE BANDOL. Source : IGN Orthophotoplans ; EODD. Tous droits réservés © EODD 2024



Figure 8 : Topographie du site

2.2.4 Analyse des sols et sous-sols au niveau du site d'étude

La cartographie des sols disponible sur le site internet Géoportail indique que le type de sol majoritaire au niveau de l'aire d'étude immédiate est le Calcosol (cf. Figure 9). Il s'agit de sol souvent argileux, riches en carbonates de calcium, de plus de 35 cm d'épaisseur. Plus ou moins séchant, ils sont souvent très perméables et ne figurent pas dans la liste des sols des zones humides de l'Annexe I de l'arrêté du 1er octobre 2009 (cf. Figure 10).



Figure 9 : Cartographie des sols à proximité de l'aire d'étude immédiate (géoportail - Inventaire, Gestion et Conservation des Sols (IGCS))

CALCOSOLS

Ensemble des SOLS ISSUS DE MATÉRIAUX CALCAIRES

■ ■ Représentent 10,8 % du territoire métropolitain ■ ■

Les calcosols sont des sols moyennement épais à épais (plus de 35 cm d'épaisseur), développés à partir de matériaux calcaires. Ils sont riches en carbonates de calcium sur toute leur épaisseur, leur pH est donc basique. Ils sont fréquemment argileux, plus ou moins caillouteux, plus ou moins séchants, souvent très perméables. Ils se différencient des calcisols par leur richesse en carbonates.

Exemple d'un calcosol sur craie observé à Ézu-sur-Eure (Eure)



[Cliquez ici pour accéder au Géoportail](#)

Figure 10 : Sol dominant au niveau du site d'étude (Inventaire, Gestion et Conservation des Sols (IGCS))

Les sous-sols, des alluvions modernes, qui forment l'assise du site est moyennement perméable (cf. Figure 11).

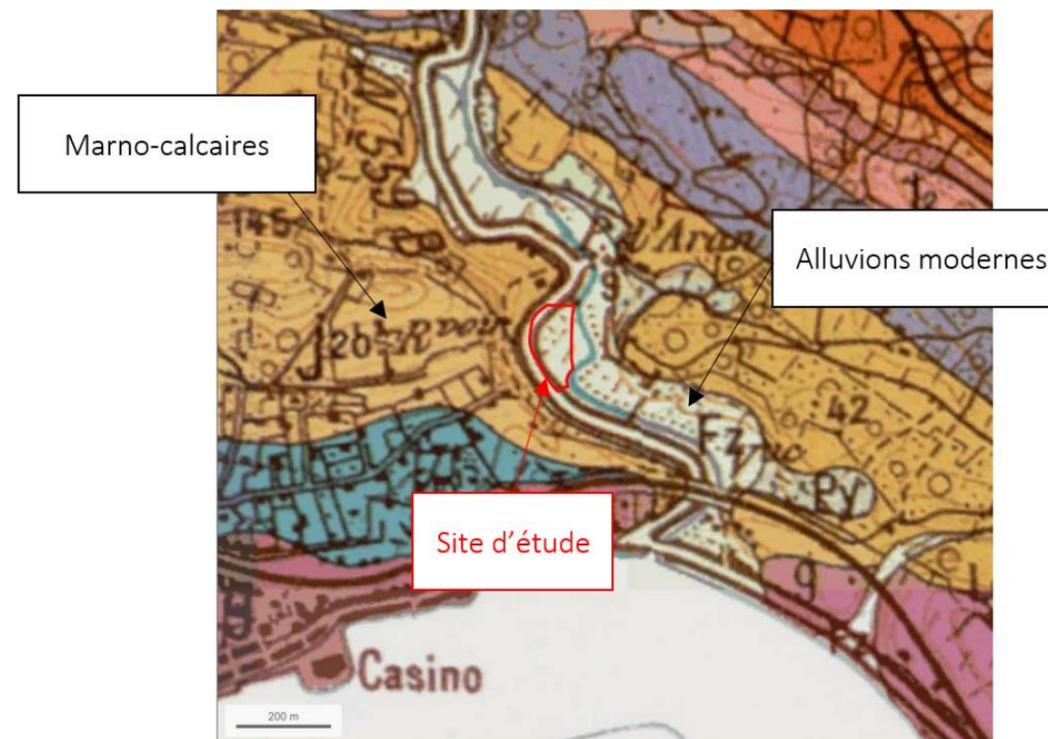


Figure 11 : Extrait de la carte géologique n°1064 (source : Géoportail)

2.2.5 Plan Local de l'Urbanisme

Le Plan Local de l'Urbanisme (PLU) de 2016 indique que le site d'étude se situe en périmètre de l'aléa inondation et que des plantations d'arbres sont à réaliser le long de la limite est de l'aire d'étude immédiate (cf. Figure 12).

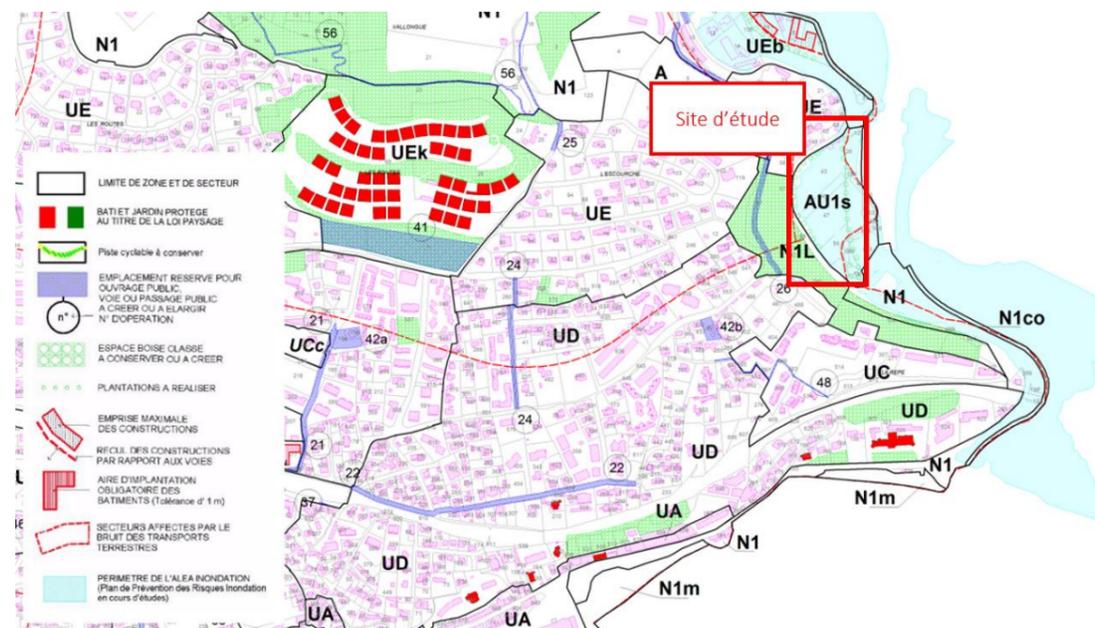


Figure 12 : PLU 2016 de la Ville de Bandol

2.2.6 Atlas des zones inondables

L'aire d'étude immédiate est comprise dans la délimitation des zones de débordement liées à la présence du Grand Vallat (lit moyen) de l'Atlas des Zones Inondables (AZI) du Var (cf. Figure 13).

La commune de Bandol est concernée par le Plan de Prévention des Risques Inondation (PPRI) lié au Grand Vallat et à ses principaux affluents sur les communes de Sanary-sur-Mer et Bandol, approuvé par anticipation le 22 décembre 2017.

La zone d'étude est soumise à un risque fort d'inondation : elle s'inscrit en zone rouge R2 du PPRI du Grand Vallat.



Figure 13 : Extrait de l'Atlas des Zones Inondables au niveau du site des Grands Ponts (DREAL PACA)

En synthèse, la cartographie des milieux potentiellement humides réalisée en 2014 par l'Agrocampus ouest et l'INRA met en avant une probabilité de présence de zone humide assez forte à forte sur le site d'étude. La cartographie des zones humides du SRCE mentionne une zone humide dont les limites restent à définir au niveau de l'aire d'étude immédiate.

Ces potentialités sont explicables par différents paramètres : Le cours d'eau du Grand Vallat et la zone humide de l'inventaire départemental qui l'accompagne sont présents à seulement quelques mètres à l'est de l'aire d'étude. La topographie du secteur met en évidence que le site, une plaine au pied d'une forte pente à l'ouest appartient au même bassin versant que le cours d'eau et sa zone humide. De plus, l'aire d'étude est comprise dans le périmètre d'aléa inondation du PLU et dans le lit moyen du Grand Vallat selon l'atlas des zones inondables.

Cependant, les sols du périmètre d'étude sont majoritairement des calcosols. Bien qu'ils puissent être argileux et donc posséder une certaine capacité de rétention d'eau, ce type de sol n'est pas caractéristique en lui-même. La forte proportion de carbonates de calcium dans leur composition rend difficile l'observation de traces d'hydromorphies recherchées. Les sous-sols formant l'assise du site sont composés d'alluvions modernes moyennement perméables et drainantes.

Enfin, l'important remaniement des sols du site au cours du temps limite la potentialité de présence de zone humide sur le site et rend les sols durs à sonder à la tarière manuelle.

Le site présente une forte probabilité de présence de zone humide, justifiée par les zones humides et cours d'eau à proximité et la topographie. Cependant, le type de sol et sous-sol ne sont pas indicatrices en eux-mêmes de la présence de zone humide. Une attention particulière sera prise lors des sondages, car les carbonates de calcium et les importants remaniements des sols du site rendent difficile l'étude de zone humide, tant sur le critère flore et habitats (peu exprimés sur les secteurs remaniés) que sur le critère pédologiques (sondages à la tarière manuelle difficiles).



3 Méthodologie appliquée au diagnostic zones humides

3.1 Cadre réglementaire sur les zones humides

L'article L211-1 du Code de l'Environnement, issu de la loi sur l'eau du 3 janvier 1992 définit les zones humides comme : « les terrains exploités ou non, habituellement inondés ou gorgés d'eau douce, salée ou saumâtre, de façon permanente ou temporaire ; ou dont la végétation, quand elle existe, y est dominée par des plantes hygrophiles pendant au moins une partie de l'année ».

L'arrêté du 1^{er} octobre 2009 modifie l'arrêté du 24 juin 2008 et précise les critères de définition et de délimitation des zones humides en application des articles L. 124- 7-1 et R. 211-108 du Code de l'Environnement. Un espace peut être considéré comme zone humide dès qu'il présente l'un des deux critères suivants :

- ses sols présentent des traits d'hydromorphie qui témoignent d'un engorgement permanent ou temporaire. Ils correspondent à un ou plusieurs types pédologiques parmi ceux mentionnés dans la liste figurant en annexe de l'arrêté.
- sa végétation, si elle existe, est caractérisée :
 - soit par des espèces hygrophiles indicatrices de zones humides, identifiées selon la méthode et la liste d'espèces de l'annexe 2.1 de l'arrêté.
 - soit par des communautés d'espèces végétales dénommées « habitats », caractéristiques de zones humides identifiées selon la méthode et la liste correspondante figurant en annexe de l'arrêté.

Le périmètre de la zone humide doit être délimité au plus près des espaces répondant aux critères relatifs aux sols ou à la végétation.

3.2 Méthodologie de délimitation des zones humides in situ

Vu la définition des zones humides et le protocole décrit dans l'arrêté de délimitation des zones humides, des investigations pédologiques ont été effectués sur l'aire d'étude le 7 février 2024.

Les investigations floristiques ont effectué le 11 avril 2024 afin de confirmer l'absence des zones humides à enjeux à la suite du prédiagnostic d'EGIS effectué en 2022 et du passage de l'écologue botaniste pour les sondages pédologiques qui ont constaté la présence de quelques espèces indicatrices de zones humides

3.2.1 Caractérisation floristique d'une zone humide

L'examen de la végétation consiste à déterminer si celle-ci est hygrophile soit directement à partir des recouvrements des espèces végétales hygrophiles, soit à partir des communautés d'espèces végétales dénommées habitats.

• Habitats des zones humides

L'arrêté du 24 juin 2008 précisant les critères de définition et de délimitation des zones humides établit en Annexe II table B une liste des habitats caractéristiques des zones humides selon les terminologies typologiques de référence actuellement en vigueur (CORINE biotopes et Prodrome des végétations de France).

Si la nomenclature de l'habitat observé au sein du site correspond à un habitat H, alors tous les habitats de niveaux hiérarchiques inférieurs sont caractéristiques de zones humides. Les critères d'espèces hygrophiles et de pédologie n'ont pas besoin d'être investigués.

Dans le cas d'un habitat p (pro parte), tous les habitats de niveaux inférieurs ne sont pas caractéristiques de zones humides. Pour ces habitats p, ainsi que pour les habitats ne figurant pas dans les listes, il n'est pas possible de conclure sur la nature humide de la zone à partir des données habitats. Une expertise des sols ou des espèces végétales doit être réalisée.

Protocole de terrain :

L'examen des habitats consiste à effectuer un relevé phytosociologique sur une placette homogène du point de vue physionomique, floristique et écologique, et à déterminer s'il correspond à un habitat caractéristique de zones humides. Le nombre de points à effectuer sur le terrain et leur localisation dépend de la taille et de l'hétérogénéité du site.

Un relevé doit être effectué par secteur homogène du point de vue du milieu naturel (conditions mésologiques).

• **Espèces végétales indicatrices de zones humides**

L'arrêté du 24 juin 2008 précisant les critères de définition et de délimitation des zones humides établit en Annexe II table A une liste des espèces indicatrices de zones humides. Si une ou plusieurs espèces caractéristiques des zones humides dominant le cortège, alors le milieu est classé en tant que zone humide selon le critère floristique. Dans ce cas, le critère pédologique n'a pas besoin d'être investigué. Dans le cas contraire, il n'est pas possible de conclure sur la nature humide de la zone à partir des données de végétation hygrophile. Une expertise des sols doit être réalisée.

Protocole de terrain :

Un relevé phytosociologique par ensemble homogène et par strate de végétation est réalisé. Toutes les espèces floristiques de la placette choisie sont relevées et une estimation de leur abondance-dominance leur est attribuée. Une liste des espèces dominantes peut alors être établie avec les espèces dont les pourcentages de recouvrement cumulés permettent d'atteindre 50% de la surface du relevé, ainsi que toutes les espèces dont le recouvrement est supérieur ou égal à 20%. Les listes des espèces dominantes des différentes strates sont finalement regroupées. Si la moitié des espèces de cette liste sont indicatrices de zones humides d'après l'Annexe II table A de l'arrête du 24 juin 2008, la végétation peut être qualifiée d'hygrophile et la surface relevée peut être classée en tant que zone humide.

3.2.2 Caractérisation pédologique d'une zone humide

Si le critère de floristique est négatif ou inexploitable (culture, fauche, ...) alors le critère pédologique doit être investigué via la réalisation de sondages à la tarière manuelle *Edelman*.

Le nombre, la répartition et la localisation précise des sondages dépendent de la taille et de l'hétérogénéité du site, avec un sondage par secteur homogène du point de vue des conditions mésologiques (habitat, végétation, topographie, géologie, ...).

Dans le cas présent, les sols du site sont particulièrement remaniés, l'inventaire pédologique a été réalisé en amont de l'inventaire floristique, la topographie du site est relativement homogène. Les sondages ont donc été répartis de manière mailler l'ensemble du site et à éviter les secteurs de remblais qui ne sont pas creusables à l'aide d'une tarière manuelle.

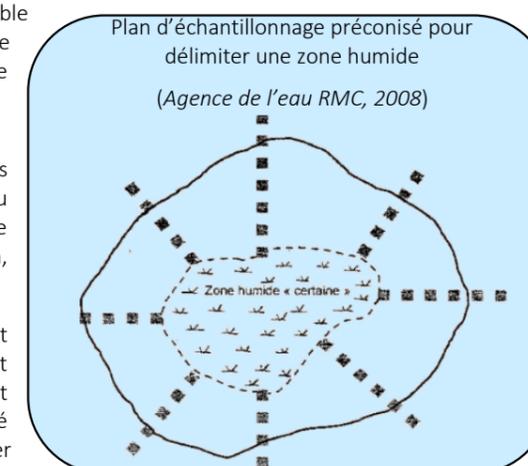


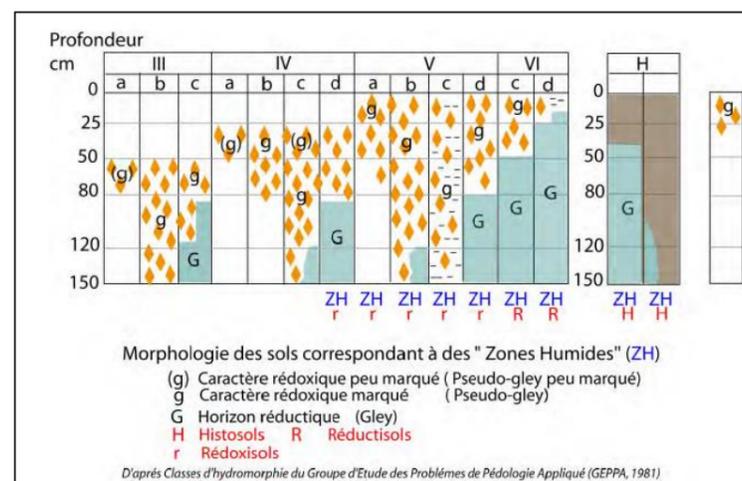


Figure 14 : Exemple de carottage réalisé à la tarière manuelle Edelman (source : EODD, 2022)

D'après l'arrêté du 24 juin 2008 modifié par l'arrêté du 1^{er} octobre 2009, les sols de zones humides correspondent :

- à tous les histosols, car ils connaissent un engorgement permanent en eau qui provoque l'accumulation de matières organiques peu ou pas décomposées ;
- à tous les réductisols, car ils connaissent un engorgement permanent en eau à faible profondeur se marquant par des traits réductiques débutant à moins de 50 centimètres de profondeur dans le sol ;
- aux autres sols caractérisés par des traits rédoxiques débutant à moins de 25 centimètres de profondeur dans le sol et se prolongeant ou s'intensifiant en profondeur ;
- aux autres sols caractérisés par des traits rédoxiques débutant à moins de 50 centimètres de profondeur dans le sol, se prolongeant ou s'intensifiant en profondeur, et des traits réductiques apparaissant entre 80 et 120 centimètres de profondeur.

L'apparition de traits rédoxiques ou réductiques, ou d'horizons histiques, peut être schématisée selon la figure inspirée des classes d'hydromorphie du GEPPA (1981), présentée ci-après. **La morphologie des classes IVd, Va, Vb, Vc, Vd, VIc, VI d et H caractérise des sols de zones humides pour l'application de la rubrique 3.3.1.0 de l'article R. 214-1 du Code de l'environnement.**



Classes d'hydromorphie (GEPPA 1981, modifié). Les classes Vb, Vc, Vd, VI, H correspondent à des sols de zones humides ; les classes IVd et Va et les types de sols correspondants peuvent être exclus par le préfet de région après avis du conseil scientifique régional du patrimoine naturel.

Figure 15 : Classes des sols selon le GEPPA, 1981

Remarques :

Dans certains contextes particuliers, l'excès d'eau prolongé ne se traduit pas par les traits d'hydromorphie habituels facilement reconnaissables (sols remaniés, présence de carbonate de calcium, ...). Une expertise des conditions hydrogéomorphologiques (en particulier profondeur maximale du toit de la nappe et durée d'engorgement en eau) doit être réalisée pour apprécier la saturation prolongée par l'eau dans les cinquante premiers centimètres de sol.

La liste des types de sols donnés en annexe 1-1 de l'arrêté du 24 juin 2008 modifié par l'arrêté du 1^{er} octobre 2009 suit la nomenclature des sols reconnue actuellement en France, à savoir celle du référentiel pédologique de l'Association française pour l'étude des sols (D. Baize et M.C. Girard, 1995 et 2008).

L'examen du sondage pédologique vise à vérifier la présence :

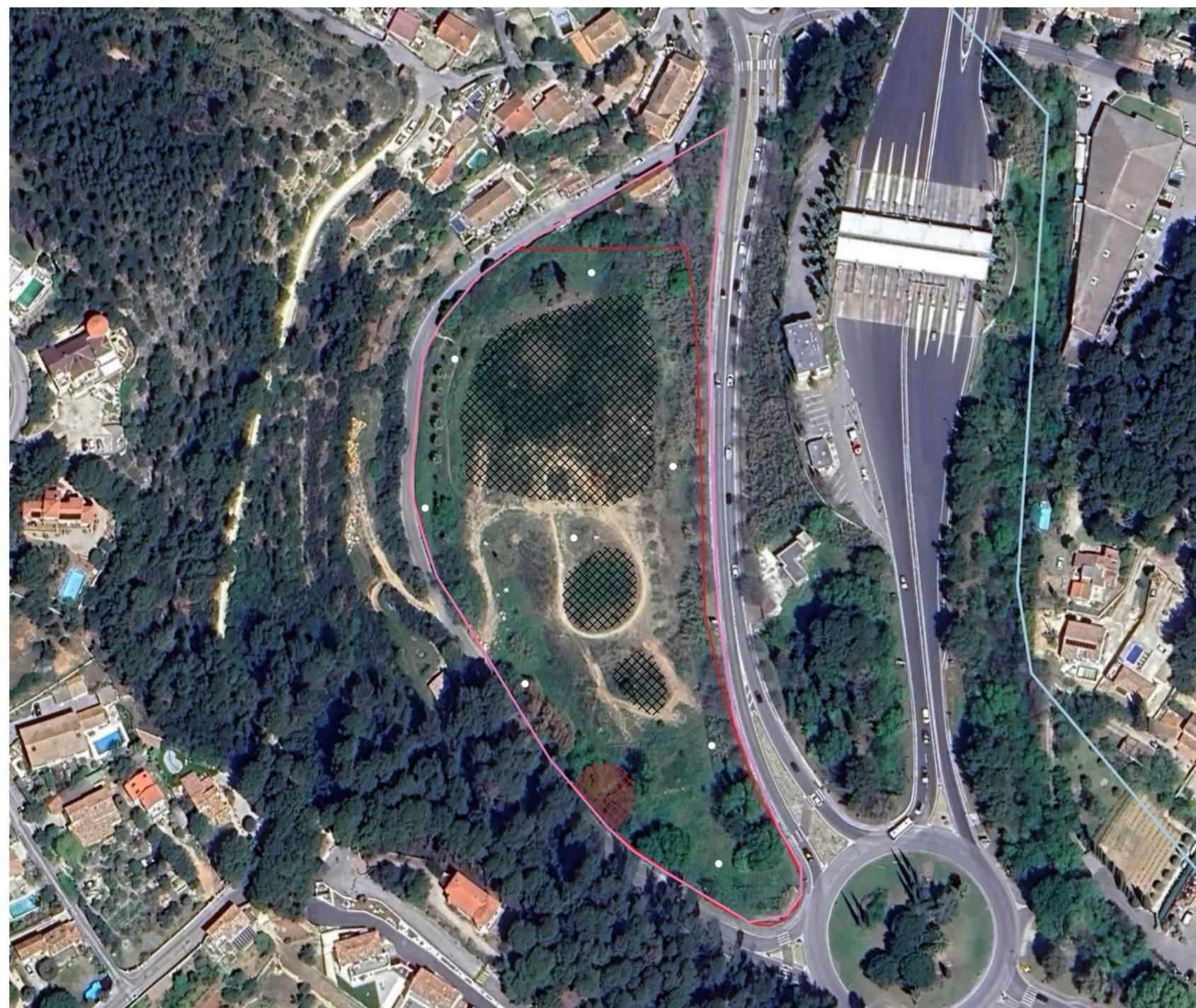
- d'horizons histiques (« H ») (ou tourbeux) débutant à moins de 50 centimètres de la surface du sol et d'une épaisseur d'au moins 50 centimètres
- ou de traits réductiques (« G ») débutant à moins de 50 centimètres de la surface du sol ou de traits rédoxiques débutant à moins de 25 centimètres de la surface du sol et se prolongeant ou s'intensifiant en profondeur
- ou de traits rédoxiques (« g ») débutant à moins de 50 centimètres de la surface du sol, se prolongeant ou s'intensifiant en profondeur, et de traits réductiques apparaissant entre 80 et 120 centimètres de profondeur.

Les sondages sont localisés et géoréférencés avec précision.

Pour chaque prélèvement à la tarière, ont été recherchés et caractérisés :

- La matrice en termes de couleur (brune, brun grisâtre, grise ou blanche, bleu-vert, brun foncé) et de texture (argileux, limoneux ou sableux) ;
- Les tâches : grise, rouille, concrétions noires ;
- La présence et les caractéristiques des éléments grossiers ;
- L'état de compacité et d'humidité du sol ;
- La profondeur des horizons
- La profondeur d'apparition et de disparition : g, G ou H.

Pour chaque refus de tarière rencontré, deux essais supplémentaires sont réalisés à proximité du premier point (entre 1 et 2 mètres).



PRELOCALISATION DES SONDAGES PEDOLOGIQUES

Aires d'étude

- Aire d'étude immédiate
- Périmètre projet

Réseau hydrographique

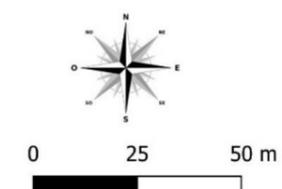
- Cours d'eau

Etude pédologique

- Prélocalisation des sondages pédologiques

Obstacles

- Estimation de la localisation des remblais
- Amiante



VILLE DE BANDOL. Source : IGN Orthophotoplans ; EODD. Tous droits réservés © EODD 2024  EODD
ingénieurs conseils

Figure 16 : Pré-localisation des sondages pédologiques



3.3 Dates et objets des prospections de terrain

Le tableau suivant présente les périodes et objets des investigations naturalistes réalisées pour le diagnostic zones humides.

Tableau 3 : Synthèse des prospections de terrain

DATES DE PASSAGE	OBSERVATEURS	CONDITIONS METEOROLOGIQUES	HABITATS	FLORE	PEDOLOGIE
07/02/2024	CHENE Fanny	15°C, ensoleillé, absence de vent			X
11/04/2024	MARTENS Karen	22°C, ensoleillé, 10km/h vent	X	X	

3.4 Résultats des critères habitat et végétation

3.4.1 Habitats naturels

3.4.1.1 Prédiagnostic de 2022

Quatre habitats ont été inventoriés par EGIS, dont un habitat humide. Aucune cartographie de ces habitats n'a été présentée dans le prédiagnostic.

Un habitat humide est potentiellement et donc concerné par l'arrêté de définition des zones humides : il s'agit des fourrés à Canne de Provence (*Arundo donax*). Aucun enjeu n'a été identifié en 2022 pour cet habitat, et le code Corine Biotopes n'a pas été explicité dans le rapport d'EGIS. Cet habitat pourrait être considéré un des deux habitats dominés par la Canne de Provence :

- « Corine Biotopes 53.62 – Peuplement de Cannes de Provence », ce qui lui confère un statut de zone humide selon la réglementation,
- ou bien « Corine Biotopes 34.6 – Steppes méditerranéens à graminées », habitat non-listé dans l'Annexe II table B de l'arrêté de détermination des zones humides.

L'habitat nécessitait des précisions avec une cartographie et un relevé phytosociologique.

Trois habitats pro parte ont été relevés par EGIS en 2022 :

- des friches herbacées à Inule fétide (*Dittrichia graveolens*). Cet habitat est majoritaire sur la zone d'étude ;
- des alignements d'arbres ;
- des fourrés mésophiles (composés de Ronces (*Rubus spp.*) notamment).

L'Inule fétide étant une espèce thermophile des sols plutôt secs, il n'est pas attendu que l'habitat majoritaire soit humide. Les sondages pédologiques et les inventaires floristiques de 2024 ont été effectués dans les habitats pro parte afin de valider l'absence de zone humide.

3.4.1.2 Inventaire habitats de 2024

Lors du passage du 11 avril 2024, 5 habitats naturels ont été identifiés, ainsi que des croisements de ces habitats. Les habitats listés en 2022 ont été précisés par les inventaires floristiques et cartographiés.

La distinction entre les friches herbacées thermophiles à Inule fétide (*Dittrichia graveolens*) et les friches dominées par des graminées, des chardons et du Maceron commun a pour résultat l'ajout d'un habitat à la liste de 2022 :

« EUNIS E5.1 : Végétation herbacée anthropique » qui regroupe les friches mésophiles. Les friches thermophiles restent majoritaires sur le site, avec des patches de friche mésophile à l'ouest, au sud et sur le tas de remblais au centre du site.

L'habitat dominé par la Canne de Provence s'est révélé d'être une formation steppique à Cannes de Provence. Cet habitat n'est donc pas classifié en zone humide via le critère habitat, le critère végétation a été investigué afin de déterminer son caractère humide ou pas.

Les cartes suivantes délimitent les habitats naturels présent sur le site, ainsi que les habitats pro parte où existent à la fois en conditions humides et non humides (la prédominance d'espèces typiques de zone humide ou le critère pédologique doivent trancher).

En synthèse, quatre habitats pro parte sont majoritaires sur le site ; vu les espèces relevées il y a peu de potentialité de présence de zone humide dans ces habitats. Un habitat caractérisé par la Canne de Provence (espèce exotique envahissante et déterminant de zone humide) et est toujours présent sur le site.

Le critère habitat n'est pas concluant pour la détermination des zones humides ; les critères végétation et pédologie sont nécessaires afin de déterminer la présence ou absence des zones humides sur le site.



Figure 17 : Cartographie des habitats présents sur l'aire d'étude immédiate



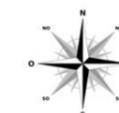
HABITATS CARACTERISTIQUES DE ZONE HUMIDE

Aires d'étude

- Périmètre projet
- Aire d'étude immédiate

Habitats caractéristiques de zone humide

- Pro parte
- Non listé dans l'Annexe II table B



VILLE DE BANDOL. Source : IGN Orthophotoplans ; EODD. Tous droits réservés © EODD 2024 

Figure 18 : Résultat de l'étude zone humide sur critère habitat



3.4.2 Flore

3.4.2.1 Prédiagnostic de 2022

EGIS a identifié trois espèces indicatrices de zones humides :

- la Canne de Provence (*Arundo donax*) ;
- le Roseau (*Phragmites australis*) ;
- le Scirpe-jonc (*Scirpoides holoschoenus*).

Il était indiqué qu’aucun habitat humide n’a été relevé sur le site, autre que les fourrés à Canne de Provence, donc il est supposé que ces espèces aient été uniquement présentes de manière ponctuelle.



Figure 19 : fourré à Canne de Provence (EGIS 2022)

3.4.2.2 Inventaire floristique de 2024

Six relevés phytosociologiques ont été effectués sur l’aire d’étude immédiate afin de caractériser les habitats présents et déterminer le caractère humide ou non de ces habitats par le recouvrement du cortège végétal. Les inventaires floristiques montrent que les habitats pro parte ne sont pas dominés par des espèces hygrophiles, à l’exception d’une formation de Cannes de Provence au sud du site. Une zone humide de 84m² donc été identifié par le critère floristique. La liste complète des relevés est disponible en annexe 1.

Six espèces de flore caractéristiques de zone humides ont été observées au sein de l’aire d’étude (Tableau 4). Le Scirpe-jonc et le Roseau commun, observés en 2022 n’ont pas été revus en 2024. Les observations ont été reportées

sur une carte et s’agissent des observations ponctuelles, à l’exception de la Canne de Provence. Ce dernier se trouve en patch dense au sein de l’alignement d’arbres à l’est du site, ainsi qu’un large patch au sud du projet (cf. Figure 20).

Tableau 4 : Espèces indicatrices de zones humides figurent sur la liste de l’Annexe II de l’arrêté du 24 juin 2008

RELEVÉ	NOM SCIENTIFIQUE	NOM COMMUN
1, 5 et 6	<i>Arundo donax</i>	Roseau à quenouilles
4	<i>Equisetum variegatum</i>	Prêle panachée
3	<i>Fraxinus angustifolia</i>	Frêne à feuilles étroites
4 et 6	<i>Juncus acutus</i>	Jonc à tépales pointus
3	<i>Populus nigra</i>	Peuplier noir
3	<i>Solanum dulcamara</i>	Morelle douce-amère

La Canne de Provence est présente par patchs où elle est l’espèce dominante sur une partie de l’aire d’étude immédiate. Il est néanmoins nécessaire de préciser que cette espèce s’implante facilement sur les secteurs remaniés qu’ils soient humides ou non. La Canne de Provence est une espèce exotique envahissante avec une forte capacité de coloniser des sols perturbés, même secs, bien qu’elle soit sur la liste de végétation caractéristique des zones humides.

La gestion et l’élimination de Canne de Provence sur l’emprise du stade bénéficieront à la biodiversité et aideront à la lutte contre sa propagation.

En synthèse, la présence de quelques espèces indicatrices de zones humides est avérée sur le site, cependant ces espèces sont présentes ponctuellement, à l’exception de la Canne de Provence. Les relevés phytosociologiques confirment le caractère non-humide des habitats pro parte, avec un dominance des espèces rudérales des milieux secs, telle que l’Inule fétide.

Un habitat humide de 84 m² caractérisé par une espèce exotique envahissante, la Canne de Provence, est toujours présent sur le site. Cette zone humide ne sera pas impactée par le projet, comme expliqué ci-après (cf. 3.6 Conclusions).



FLORE CARACTERISTIQUE DE ZONE HUMIDE

Aires d'étude

- Périmètre projet
- Aire d'étude immédiate

Habitat humide selon critère végétation

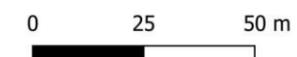
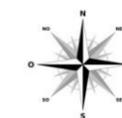
- Formations à Canne de Provence

Observation ponctuelle de flore caractéristique de zone humide

- ★ Arundo donax
- ★ Equisetum variegatum
- ★ Fraxinus angustifolia
- ★ Juncus acutus
- ★ Populus nigra
- ★ Solanum dulcamara

Surface avec forte présence d'une espèce caractéristique de zone humide

- Alignement d'arbres envahi de Canne de Provence



VILLE DE BANDOL. Source : IGN Orthophotoplans ; EODD. Tous droits réservés © EODD 2024

Figure 20 : Résultat de l'étude zone humide sur critère flore



3.5 Résultats du critère pédologique

3.5.1 Inventaire pédologique

La pluviométrie de l'année 2023 se trouve en dessous des normales (moyenne entre 1997 et 2022). En revanche les précipitations observées en février sont supérieures à celles observées en 2022 et 2023 pour le même mois (31.2 mm en février 2024 contre 13.6 mm en 2023 et 1 mm en 2022) (source : Infoclimat). La dernière pluie dans le secteur d'étude a eu lieu le 16 janvier, soit trois semaines avant la réalisation des sondages pédologiques. Le sol était donc théoriquement suffisamment meuble pour permettre la réalisation des sondages à la tarière manuelle Edelman et dans le cas d'un sol de zone humide, les traces d'hydromorphies seront encore visibles.

Huit sondages étaient initialement prévus, deux sondages ont été ajoutés sur le terrain afin d'avoir une vision plus précise des sols du site au regard de la topographie. Les résultats des sondages pédologiques sont présentés sur la Figure 22. Les fiches détaillées des sondages pédologiques sont disponibles en Annexe 2.

Les sols de l'aire d'étude immédiate ont tous historiquement fait l'objet d'importants remaniements et de nombreux tas de remblai et déblai, ainsi que des zones rudérales gravillonnées sont aujourd'hui présents sur l'aire d'étude immédiate (cf. Figure 21). En raison de la difficulté à creuser ces matériaux, les secteurs gravillonnés et de remblais n'ont fait l'objet d'aucune étude sur le critère sol. En outre, les gravillons étant drainant et caillouteux, ces sols sont peu propices à la formation des zones humides. Du remblai est néanmoins présent dans l'ensemble des sondages réalisés sur le reste de l'aire d'étude immédiate.

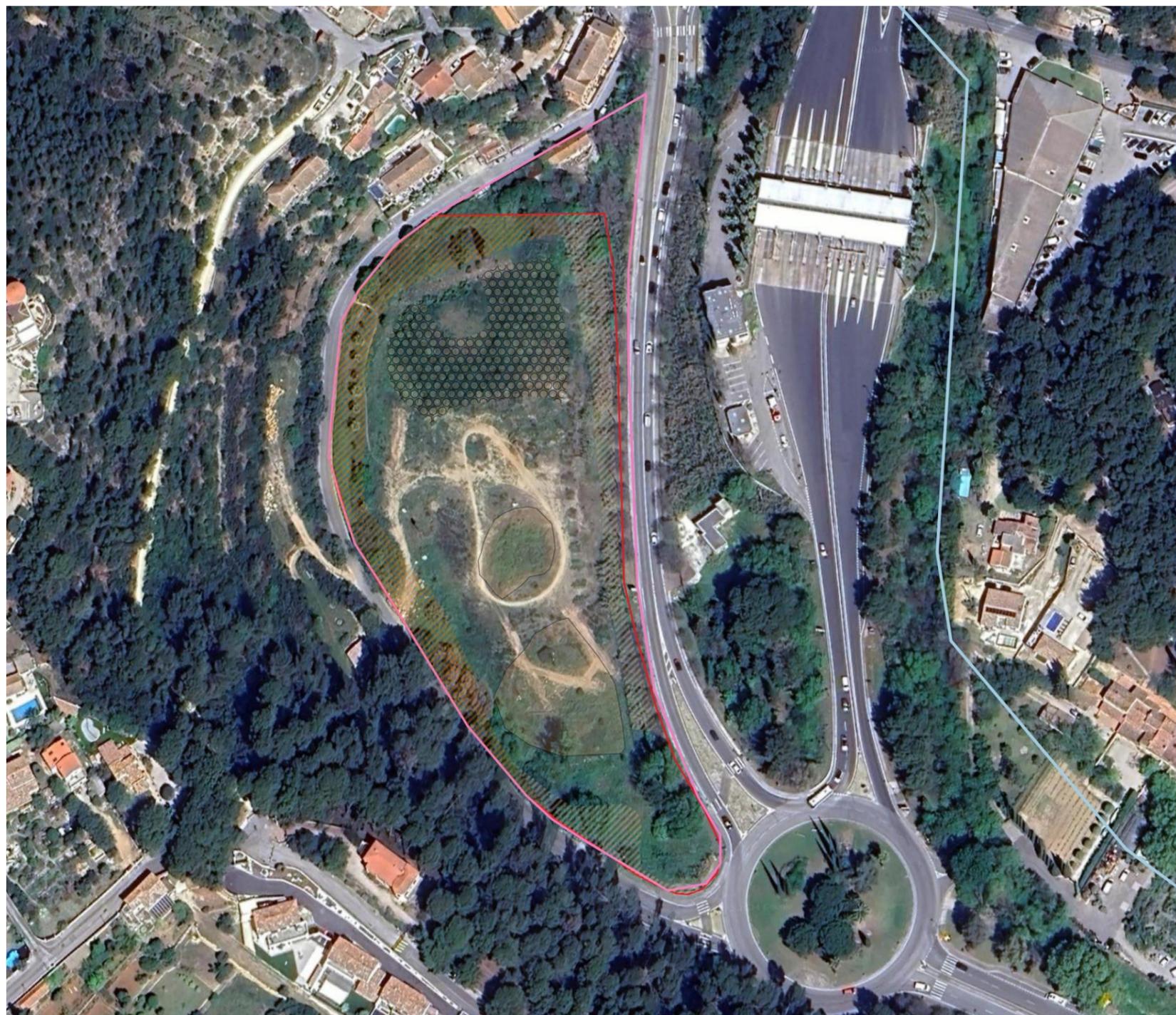
Huit des 10 sondages se sont soldés par des refus de tarière entre 10 et 40 cm en raison de la présence de ces remblais. Deux sondages ont pu être menés à terme, dont un réalisé sur une coupe de fossé. Ces deux sondages concluent à l'absence de zone humide.

Seul le sondage 8, qui se localise au sud du site d'étude, présente quelques traces légères d'oxydo-réduction. Ces traces représentent moins de 5% de la motte et ne sont donc pas suffisamment intenses pour classer ce sol en zone humide.

Tableau 5 : Résultats de l'étude pédologique

Numéro de sondage	Traces d'hydromorphie (cm)					Humidité du sol	Profondeur d'arrêt (cm)	Conclusion Zone Humide	Classe GEPPA
	Concrétions MgFe	(g)	g	G	H				
1	/	/	/	/	/	/	20	Refus	/
2	/	/	/	/	/	/	25	Refus	/
3	/	/	/	/	/	/	20	Refus	/
4	/	/	/	/	/	/	20	Refus	/
5	/	/	/	/	/	/	10	Refus	/
6	/	/	/	/	/	/	10	Refus	/
7	/	/	/	/	/	/	70	Négatif	/
8	/	25-30	/	/	/	Frais	40	Refus	/
9	/	/	/	/	/	Frais	20	Refus	/
10	/	/	/	/	/	Frais	95	Négatif	/

En synthèse, les sols de l'aire d'étude immédiate étant fortement remaniés, huit sondages se sont soldés par des refus de tarière. Seuls les sondages 7 et 10 ont été menés à terme et ils concluent en une absence de zone humide. Cependant, les résultats obtenus par le critère sol ne sont dans l'ensemble pas concluants.



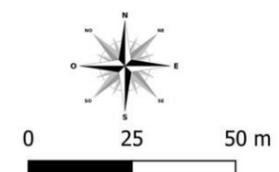
PRINCIPAUX RELIEFS DE L'AIRE D'ETUDE IMMEDIATE

Aires d'étude

- Aire d'étude immédiate
- Périmètre projet

Relief du site d'étude

- Ensemble de tas de remblais de moins de 90 cm de haut
- Remblais d'environ 1 m de haut
- Talus d'environ 1 m de haut
- Talus de plus de 1 m de haut



VILLE DE BANDOL. Source : IGN Orthophotoplans ; EODD. Tous droits réservés © EODD 2024 

Figure 21 : Reliefs et remblais observés au sein de l'aire d'étude immédiate



RESULTAT DES SONDAGES PEDOLOGIQUES

Aires d'étude

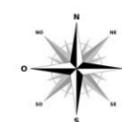
- Aire d'étude immédiate
- Périmètre projet

Prélocalisation des sondages à la tarière Edelman

- Sondages initialement prévus

Résultat des sondages pédologiques

- Négatif
- Refus



VILLE DE BANDOL. Source : IGN Orthophotoplans ; EODD. Tous droits réservés © EODD 2024 

Figure 22 : Résultat de l'étude zone humide sur critère sol



3.5.2 Informations complémentaires

En raison de la difficulté d'effectuer des sondages à la tarière manuelle, des données complémentaires ont été analysées afin d'alimenter l'étude zone humide.

D'après les données disponibles (compte rendu de la réunion entre la CASSB et la mairie de Bandol du 20/12/23), la profondeur supposée de la nappe phréatique est à 4 m sous le sol. Une zone de recharge pour l'eau potable est aussi connue sur le site, cela implique que les sols du site sont perméables et réduit la probabilité d'installation des zones humides. L'enjeu lié à la capture d'eau a eu pour résultat une modification du plan de masse et un évitement du sud du site, afin de protéger cette ressource.

Des diagnostics des milieux sols, gaz du sol et air ambiant ont été effectués par le pôle « Sites et sols pollués » d'EODD en 2024. Lors de cette étude, 8 sondages ont été réalisés à la pelle mécanique ainsi que 10 sondages à la foreuse mécanique sur l'ensemble du site. Ces sondages mettent en évidence :

- la présence de sols rouges, pouvant biaiser l'observation de traces d'oxydo-réduction ;
- du remblai ou des couches graveleuses dans huit des dix sondages à la foreuse mécanique et les deux piézomètres ;
- un sol principalement sablo-graveleux et sablo-limoneux ;
- des secteurs secs à peu humide, avec un sondage très humide voir mouillé ;
- des secteurs où le sol est gris/bleu.



Figure 23 : Sol rouge (PM7), © EODD 2024

Tableau 6 : Résultats des sondages à la foreuse mécanique pour l'étude pollution

Sondage	Prof. (cm)	Lithologie	Humidité
S1	0-10	Couche de forme graveleuse	/
	10-150	Limons sableux	humide
S2	0-15	Remblais sablo-graveleux	sec
	15-150	Limons sableux	peu humide
S3	0-5	Terre végétale	peu humide
	5-150	Limons sableux	peu humide
S4	0-30	Remblais sablo-graveleux	sec
	30-150	Limons sableux	peu humide
S5	0-20	Remblais sablo-graveleux	sec
	20-120	Limons sableux	peu humide
S6	0-70	Remblais limoneux	peu humide
S7	0-150	Remblais limoneux	peu humide
S8	0-20	Remblais sablo-graveleux	sec
	20-150	Limons sableux	peu humide
S9	0-150	Remblais limono-sableux	sec
S10	0-150	Limons sableux	sec
PZA1	0-100	Remblais sablo-graveleux	sec
	100-150	Limons sableux	peu humide
PZA2	0-100	Remblais limono-sableux	sec
	100-150	Limons sableux très fin	sec



Figure 24 : Sol fortement remanié en profondeur (PM3) (gauche), (PM8) (droite), © EODD 2024

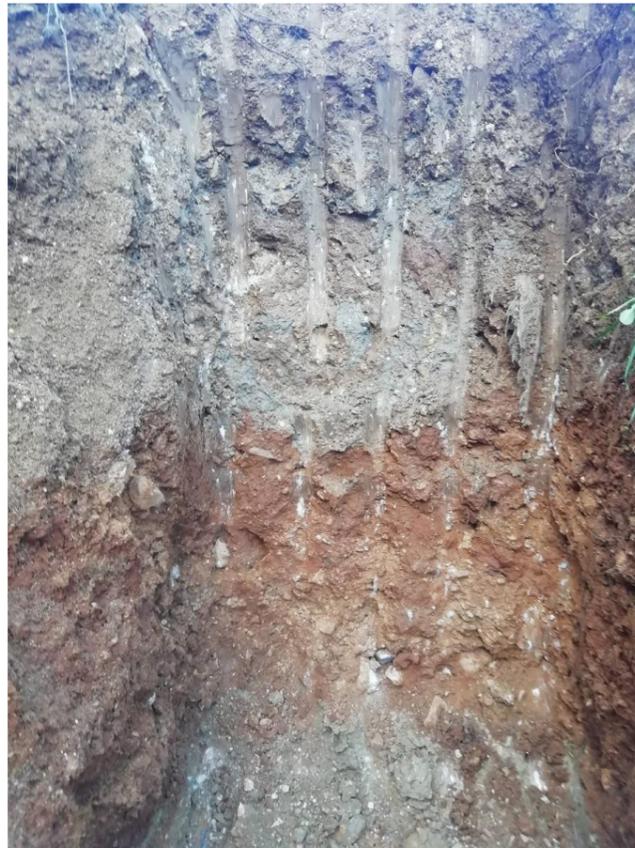


Figure 25 : Sol gris/bleu (PM1), © EODD 2024

En synthèse, les sols sur site d'étude sont dans l'ensemble sablo-limoneux, légèrement humides. Du remblai est présent jusqu'à 40 cm de la surface du sol du site, ainsi que jusqu'à 150 cm du haut des tas de remblais.



SYNTHESE DE L'ETUDE DES SOLS DU SITE (PEDOLOGIE ET ETUDE SITES ET SOLS POLLUES)

Aires d'étude

- Aire d'étude immédiate
- Périmètre projet

Relief du site d'étude

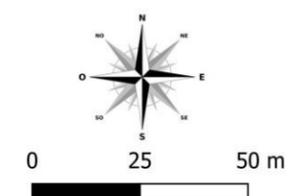
- Ensemble de tas de remblais de moins de 90 cm de haut
- Remblais d'environ 1 m de haut
- Talus d'environ 1 m de haut
- Talus de plus de 1 m de haut

Résultat des sondages pédologiques

- Négatif
- Refus

Sondages réalisés dans le cadre de l'étude site et sol pollués et les profondeurs de remblai associés

- Sol humide
- Sol peu humide



VILLE DE BANDOL. Source : IGN Orthophotoplans ; EODD. Tous droits réservés © EODD 2024 EODD ingénieurs conseils

Figure 26 : Synthèse des sols du site à travers l'étude pédologique et l'étude « sites et sols pollués »

3.6 Conclusions

Trois espèces végétales déterminantes de zones humide ont été observées en 2022 et six en 2024. Ces espèces sont présentes d'une manière ponctuelle à l'exception de la Canne de Provence, espèce exotique envahissante.

Le critère habitat et le critère flore se rejoignent pour mettre en évidence plusieurs patchs sur lesquels la Canne de Provence est présente. **Un de ces patchs de 84 m² qualifie en tant que zone humide de par le très fort recouvrement de Canne de Provence.** La relevé phytosociologique n°1 montre la dominance nette de Canne de Provence et permet de classer cet habitat en zone humide, malgré l'absence d'autres espèces caractéristiques de zones humides dans le relevé.

Cette espèce exotique envahissante est néanmoins susceptible de s'installer sur tous les secteurs perturbés, qu'ils soient humides ou non. L'élimination de cette espèce exotique envahissante sur l'emprise du projet sera bénéfique pour la biodiversité et aidera à lutter contre sa propagation.

Le critère sol met en évidence la nature très anthropisée des sols du site, avec du remblai présent sur la majorité du site. Seul deux sondages ont pu être menés à terme et concluent en une absence de zone humide. Les sondages à la foreuse et la pelle mécanique réalisés dans le cadre du diagnostic « Sites et sols pollués » montrent des sols particulièrement remaniés, avec du remblai présent de 40 à 150 cm de profondeur sur l'ensemble du site, avec des tas de remblai et des talus qui recouvrent environ 50% du site.

Les sondages de l'étude pollution n'ont pas pu être analysés précisément dans le cadre de cette étude zone humide.

Le sondage n°8 présente quelques traces d'hydromorphie jusqu'au refus à 40 cm. Ces traces représentent moins de 5% de la motte et sont donc insuffisantes pour classer ce point en zone humide. À proximité, un sondage à la pelle mécanique réalisé lors des investigation pollution a mis en évidence des sols humides et bleus/gris, qui pourraient être des indications de réduction et donc de présence de zone humide. Ces deux sondages se trouvent à l'extrémité sud du site dans la zone qui ne sera pas impactée par le projet. Cela étant dit, aucun espèce floristique caractéristique des zones humides n'a été relevé à proximité et le potentiel de présence de zone humide est assez faible. Une zone de recharge pour l'eau potable est aussi connue sur le site, cela implique que les sols du site sont perméables et réduit la probabilité d'installation des zones humides.

Bien que la bibliographie indique de fortes potentialités de présence de zone humide, en lien avec la proximité au cours d'eau du grand Vallat et de la zone humide associée, **l'enjeu de zones humides sur le site se révèle faible au vu des sols fortement anthropisés, du cortège floristique des friches plutôt sèches, et de la présence d'espèces exotiques envahissantes.**

L'aire d'étude étant relativement homogène en termes d'habitats et de topographie, il est possible de réaliser des sondages à la pelle mécanique de manière à pouvoir observer les horizons de sol jusqu'à 120 cm, et de conclure définitivement sur l'absence de zone humide aux alentours du forage présentant une humidité du sol plus élevé. Il était décidé d'éviter cette partie du site au lieu de continuer les investigations.

La modification du plan de masse du projet a été basé notamment sur la présence d'enjeu lié au captage d'eau potable. Toute la partie sud du site sera évité, et la zone humide au sud, ainsi que l'aire à proximité des sondages avec traces d'hydromorphie ne seront donc pas impactés (cf. Figure 28)



Figure 27 : Plan d'aménagement (source : ville de Bandol)



**SYNTHESE DE L'ETUDE ZONES HUMIDES :
CRITERES HABITAT, FLORE ET PEDOLOGIE**

Aires d'étude

- Aire d'étude immédiate
- Périmètre projet

Zone humide sur critère végétation

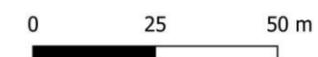
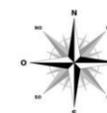
- Formations à Canne de Provence (84 m²)

Résultat des sondages pédologiques

- Horizon rédoxique peu marqué

**Sondages réalisés dans le cadre de
l'étude site et sol pollués et les
profondeurs de remblai associés**

- Sol humide



VILLE DE BANDOL. Source : IGN Orthophotoplans ; EODD. Tous droits réservés © EODD 2024 

Figure 28 : Synthèse de l'étude zones humides



4 Rédacteurs de l'étude

La réalisation du présent diagnostic zones humides a été pilotée par le bureau de conseil et d'ingénierie en environnement EODD Ingénieurs Conseils en 2024.

Tableau 7 : Auteurs de l'étude d'impact et des études techniques associées

Compétence	Société	Contacts	Coordonnées
Expertise Flore et Habitats		Karen MARTENS	Centre Léon Blum 171/173, rue Léon Blum 69100 VILLEURBANNE
Expertise pédologique		Fanny CHENE	Centre Léon Blum 171/173, rue Léon Blum 69100 VILLEURBANNE
Rédacteurs		Karen MARTENS Fanny CHENE	Centre Léon Blum 171/173, rue Léon Blum 69100 VILLEURBANNE
Supervision		Jessica VIDAL	Avenue Louis Philibert Domaine du Petit Arbois 13100 Aix-en-Provence

5 Annexes

ANNEXE 1. Liste exhaustive des espèces végétales recensées

Relevé	Strate	Nom scientifique	Nom commun	Espèce indicatrice de zone humide	Pourcentage de recouvrement (%)
1	herbacée	<i>Arundo donax</i>	Roseau à quenouilles	Oui	60
		<i>Clematis vitalba</i>	Clématite blanche		15
		<i>Malva sylvestris</i>	Mauve sauvage		10
		<i>Rubus spec.</i>	Rubus spec.		5
		<i>Carduus pycnocephalus</i>	Chardon à tête dense		1
		<i>Crepis pulchra</i>	Crépis élégant		1
		<i>Fumaria capreolata</i>	Fumeterre grimpeuse		1
		<i>Galactites tomentosus</i>	Galactitès cotonneux		1
		<i>Geranium purpureum</i>	Géranium pourpre		1
		<i>Geranium rotundifolium</i>	Géranium à feuilles rondes		1
		<i>Ortie dioïque, Urtica dioica</i>	Grande ortie		1
		<i>Raphanus raphanistrum</i>	Ravenelle		1
		<i>Rumex patientia</i>	Patience des moines		1
		<i>Solanum chenopodioides</i>	morelle sublobée		1
<i>Veronica cymbalaria</i>	Véronique cymbalaire		1		
2	herbacée	<i>Bromus sterilis</i>	Brome stérile		25
		<i>Crepis pulchra</i>	Crépis élégant		25
		<i>Avena sterilis</i>	Avoine sauvage		15
		<i>Carduus pycnocephalus</i>	Chardon à tête dense		10
		<i>Fumaria capreolata</i>	Fumeterre grimpeuse		5
		<i>Schedonorus arundinaceus</i>	Fétuque roseau		5
		<i>Vicia sepium</i>	Vesce des haies		3
		<i>Borago officinalis</i>	Bourrache		1
		<i>Cyanotis cristata</i>	Cyanotis cristata		1
		<i>Foeniculum vulgare</i>	Fenouil		1
		<i>Geranium purpureum</i>	Géranium pourpre		1
		<i>Plantago lanceolata</i>	Plantain lancéolé		1
		<i>Raphanus raphanistrum</i>	Ravenelle		1
		<i>Rumex patientia</i>	Patience des moines		1
		<i>Silybum marianum</i>	Chardon-marie		1
		<i>Smyrniolum olusatrum</i>	Maceron		1
		<i>Trisetum flavescens</i>	Avoine dorée		1
		<i>Veronica hederifolia</i>	Véronique à feuilles de lierre		1
		<i>Vinca difformis</i>	Pervenche difforme		1
3	arborée / arbustive	<i>Ulmus minor</i>	Orme champêtre		40
		<i>Fraxinus angustifolia</i>	Frêne à feuilles étroites	Oui	20
		<i>Sambucus nigra</i>	Sureau noir		10
		<i>Celtis australis</i>	Micocoulier de Provence		1
		<i>Pinus halepensis</i>	Pin d'Alep		1
	<i>Populus nigra</i>	Peuplier noir	Oui	1	
	<i>Quercus coccifera</i>	Chêne des garrigues		1	
	herbacée	<i>Vinca difformis</i>	Pervenche difforme		40
		<i>Galium aparine</i>	Gaillet gratteron		20
<i>Rubus spec.</i>		Rubus spec.		20	

Relevé	Strate	Nom scientifique	Nom commun	Espèce indicatrice de zone humide	Pourcentage de recouvrement (%)
4		<i>Arundo donax</i>	Roseau à quenouilles		15
		<i>Vicia sepium</i>	Vesce des haies		15
		<i>Centranthus ruber</i>	Centranthe rouge		1
		<i>Euphorbia cyparissias</i>	Euphorbe petit-cyprès		1
		<i>Solanum dulcamara</i>	Morelle douce-amère	Oui	1
	herbacée	<i>Dittrichia viscosa</i>	Inule visqueuse		40
		<i>Avena sterilis</i>	Avoine sauvage		10
		<i>Bromus sterilis</i>	Brome stérile		10
		<i>Fumaria capreolata</i>	Fumeterre grimpante		10
		<i>Malva sylvestris</i>	Mauve sauvage		10
		<i>Euphorbia helioscopia</i>	Euphorbe réveil-matin		5
		<i>Atriplex halimus</i>	Arroche halime		1
		<i>Beta vulgaris</i>	Betterave		1
		<i>Borago officinalis</i>	Bourrache		1
		<i>Cortaderia selloana</i>	Herbe de la pampa		1
		<i>Crepis setosa</i>	Crépide hérissée		1
		<i>Equisetum variegatum</i>	Prêle panachée	Oui	1
		<i>Genista cinerea</i>	Genêtêt cendré		1
		<i>Geranium dissectum</i>	Géranium découpé		1
		<i>Hordeum murinum</i>	Orge queue-de-rat		1
		<i>Juncus acutus</i>	Jonc à tépales pointus	Oui	1
		<i>Lepidium draba</i>	Cardaire drave		1
		<i>Papaver rhoeas</i>	Grand coquelicot		1
		<i>Plantago lanceolata</i>	Plantain lancéolé		1
		<i>Rapistrum rugosum</i>	Rapistre rugueux		1
		<i>Rumex patientia</i>	Patience des moines		1
		<i>Sanguisorba minor</i>	Sanguisorba minor		1
<i>Scabiosa atropurpurea</i>	Scabieuse maritime		1		
<i>Tragopogon porrifolius</i>	Salsifis blanc		1		
5	arborée / arbustive	<i>Viburnum tinus</i>	Viorne tin		40
		<i>Rubus spec.</i>	Rubus spec.		30
		<i>Bursera spec.</i>	Bursera spec.		1
		<i>Ficus carica</i>	Figuier commun		1
		<i>Opuntia ficus-indica</i>	Figuier de Barbarie		1
	herbacée	<i>Fumaria capreolata</i>	Fumeterre grimpante		20
		<i>Vicia sativa subsp. segetalis</i>	Vesce des moissons		20
		<i>Rapistrum rugosum</i>	Rapistre rugueux		10
		<i>Bromus sterilis</i>	Brome stérile		5
		<i>Clinopodium nepeta</i>	Menthe de montagne		5
		<i>Lathyrus cicera</i>	Gesse chiche		5
		<i>Arundo donax</i>	Roseau à quenouilles	Oui	3
		<i>Centranthus lecoqii</i>	Centranthe de Lecoq		1
		<i>Cortaderia selloana</i>	Herbe de la pampa		1
		<i>Foeniculum vulgare</i>	Fenouil		1
<i>Lepidium draba</i>	Cardaire drave		1		

Relevé	Strate	Nom scientifique	Nom commun	Espèce indicatrice de zone humide	Pourcentage de recouvrement (%)
		<i>Ranunculus bulbosus</i>	Renoncule bulbeuse		1
		<i>Rumex patientia</i>	Patience des moines		1
		<i>Taraxacum officinale</i>	Pissenlit		1
		<i>Tragopogon porrifolius</i>	Salsifis blanc		1
		<i>Trifolium campestre</i>	Trèfle des champs		1
		<i>Malva sylvestris</i>	Mauve sauvage		30
		<i>Smyrnium olusatrum</i>	Maceron		30
		<i>Arundo donax</i>	Roseau à quenouilles	Oui	20
		<i>Vicia sativa</i>	Vesce cultivée		5
		<i>Ulmus minor</i>	Orme champêtre		3
		<i>Borago officinalis</i>	Bourrache		1
		<i>Bromus sterilis</i>	Brome stérile		1
		<i>Juncus acutus</i>	Jonc à tépales pointus	Oui	1
		<i>Leucanthemum vulgare</i>	Grande marguerite		1
6	herbacée				

ANNEXE 2. Fiches détaillées des sondages pédologiques

N° sondage : 1		
Présentation du point d'étude : Topographie : Pied de talus Occupation du sol : Végétation herbacée sur remblai	Traces d'hydromorphie (en cm) : (g) : / g : / G : / H : / Concrétion MgFe : / Profondeur du sondage (en cm) : 20	Présence d'eau : / Humidité dans le sol : / Commentaires : Quelques cm de terre végétale avant un mélange de terre et de remblai
Photo 1 :		
Photo 2 :	/	
Photo 3 :	/	
Photo 4 :		
Conclusion du sondage pédologique : Refus		Classe GEPPA : /

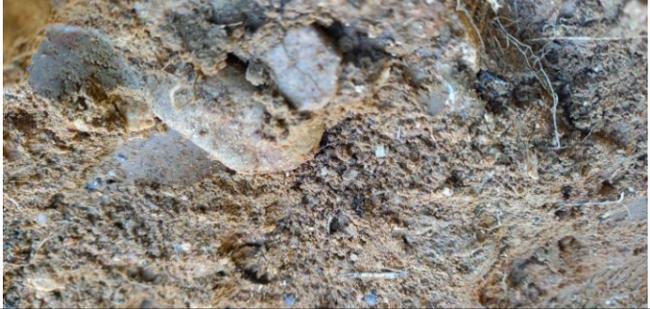
N° sondage : 2		
Présentation du point d'étude : Topographie : Palier en milieu de talus Occupation du sol : Alignement d'arbres en pleine terre entre un talus et un chemin	Traces d'hydromorphie (en cm) : (g) : / g : / G : / H : / Concrétion MgFe : / Profondeur du sondage (en cm) : 25	Présence d'eau : / Humidité dans le sol : / Commentaires : Quelques cm de terre végétale avant un mélange de terre et de remblai
Photo 1 :		
Photo 2 :	/	
Photo 3 :	/	
Photo 4 :		
Conclusion du sondage pédologique : Refus		Classe GEPPA : /

N° sondage : 3		
Présentation du point d'étude : Topographie : Replat en haut d'un talus Occupation du sol : Végétation herbacée sur remblai	Traces d'hydromorphie (en cm) : (g) : / g : / G : / H : / Concrétion MgFe : / Profondeur du sondage (en cm) : 20	Présence d'eau : / Humidité dans le sol : / Commentaires : Sol rouge avec beaucoup de sables grossier et graviers
Photo 1 :		
Photo 2 :	/	
Photo 3 :	/	
Photo 4 :		
Conclusion du sondage pédologique : Refus		Classe GEPPA : /

N° sondage : 4		
Présentation du point d'étude : Topographie : Plat Occupation du sol : Zone rudérale végétalisée à proximité de remblai	Traces d'hydromorphie (en cm) : (g) : / g : / G : / H : / Concrétion MgFe : / Profondeur du sondage (en cm) : 20	Présence d'eau : / Humidité dans le sol : / Commentaires : Quelques cm de terre végétale puis remblai
Photo 1 :		
Photo 2 :	/	
Photo 3 :	/	
Photo 4 :		
Conclusion du sondage pédologique : Refus		Classe GEPPA : /

N° sondage : 5		
Présentation du point d'étude : Topographie : Plat à proximité d'un talus Occupation du sol : Végétation herbacée et Canne de Provence sur remblais	Traces d'hydromorphie (en cm) : (g) : / g : / G : / H : / Concrétion MgFe : / Profondeur du sondage (en cm) : 10	Présence d'eau : / Humidité dans le sol : / Commentaires : Sol gravillonneux
Photo 1 :		
Photo 2 :	/	
Photo 3 :	/	
Photo 4 :		
Conclusion du sondage pédologique : Refus		Classe GEPPA : /

N° sondage : 6		
Présentation du point d'étude : Topographie : Pied de talus Occupation du sol : Végétation herbacée et Joncs sur remblais	Traces d'hydromorphie (en cm) : (g) : / g : / G : / H : / Concrétion MgFe : / Profondeur du sondage (en cm) : 10	Présence d'eau : / Humidité dans le sol : / Commentaires : Sol gravillonneux
Photo 1 :		
Photo 2 :	/	
Photo 3 :	/	
Photo 4 :		
Conclusion du sondage pédologique : Refus		Classe GEPPA : /

N° sondage : 7		
Présentation du point d'étude : Topographie : Talus entre un fossé et un tas de remblai Occupation du sol : Végétation herbacée et Canne de Provence sur remblais	Traces d'hydromorphie (en cm) : (g) : / G : / H : / Concrétion MgFe : / Profondeur du sondage (en cm) : 70	Présence d'eau : / Humidité dans le sol : / Commentaires : Sondage non réalisé car dans un fossé en bordure de talus, en présence de gros blocs rocheux, de fils électriques au sol. les horizons ont été observés sur la coupe du fossé
Photo 1 :		
Photo 2 :		
Photo 3 :		
Photo 4 :		
Conclusion du sondage pédologique : Négatif		Classe GEPPA : /

N° sondage : 8		
Présentation du point d'étude : Topographie : Plat à proximité d'un talus Occupation du sol : Végétation herbacée et Canne de Provence sur remblais	Traces d'hydromorphie (en cm) : (g) : 25-30 g : / G : / H : / Concrétion MgFe : / Profondeur du sondage (en cm) : 40	Présence d'eau : / Humidité dans le sol : Frais Commentaires : Sol limoneux jusqu'à 25 cm puis remblai
Photo 1 :		
Photo 2 :		
Photo 3 :		
Photo 4 :		
Conclusion du sondage pédologique : Refus		Classe GEPPA : /

N° sondage : 9		
Présentation du point d'étude : Topographie : Fossé entre un talus et tas de remblai Occupation du sol : Bosquet d'arbres ornementaux sur remblais	Traces d'hydromorphie (en cm) : (g) : / g : / G : / H : / Concrétion MgFe : / Profondeur du sondage (en cm) : 20	Présence d'eau : / Humidité dans le sol : Frais Commentaires : Mélange de terre végétale et de remblai
Photo 1 :		
Photo 2 :	/	
Photo 3 :	/	
Photo 4 :		
Conclusion du sondage pédologique : Refus		Classe GEPPA : /

N° sondage : 10		
Présentation du point d'étude : Topographie : Plat à proximité d'un talus Occupation du sol : Replat végétalisé au milieu de déblais et remblais	Traces d'hydromorphie (en cm) : (g) : / g : / G : / H : / Concrétion MgFe : / Profondeur du sondage (en cm) : 95	Présence d'eau : / Humidité dans le sol : Frais Commentaires : Sol sableux limoneux. Arrêt sur un sol très compact
Photo 1 :		
Photo 2 :		
Photo 3 :		
Photo 4 :		
Conclusion du sondage pédologique : Négatif		Classe GEPPA : /