



ÉTUDE HYDRAULIQUE

Projet de parc agrivoltaïque au sol « Les Monteniers »

Département de l'Allier (03) – Commune de Vaumas



MAITRE D'OUVRAGE



CORFU SOLAIRE
3 place Renaudel
69003 Lyon
Tél. : 06 38 38 44 42
n.dessus@corfu-solaire.com
RCS 838 577 708
www.corfu-solaire.fr

RÉALISATION DE L'ÉTUDE



SAS CLIMAX INGENIERIE
4 rue Jean le Rond d'Alembert
81000 Albi
Tél. : 05 63 48 10 33
contact@artifex-conseil.fr
RCS 502 363 948
www.artifex-conseil.fr

AUTEURS DU DOCUMENT

Personne	Fonction	Contribution	Organisme
Alexandre CASSAN	Chef de projet	Visite de terrain	Artifex
Héloïse CÉLÉRIER	Chargée d'études	Rédaction de l'étude	

HISTORIQUE DE PUBLICATION

Version	Date	Commentaire	Relecteur	Valideur
V0	26/09/2023	-	Alexandre CASSAN	

PARTIE 1 PREAMBULE	6
PARTIE 2 LOCALISATION DU PROJET	7
I. SITUATION GEOGRAPHIQUE	7
II. LOCALISATION CADASTRALE	7
PARTIE 3 ANALYSE DE L'ETAT INITIAL DU SITE D'ETUDE	10
I. SITUATION ET OCCUPATION DES TERRAINS	10
1. Situation géographique.....	10
2. Occupation des terrains	11
2.1. Occupation des terrains au sein de l'emprise du site d'étude.....	11
2.2. Les abords proches du site d'étude	14
II. CLIMAT.....	17
1. Le département de l'Allier	17
2. Le climat du site d'étude.....	17
2.1. Températures	17
2.2. Précipitations.....	18
2.3. Ensoleillement	18
2.4. Exposition au vent	19
2.5. Coefficient Montana	19
III. SOL.....	20
1. Géomorphologie	20
1.1. Contexte général	20
1.2. Le secteur du site d'étude	21
2. Géologie	23
2.1. Contexte général	23
2.2. Contexte géologique local	24
3. Pédologie	25
3.1. Contexte général	25
3.2. Contexte pédologique local	25
3.3. Essais à la tarière	26
4. Perméabilité du terrain	26
IV. EAU	28
1. Eaux souterraines.....	28
1.1. Contexte hydrogéologique	28
1.2. Piézométrie.....	28
1.3. Etats quantitatifs et qualitatifs des eaux souterraines	29
2. Eaux superficielles.....	29
2.1. Hydrologie locale	29
2.2. Cartographie des cours d'eau selon la DDT de l'Allier	32
2.3. Débit des eaux	32
2.4. Ecoulements superficiels sur le site d'étude.....	33
2.5. Qualité des eaux superficielles	34
3. Zones humides	35
3.1. Analyse bibliographique	35
3.2. Analyse de terrain.....	37
4.	51
5. Usages des eaux souterraines et superficielles.....	52
5.1. Usage domestique	52
5.2. Usage agricole.....	52
5.3. Usage industriel	52
5.4. Usage de loisirs	52
V. RISQUE NATUREL	53
1. Inondation.....	53
2. Sol.....	53
2.1. Aléa retrait/gonflement des argiles.....	53
PARTIE 4 SOLUTIONS DE SUBSTITUTIONS ET RAISONS DU CHOIX EFFECTUE	54
1. Sélection du site pour le projet de Vaumas	54
2. Justification du projet agrivoltaïque selon l'article L 314-36 du Code de l'énergie	62
3. Justification des choix de calepinage	63
4. Historique des différents plans de calepinage	67

PARTIE 5 PLAN D'IMPLANTATION ET CARACTERISTIQUES TECHNIQUES.....	76
PARTIE 6 DETERMINATION DU BASSIN VERSANT INTERCEPTE ET DU DEBIT DE FUITE	
.....	79
I. DEFINITION DU BASSIN VERSANT INTERCEPTE.....	79
II. CALCUL DU DEBIT DE POINTE	81
1. Calcul du débit de pointe à l'état initial	82
2. Calcul du débit de pointe en phase chantier	84
3. Calcul du débit de pointe en phase d'exploitation	86
4. Conclusion.....	88
PARTIE 7 ANALYSE DES IMPACTS DU PROJET SUR LE MILIEU	89
I. SOL.....	89
1. Modification de l'état de surface du sol	89
1.1. En phase chantier	89
1.2. En phase exploitation	89
2. Imperméabilisation du sol	90
2.1. Phase de chantier	90
2.2. Phase d'exploitation	90
II. EAU	93
1. Impact quantitatif	93
1.1. En phase chantier	93
1.2. En phase exploitation	93
2. Impact qualitatif.....	94
2.1. En phase chantier	94
2.2. En phase exploitation	94
III. ZONE HUMIDE.....	95
1. Impact direct	95
1.1. En phase chantier	95
1.2. En phase exploitation	95
1.3. Impact indirect.....	98
IV. SYNTHESE DES IMPACTS DU PROJET	98
PARTIE 8 MESURES POUR EVITER, REDUIRE OU COMPENSER LES IMPACTS NEGATIFS	
DU PROJET SUR LE MILIEU.....	99
I. MESURES DE REDUCTION.....	99
MR 1 : Mise en défens des secteurs sensibles	99
MR 2 : Reduction des impacts des tranchées sur les zones humides	103
MR 3 : Réduction du risque de pollution accidentelle	105
II. MESURES D'ACCOMPAGNEMENT ET DE SUIVI	107
MS 1 : Suivi environnemental en phase chantier et en phase exploitation.....	107
III. BILAN DES MESURES ET SYNTHESE DES IMPACTS RESIDUELS DU PROJET	109
IV. COMPATIBILITE DE L'OPERATION AVEC LES OBJECTIFS DES DOCUMENTS	
CADRES	110
1. Schéma d'aménagement et de gestion des eaux (du bassin Adour Garonne/ Rhône Méditerranée)	110
1.1. Orientations fondamentales du SDAGE 2022-2027	110
2. Schéma d'aménagement et de gestion des eaux (SAGE)	112
PARTIE 9 CONCLUSION ET SITUATION REGLEMENTAIRE.....	116
I. RUBRIQUE 2.1.50 :	116
II. RUBRIQUE 3.3.1.0 :	116
ANNEXES	118
Annexe 1 Resultats des essais de permeabilite	
Annexe 2 Diagnostic Zones humides	
Annexe 3 Etude Geotechnique	
Annexe 4 Coefficients de Montana de la station de la Ferte Hauterive	

INDEX DES ILLUSTRATIONS

Illustration 1 : Plan de situation	8
Illustration 2 : Plan cadastral.....	9
Illustration 3 : Localisation du site d'étude à l'échelle du département de l'Allier.....	10
Illustration 4 : Localisation du site d'étude à l'échelle de la commune de Vaumas	11
Illustration 5 : Etat actuel du site d'étude.....	16
Illustration 6 : Contexte géomorphologique de l'Allier	20
Illustration 7 : Carte topographique du site d'étude	22
Illustration 8 : Carte géologique de l'Allier.....	23
Illustration 9 : Carte géologique du secteur du site d'étude.....	24
Illustration 10 : Carte schématique des sols de l'Allier	25
Illustration 11: Localisation des tests PASK.....	27
Illustration 12 : Essai Pask N°1	27
Illustration 13 : Essai Pask N°2	27
Illustration 14 : Contexte hydrologique général	30
Illustration 15 : Carte du contexte hydrologique général	31
Illustration 16 : Cartographie des cours d'eau selon la DDT de l'Allier	32
Illustration 17 : Ecoulements des eaux au droit du site d'étude.....	34
Illustration 18 : Localisation des zones humides à proximité de l'aire d'étude	36
Illustration 19 : Habitats de végétation.....	39
Illustration 20 : Habitats de végétation caractéristiques de zones humides	40
Illustration 21 : Classes d'hydromorphie.....	43
Illustration 22 : Localisation des sondages pédologiques	45
Illustration 23 : Synthèse des sondages pédologiques	48
Illustration 24 : Synthèse des sondages pédologiques avec délimitation	49
Illustration 25 : Synthèse des critères végétation et pédologie.....	51
Illustration 26 : Carte du zonage du risque argiles dans le secteur du site d'étude	53
Illustration 27 : Plan d'implantation retenu	78
Illustration 28 : Bassin versant intercepté par le projet.....	80
Illustration 29 : Coefficient de ruissellement en fonction de l'utilisation des sols, du relief et de la nature des terrains	81
Illustration 30 : Occupation des sols pour les coefficients de ruissellement à l'état initial	83
Illustration 31 : Occupation des sols pour les coefficients de ruissellement en phase chantier	85
Illustration 32 : Occupation des sols pour les coefficients de ruissellement en phase exploitation	87
Illustration 33 : Comportement des écoulements des eaux pluviales sur les panneaux photovoltaïques	90
Illustration 34 : Implantation du parc en fonction des zones humides.....	97
Illustration 35 : Localisation de la mise en défens des zones sensibles	101
Illustration 36 : Localisation des mesures de réduction.....	104



PARTIE 1 PREAMBULE

La société CORFU Solaire souhaite implanter un parc agrivoltaïque au sol sur la commune de Vaumas, dans le département de l'Allier (03). Pour cela un permis de construire associé à une étude d'impact environnementale est nécessaire.

La surface du site d'étude retenu est d'environ 12,97 ha.

L'emprise du projet (supérieure à 1 ha) engendre la réalisation d'une étude hydraulique spécifique permettant de fixer les enjeux du projet d'un point de vue hydraulique. Cette étude est intégrée à l'étude d'impact environnementale.

La présente étude hydraulique permet :

- o de caractériser les enjeux du projet sur les eaux (et principalement sur les eaux pluviales),
- o de définir les mesures nécessaires pour garantir le respect de la réglementation (en phase travaux et en phase d'exploitation),
- o de conclure sur les démarches à entreprendre vis à vis de la loi sur l'eau.

Les rubriques visées pour ce projet sont :

- o 2.1.5.0 – Rejet d'eaux pluviales, fonction de la surface du projet augmentée du bassin versant intercepté. Le projet ne sera concerné par cette rubrique seulement si une gestion des eaux est nécessaire et que la mise en place d'un rejet est inévitable.
- o 3.3.1.0 – Assèchement, mise en eau, imperméabilisation, remblais de zone humide. Le site est propice à la présence de zone humide, les études réalisées permettront de valider cette potentialité.

Dans un premier temps la localisation du projet est analysée précisément dans son contexte hydraulique. L'état initial de l'ensemble de la zone est réalisé notamment à l'aide de la bibliographie existante et des prospections de terrain réalisées.

Les solutions de substitutions et les raisons des choix effectuées ayant abouti à l'implantation retenue du projet de parc agrivoltaïque seront développées. Ainsi, le bassin versant intercepté et le débit de pointe du projet pourront être calculés.

L'analyse des impacts du projet sur l'environnement précèdera à la proposition de mesures pour éviter, réduire ou, à défaut, compenser l'impact du projet.

Enfin, une conclusion permettra de replacer le projet dans sa situation réglementaire et d'analyser son classement réglementaire, notamment au titre de la loi sur l'eau.



PARTIE 2 LOCALISATION DU PROJET

I. SITUATION GEOGRAPHIQUE

Le projet de parc agrivoltaïque des Montenières est localisé sur fond IGN Scan 25 sur l'illustration 1 en page 8. Les coordonnées du projet sont les suivantes :

Coordonnées (Lambert 93)		Altitude
X	Y	275.57 m NGF
749562.43	6593934.89	

Le tableau ci-dessous synthétise le découpage administratif des terrains du projet.

Région	Département	Arrondissement	Canton	Intercommunalité	Commune
Auvergne Rhône Alpes	Allier	Moulins	Dompierre sur Besbre	Communauté de communes Entr'Allier Besbre et Loire	Vaumas

II. LOCALISATION CADASTRALE

La société Corfu Solaire bénéficiera d'un bail emphytéotique pour exploiter le présent projet de parc agrivoltaïque, sur le terrain présenté dans le tableau ci-dessous.

Commune	Section	Numéro	Propriétaire	Surface totale de la parcelle
Vaumas	C	60p	Cédric PANIER	3,2 ha
		61		3,2 ha
		62		0,3 ha
		63p		0,3 ha
		66		0,1 ha
		67		2,2 ha
		81p		5,3 ha
		82p		0,07 ha
		83		0,6 ha
		84p		5,6 ha
Surface totale des parcelles				20,87 ha
Surface totale du projet (Emprise clôturée du parc agrivoltaïque)				12,7 ha

Le plan cadastral est donné sur l'illustration 2 en page 9.

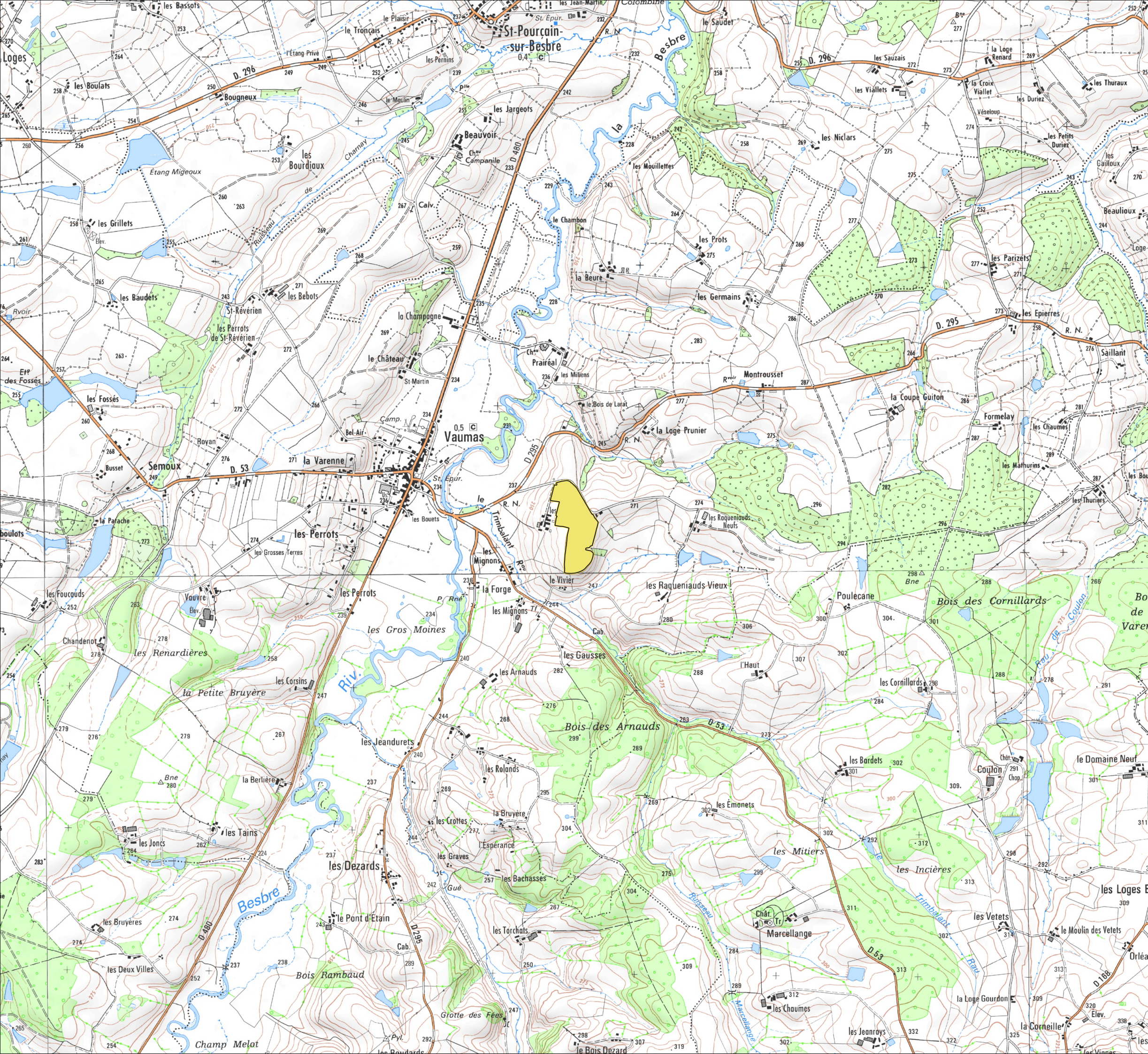


Illustration 1 : Plan de situation

Emprise du projet agrivoltaïque

1 : 25 000

0250500 m

Sources : Scan25, IGN

artifex

CORFU SOLAIRE

Vaumas (03)

2023

Réalisation : ARTIFEX 2023

Section C, parcelles n°60, 61, 62, 63, 66, 67, 81, 82, 83, 84

4

Réalisation : ARTIFEX 2023

PARTIE 3 ANALYSE DE L'ETAT INITIAL DU SITE D'ETUDE

L'état initial est réalisé pour l'ensemble du site d'étude, c'est-à-dire sur la zone initialement définie par le porteur pour, potentiellement, accueillir le projet de parc photovoltaïque. Les différentes études menées, notamment dans le cadre de l'étude d'impact environnemental, ont permis d'affiner la délimitation du projet.

I. SITUATION ET OCCUPATION DES TERRAINS

1. SITUATION GEOGRAPHIQUE

Le site d'étude se trouve dans le centre de la France métropolitaine, dans la région Auvergne-Rhône-Alpes, au sein du département de l'**Allier (03)**.

Le site d'étude est localisé sur la commune de **Vaumas**, située à l'Est du département.

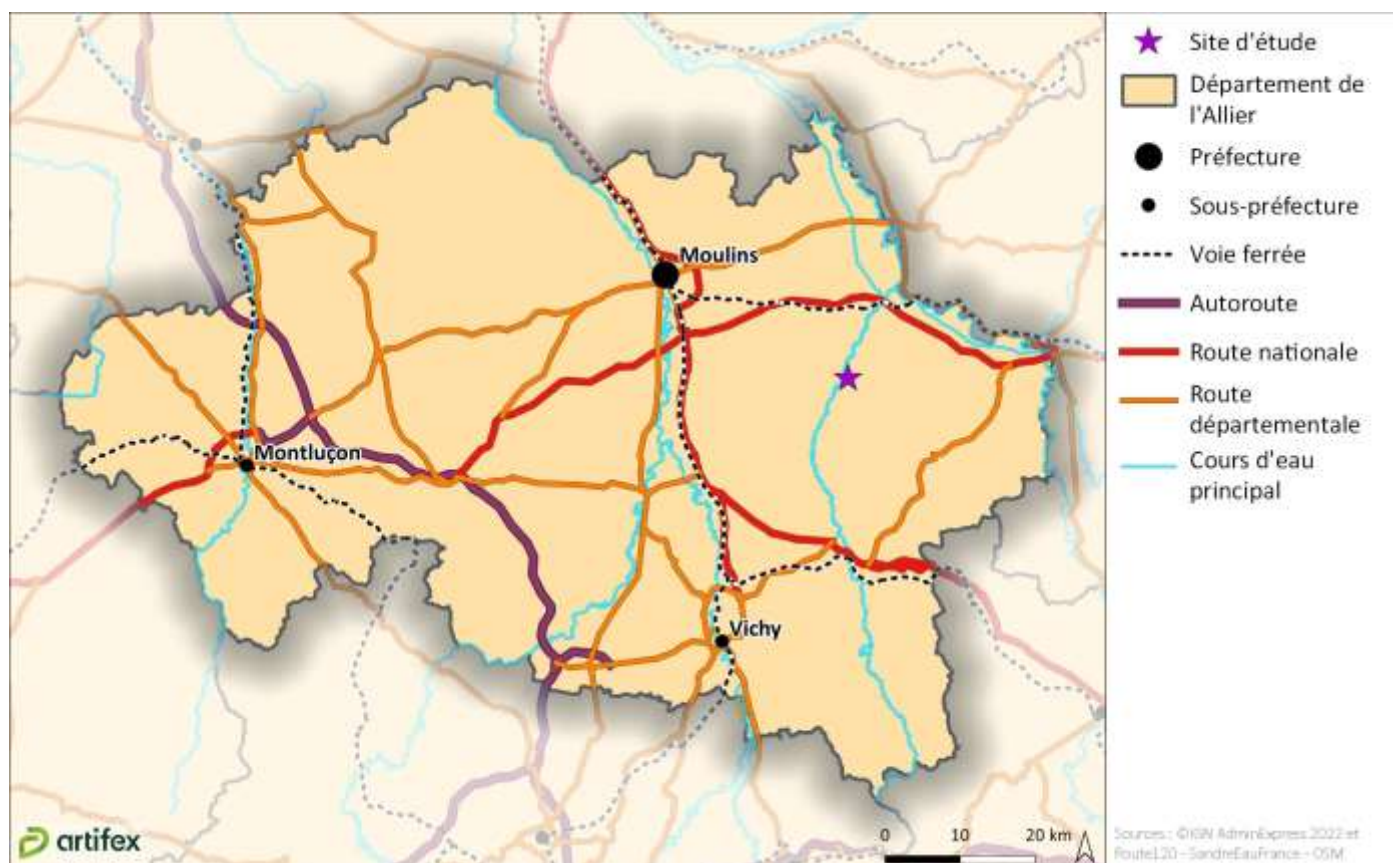
Plus précisément, le site d'étude se trouve à une distance à vol d'oiseau d'environ :

- 28 km au Sud-Est de **Moulins**, préfecture de l'Allier ;
- 38 km au Nord de **Vichy**, une des sous-préfectures de l'Allier.

L'illustration suivante présente l'implantation du site d'étude au sein du département de l'Allier.

Illustration 3 : Localisation du site d'étude à l'échelle du département de l'Allier

Réalisation : ARTIFEX 2023



Plus localement, le site d'étude se trouve à l'Est du territoire communal de **Vaumas**, à 900 m à l'Est du centre-bourg.

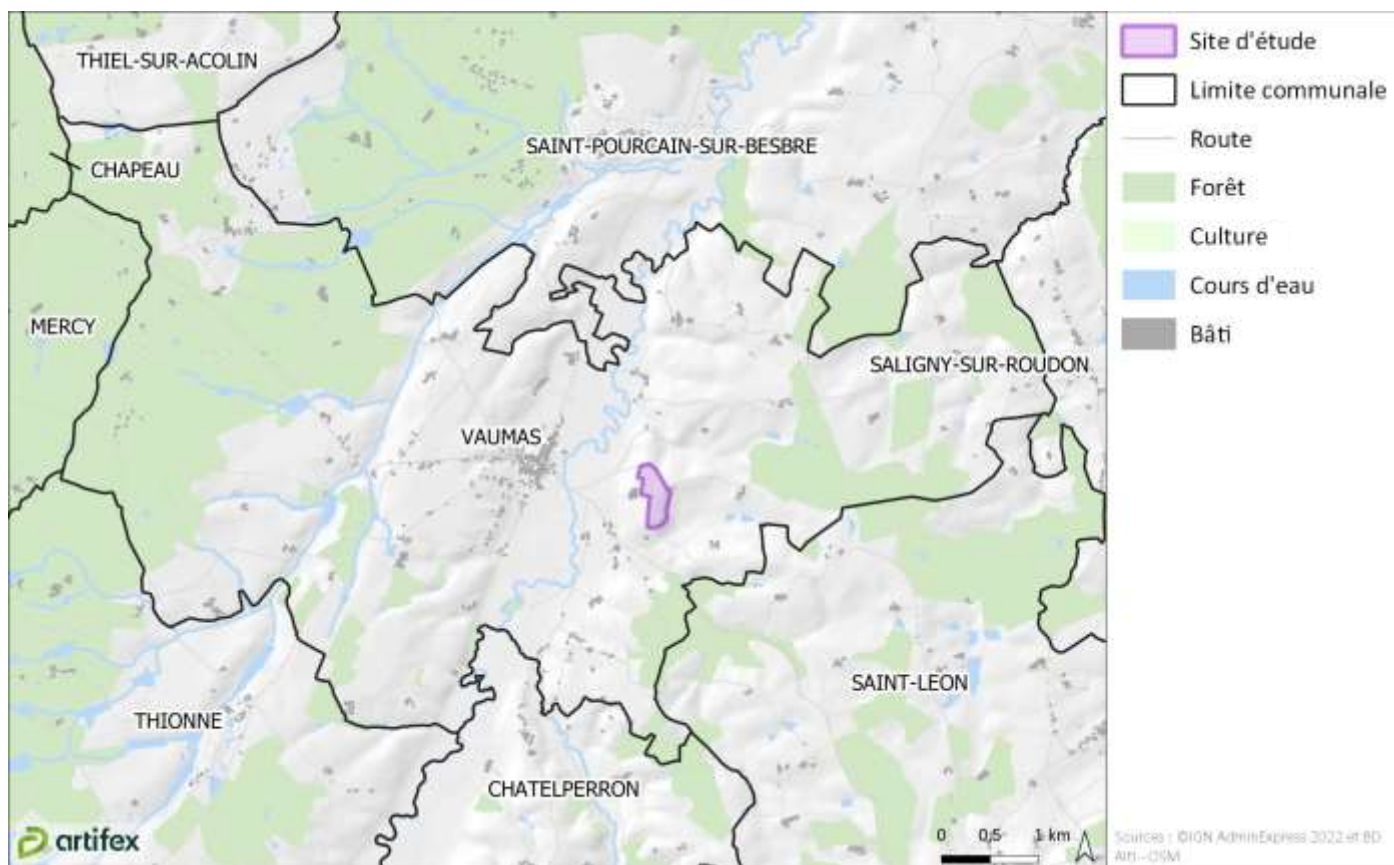
Les **communes limitrophes** à la commune de **Vaumas** sont : Chapeau, Saint-Pourçain-sur-Besbre, Saligny-sur-Roudon, Saint-Léon, Châtel Perron, Thionne, Mercy et Thiel-sur-Acolin.

Le territoire de la commune de Vaumas est principalement rural. La commune est traversée par la plaine alluviale de la Besbre sur les bords de laquelle s'est installé le centre-bourg. La commune présente une trame bocagère, où se dispersent fermes et hameaux. Le territoire est maillé par un réseau routier secondaire.

L'illustration suivante localise le site d'étude au niveau de la commune de **Vaumas**.

Illustration 4 : Localisation du site d'étude à l'échelle de la commune de Vaumas

Réalisation : ARTIFEX 2023



2. OCCUPATION DES TERRAINS

2.1. Occupation des terrains au sein de l'emprise du site d'étude

2.1.1. Topographie et occupation des sols

Le site d'étude prend place sur 12,97 ha de parcelles agricoles, localisées au lieu-dit « Les Monteniérs ». Il est couvert par une végétation rase de prairie, ponctuée de rares arbres et de clôtures parfois doublées de haies et de fossés.

D'un point de vue topographique, le site d'étude est localisé au sommet d'une colline, il est globalement plat dans sa partie centrale avec des pentes marquées vers l'Est et le Sud. La partie Nord est légèrement vallonnée.



Vue du site d'étude – Partie plane au Sud

Source : ARTIFEX 2023



Vue du site d'étude – partie légèrement vallonnée au Nord

Source : ARTIFEX 2023



Pente au Sud du site d'étude

Source : ARTIFEX 2023



Arbre et clôture

Source : ARTIFEX 2023



Haie en limite Nord du site d'étude

Source : ARTIFEX 2023



Fossé longeant une haie

Source : ARTIFEX 2023

2.1.2. Autres éléments ponctuels de topographie

Le Nord du site est marqué par la présence d'une dépression topographique (au droit de l'excavation). A ce niveau, légèrement au Nord-Ouest, une zone gorgée d'eau a été identifiée. Ces deux éléments sont identifiés sur la photo ci-dessous.



Dépression topographique (gauche) et zone gorgée d'eau (droite) – Nord du site d'étude

Source : ARTIFEX 2023

Au niveau de cet affaissement, plusieurs marques d'activités anthropiques ont été relevées :



Traces de feu (déchets verts)

Source : ARTIFEX 2023



Amoncellement de matériaux divers

Source : ARTIFEX 2023

Par ailleurs, une borne topographique IGN a été observée au Sud du site d'étude. Elle marque le point haut de celui-ci, à 279 m NGF.



Borne topographique IGN – Partie Sud du site d'étude

Source : ARTIFEX 2023

2.1.3. Réseaux électriques et télécom

Plusieurs lignes électriques traversent le site d'étude. Une ligne HTA traverse le Nord du site dans un axe Nord-Est – Sud-Ouest. Elle est croisée par une ligne BT qui traverse le Nord du site dans un axe Est-Ouest. L'angle Ouest est également marqué par le passage d'une ligne BT. Une antenne téléphonique 5G est également présente dans l'angle Nord-Ouest du site d'étude.



Ligne HTA

Source : ARTIFEX 2023



Ligne BT

Source : ARTIFEX 2023



Antenne 5G

Source : ARTIFEX 2023

2.2. Les abords proches du site d'étude

Le site d'étude se place dans un contexte principalement agricole, de type bocager. Il est localisé à 950 m à l'Est du centre-bourg de Vaumas.



Contexte agricole et centre-bourg de Vaumas

Source : ARTIFEX 2023

2.2.1. Habitations et exploitations agricoles

Le site d'étude est localisé entre deux exploitations agricoles : celle du propriétaire (lieu-dit « Les Monteniérs ») et celle du voisin, adjacente à la limite Est du site d'étude. Enfin, en contrebas se retrouvent les habitations du lieu-dit du « Vivier », à 100 m au Sud tandis que les autres habitations sont regroupées le long de la D 53 (lieu-dit des « Mignons », « La Forge »), à environ 300 m au Sud. A 500 m à l'Est se retrouvent les habitations et bâtiments agricoles du lieu-dit « Les Raqueniaux Vieux ».



Les Raqueniaux vieux

Source : ARTIFEX 2023



Les Monteniérs

Source : ARTIFEX 2023



Vivier

Source : ARTIFEX 2023

L'ensemble de ces exploitations agricoles et habitations isolées est desservi par un réseau de routes communales et départementales. L'accès à l'exploitation des Monteniérs se fait par un chemin privé, qui permet également l'accès au site d'étude.

Ce chemin est accessible depuis la route des Boussets, elle-même desservie par la D295, à 200 m à l'Ouest. Plus éloignée, la D53 se retrouve à 265 m au Sud du site d'étude.



Chemin d'accès privé
Source : ARTIFEX 2023



Croisement entre la route des Boussets et le chemin d'accès
Source : ARTIFEX 2023



Route communale depuis le site d'étude
Source : ARTIFEX 2023

2.2.2. Hydrographie

De la même manière que sur le site d'étude, des fossés se retrouvent le long des haies et des routes, notamment le long de la route des Boussets. Plus loin, à 170 m au Sud se retrouve le ruisseau du Trimbalant. Il rejoint la rivière de la Besbre, à 780 m à l'Ouest du site d'étude.



La Besbre
Source : ARTIFEX 2023



Le Trimbalant
Source : ARTIFEX 2023



Fossés le long de la route des Boussets
Source : ARTIFEX 2023

2.2.3. Boisements

Les milieux boisés sont rares dans les alentours du site d'étude. La végétation se retrouve principalement sous forme de haies mais également sous la forme d'un petit massif boisé adjacent à la limite Est du site d'étude.



Boisements Est
Source : ARTIFEX 2023

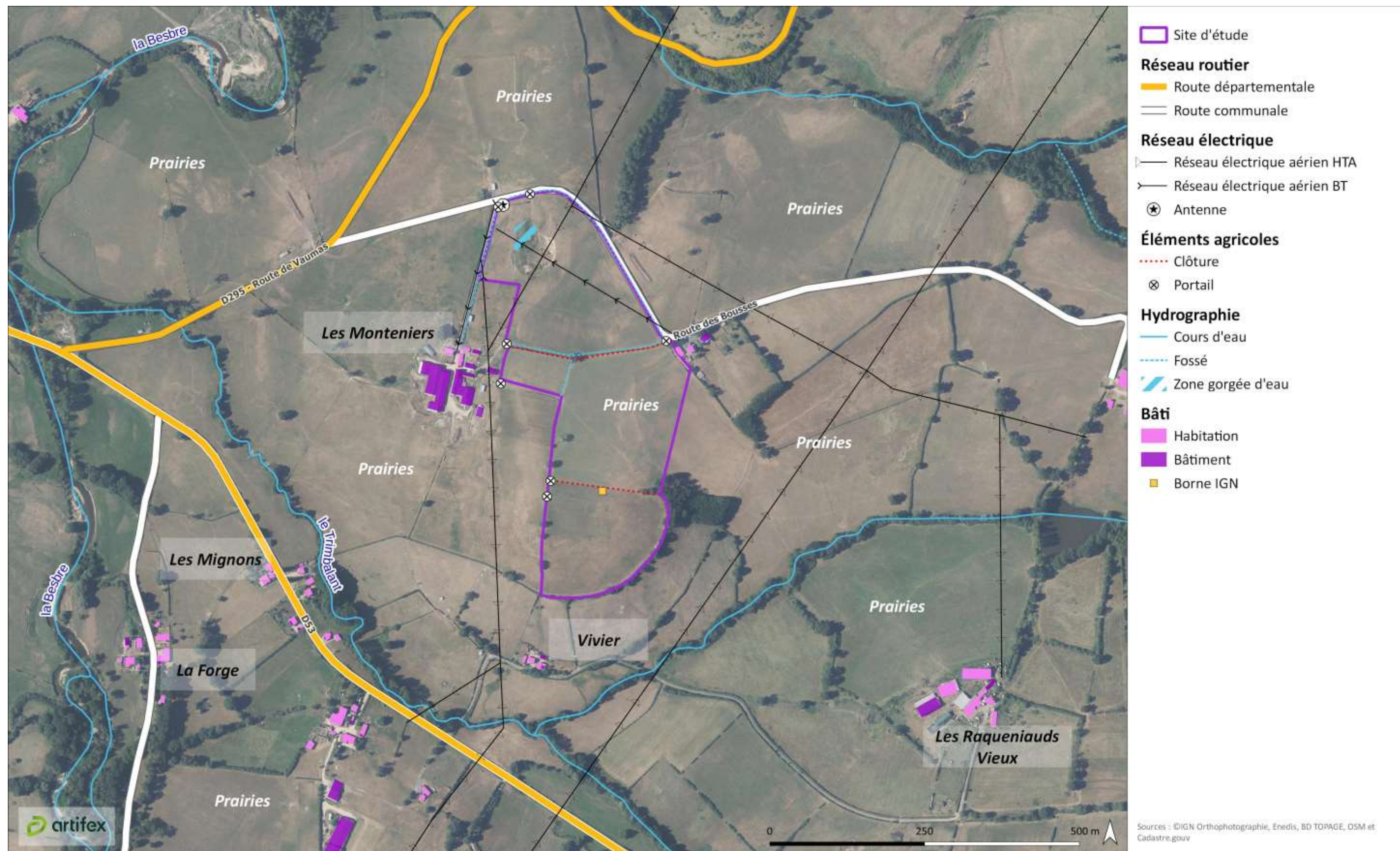


Boisements et bois coupés
Source : ARTIFEX 2023

L'ensemble des éléments cités précédemment est localisé sur la carte ci-après et décrit plus précisément dans les prochaines parties de l'état initial de l'étude d'impact environnemental.

Illustration 5 : Etat actuel du site d'étude

Réalisation : Artifex, 2023



II. CLIMAT

1. LE DEPARTEMENT DE L'ALLIER

Le département de l'Allier présente un climat de type **océanique dégradé**. Les influences océaniques sont perceptibles, mais dégradées à cause de l'éloignement à la côte Atlantique. Il subit également des influences continentales venant de l'Est de l'Europe. Cela se traduit par des pluies plus faibles, des hivers moins doux, et des étés moins frais que dans un climat océanique. De plus, on observe une faible variabilité interannuelle des précipitations mais une amplitude thermique élevée.

2. LE CLIMAT DU SITE D'ETUDE

La station météorologique de Météo-France la plus proche du site d'étude est celle de Montbeugny (03) située à 23 km au Nord-Ouest du site d'étude.

Les **données de températures et de précipitations**, présentées ci-après, sont issues des statistiques de la station de Montbeugny durant la période 1991-2020.

Les **données d'ensoleillement** sont issues des statistiques de la station de Vichy-Charmeil à 36 km au Sud-Ouest du site d'étude, durant la période 1991-2020.

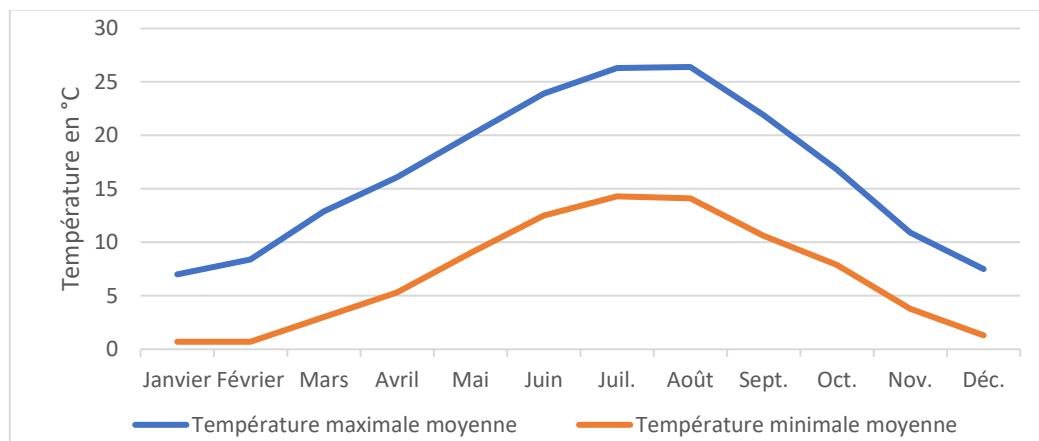
Les **données de vent** sont aussi enregistrées au niveau de la station de Vichy-Charmeil.

2.1. Températures

Les données climatiques de la station de Montbeugny confirment la tendance océanique mais aussi l'influence continentale du climat à proximité du site d'étude. Les étés sont doux et les hivers froids. Les mois les plus chauds sont ceux de juillet et d'août (entre 14° et 26°C) et les plus froids sont janvier et décembre (entre 0,7 et 7°C).

Températures moyennes maximales et minimales de la station météorologique de Montbeugny sur la période 1991-2020

Source : Météo France



2.2. Précipitations

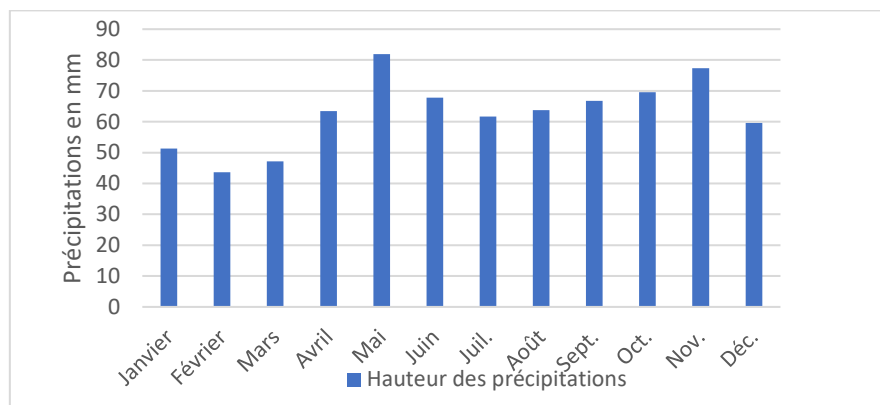
En moyenne, la hauteur d'eau annuelle totale est de 754,1 mm. Cette valeur, proche de la moyenne nationale (770 mm/an), indique une pluviométrie assez importante.

Le mois de février est le plus sec, avec 43,6 mm de précipitations. C'est pendant l'automne que les précipitations sont les plus intenses (moyenne de 77,3 mm en novembre).

L'histogramme ci-après représente la pluviométrie moyenne au niveau de la station de Montbeugny sur la période 1991 – 2020.

Pluviométrie moyenne au niveau de la station météorologique de Montbeugny sur la période 1991-2020

Source : Météo France

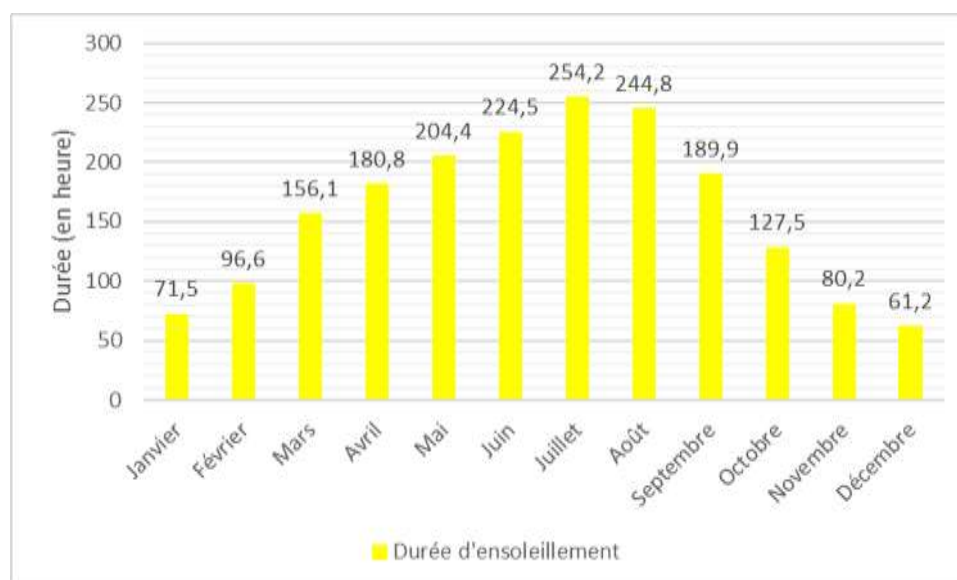


2.3. Ensoleillement

La durée moyenne d'ensoleillement annuelle est de **1 891,6 h/an**. Cette valeur est légèrement inférieure à la moyenne nationale qui est de 1 970 heures par an.

Ensoleillement moyen au niveau de la station météorologique de Vichy-Charmeil sur la période 2010-2020

Source : Météo France

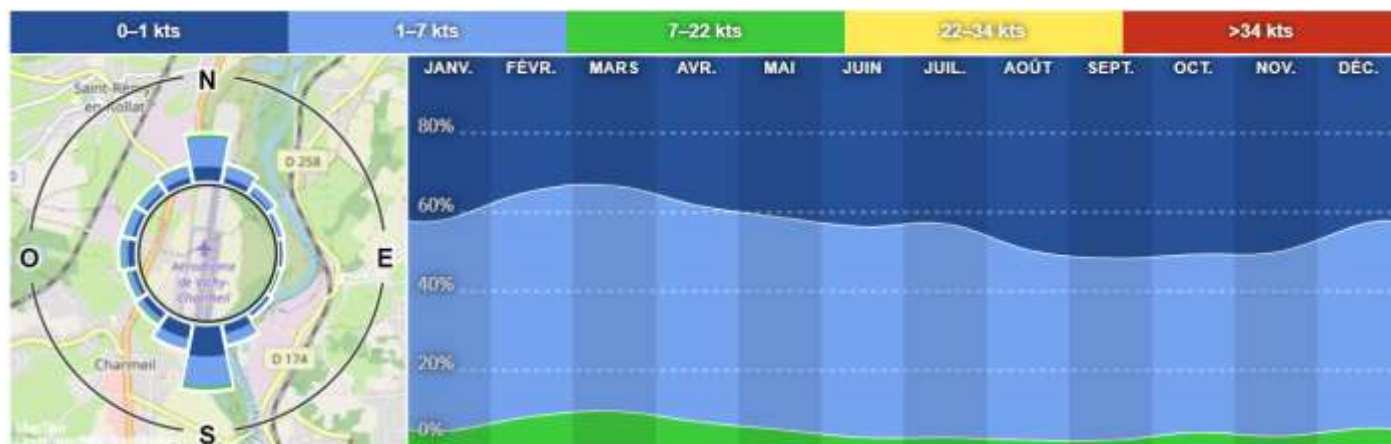


2.4. Exposition au vent

La rose des vents ci-dessous montre la distribution de la direction du vent (données de 2002 à 2022) à l'aéroport Vichy-Charmeil à environ 36 km au Sud-Ouest du site d'étude. Le secteur du site est soumis majoritairement à des vents du Sud et du Nord. Le secteur peut atteindre des rafales de 18 kts au mois de février.

Distribution de la direction du vent au niveau de la station météorologique de Vichy-Charmeil sur la période 2002-2022

Source : Météo France



2.5. Coefficient Montana

Les coefficients de Montana utilisés sont ceux de la station de la Ferté-Hauterive située à 27 km du site d'étude et à la même altitude que celui-ci.

Coefficients de Montana pour des pluies de durée de 6 minutes à 6 heures

Durée de retour	a	b
5 ans	6.939	0.714
10 ans	8.204	0.714
20 ans	9.319	0.711
30 ans	9.94	0.709
50 ans	10.618	0.704
100 ans	11.555	0.699

III. SOL

1. GEOMORPHOLOGIE

1.1. Contexte général

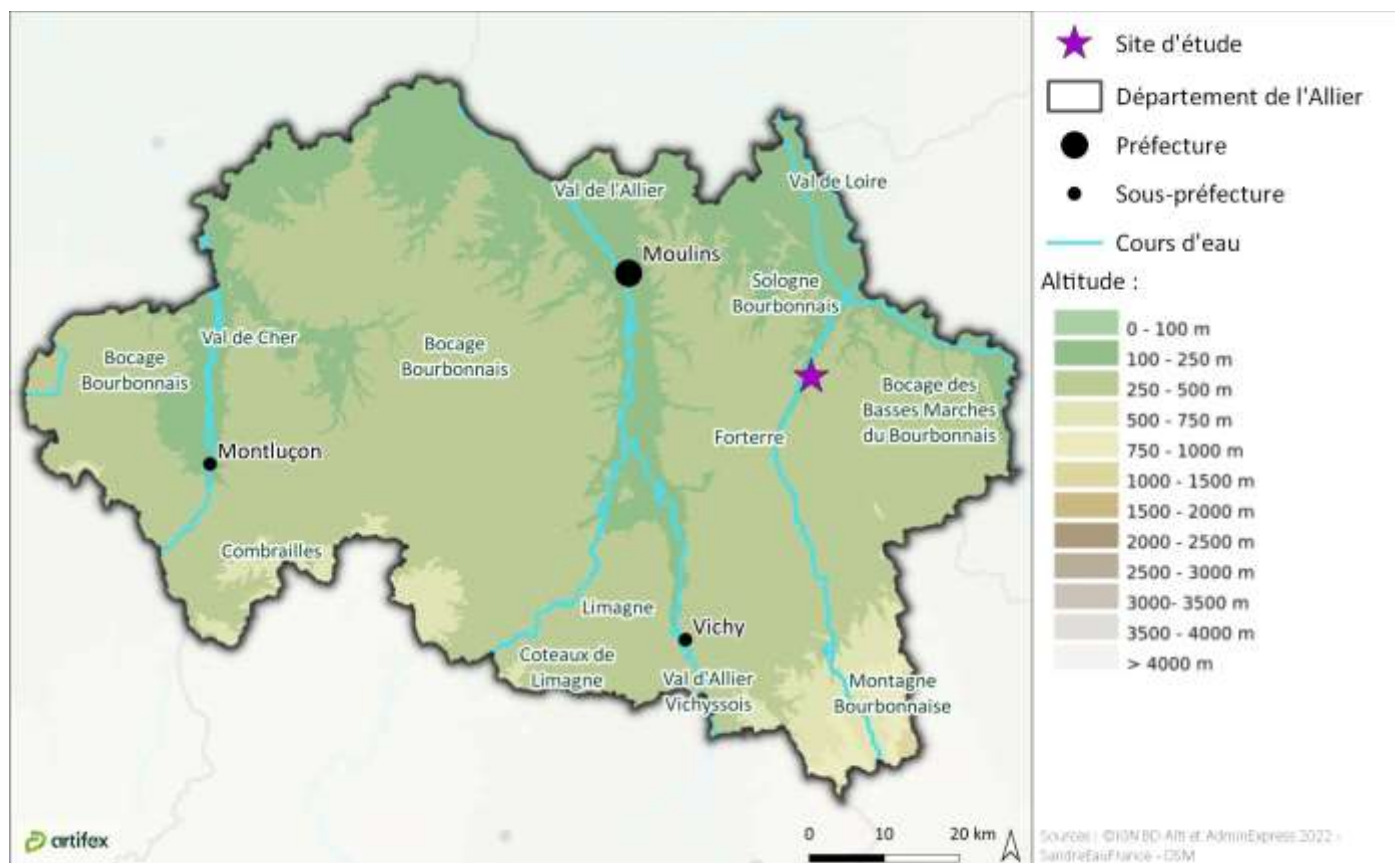
Le département de l'Allier est situé au Nord de la région Auvergne-Rhône-Alpes. Présentant un faible gradient d'altitude du Nord au Sud, l'Allier est découpé en grandes entités géomorphologiques assez hétérogènes :

- Le **Val d'Allier**, le **Val de Loire** et le **Val de Cher** structurent le département du Nord au Sud et forment des entités paysagères de grande qualité ;
- Le **Bocage Bourbonnais** présent sur près d'un tiers du département est caractérisé par un maillage de haies et d'arbres bien préservé, et la richesse de ses bois ;
- Au Nord-Est du département, la **Sologne Bourbonnaise** est un vaste plateau constitué d'une alternance de prairies, cultures, bois et étangs où l'on y retrouve de nombreux châteaux et la vallée de la Besbre ;
- A l'extrême Est du département, le **Bocage des Basses Marches du Bourbonnais** est un bocage présentant une succession de plateaux et de collines, de prairies et de cultures céréalières et parsemé d'arbres isolés et de bois ;
- Au Sud-Est du département, la **Montagne Bourbonnaise** est un massif granitique, de type basse montagne qui culmine à 1287 mètres ;
- La **Limagne** et la **Forterre** sont des espaces de grandes cultures céréalières à faible relief ;
- Le **Combraille** au Sud-Ouest du département forme un ensemble de vallons et de petits cours d'eau.

L'illustration ci-dessous présente le contexte géomorphologique du département.

Illustration 6 : Contexte géomorphologique de l'Allier

Réalisation : ARTIFEX 2023



1.2. Le secteur du site d'étude

La commune de Vaumas présente un relief **vallonné** de faible altitude, comprise entre 230 et 290 m NGF. Le relief décroît vers la vallée centrale où coule la Besbre. Plusieurs de ses affluents forment des sillons, à la manière du cours d'eau en contrebas du site d'étude.

Le site d'étude s'inscrit au droit d'une **butte**, entre 260 et 279 m NGF, et s'inscrit donc plutôt sur les hauteurs du territoire communal. Son point haut se trouve au centre où la surface est globalement plane. Ses pentes sont douces, avec une moyenne de 3 %, mais s'accroissent vers le Sud et l'Est. En dehors du site d'étude, l'altitude décroît fortement.

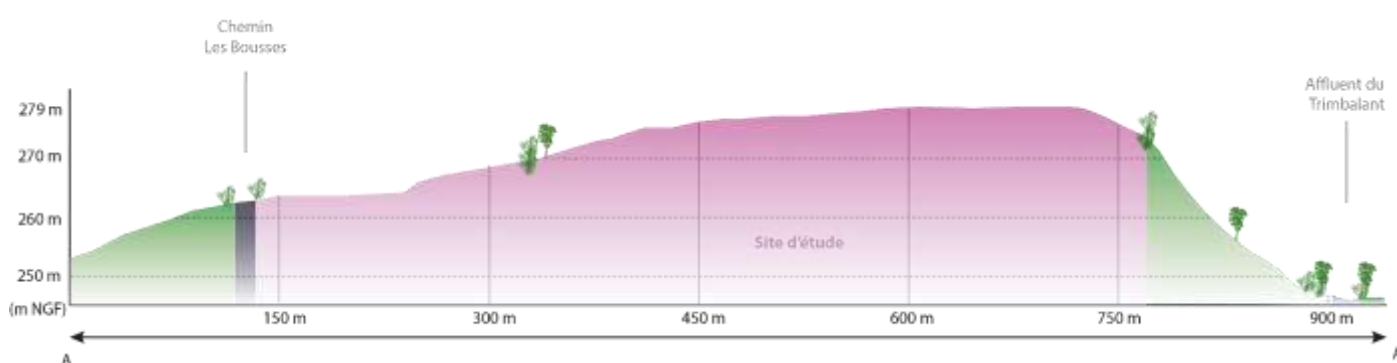
Au droit du site d'étude, au Nord, une **dépression topographique (correspondant à une excavation)** vient perturber le relief et les pentes douces en créant une zone plus accidentée.



Topographie Sud
Source : ARTIFEX 2023



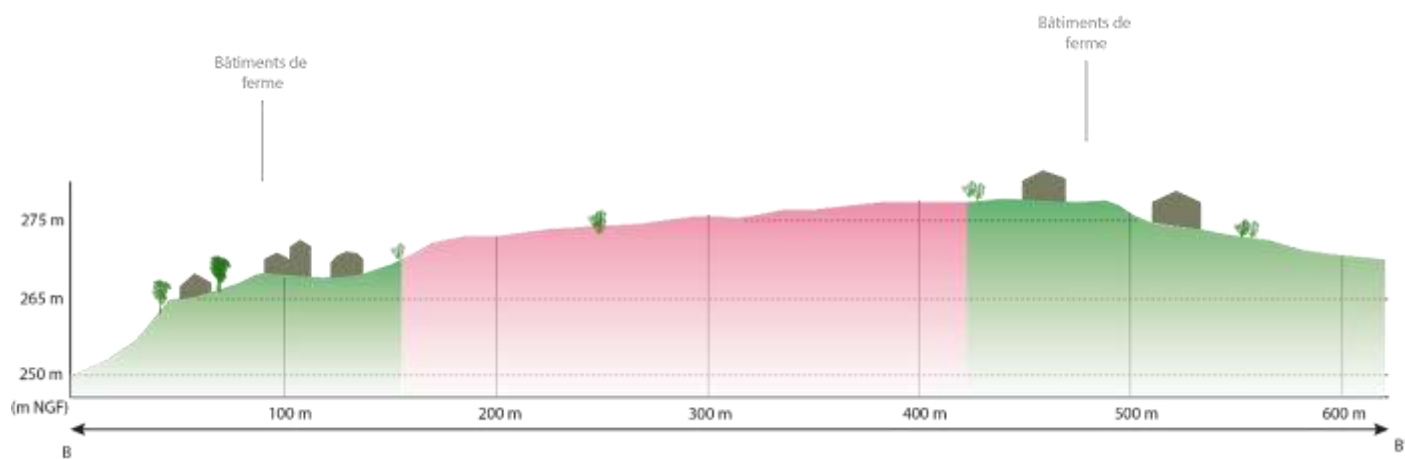
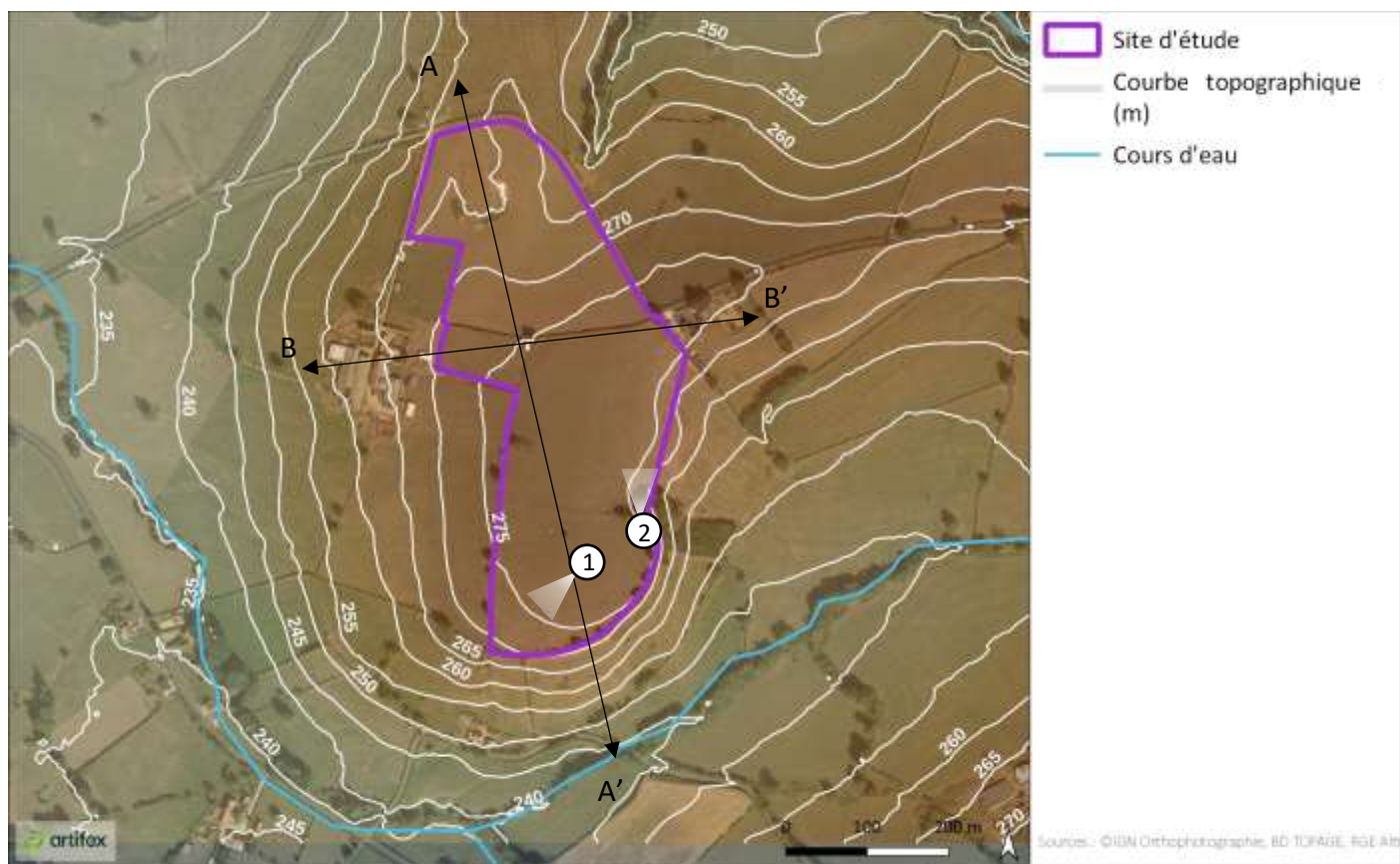
Topographie Sud-Est
Source : ARTIFEX 2023



Coupe AA' Nord-Sud
Source : ARTIFEX 2023

Illustration 7 : Carte topographique du site d'étude

Source : ARTIFEX 2023



Coupe BB' Ouest - Est

Source : ARTIFEX 2023

2. GEOLOGIE

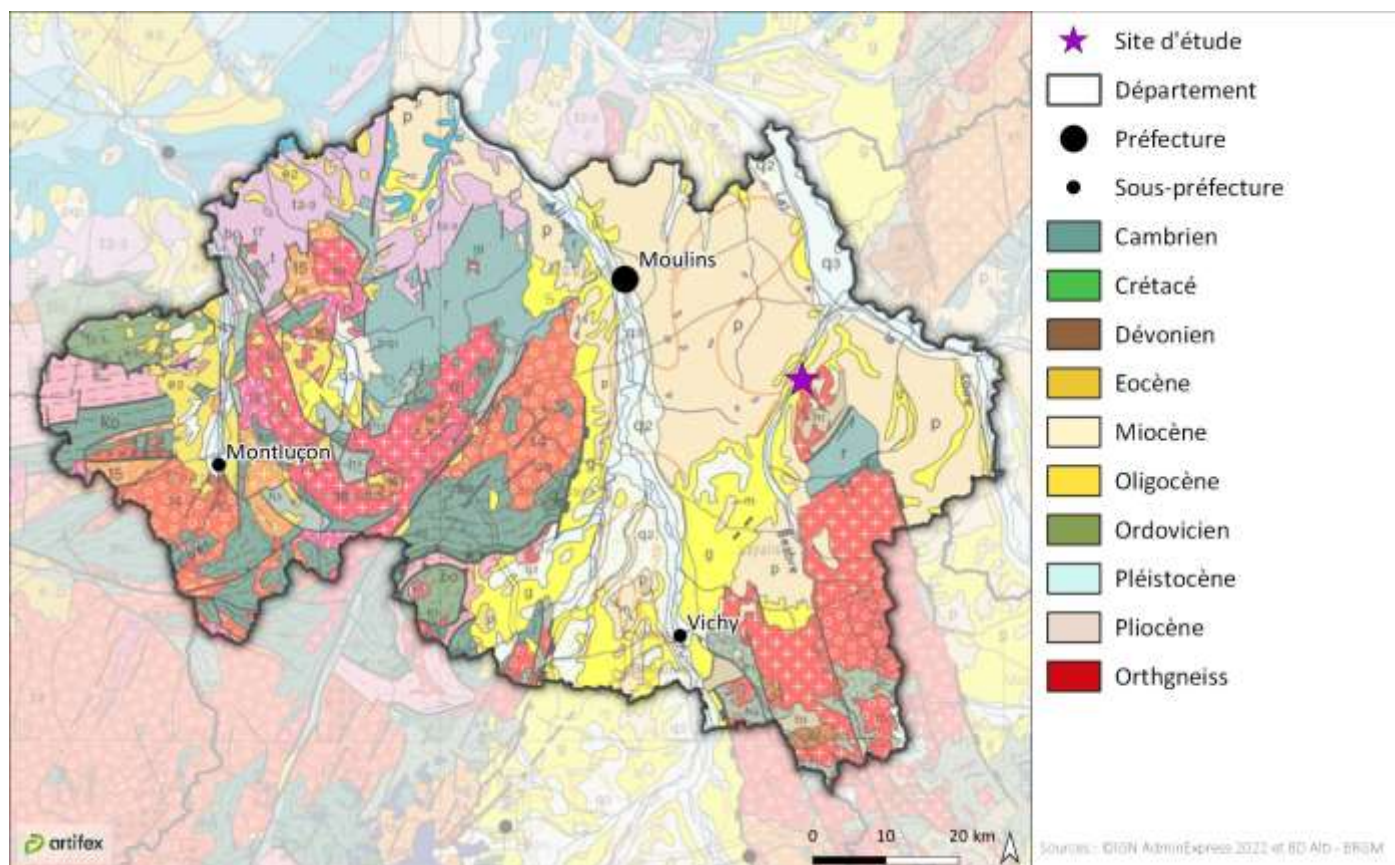
2.1. Contexte général

La géologie du département de l'Allier a des caractéristiques très diversifiées témoignant de sa situation au carrefour entre le Bassin Parisien et le Massif Central :

- Les **socles cristallins** sont composés de roches métamorphiques conséquence de l'orogénèse hercynienne ;
- La **Limagne** correspondant à une succession de fossés d'effondrement tertiaires orientés Nord-Sud ;
- La **Sologne** est une entité géologique composée de formations sableuses tertiaires ;
- A l'Ouest, la géologie est plus complexe avec intercalations de formations sédimentaires (**Fossés tertiaires**) et de formations métamorphiques (**Combraille**).

L'illustration suivante présente la géologie départementale.

Illustration 8 : Carte géologique de l'Allier
Réalisation : ARTIFEX 2023



2.2. Contexte géologique local

Les caractéristiques géologiques du site d'étude sont répertoriées sur la carte géologique de Dompierre-sur-Besbre (numéro 599).

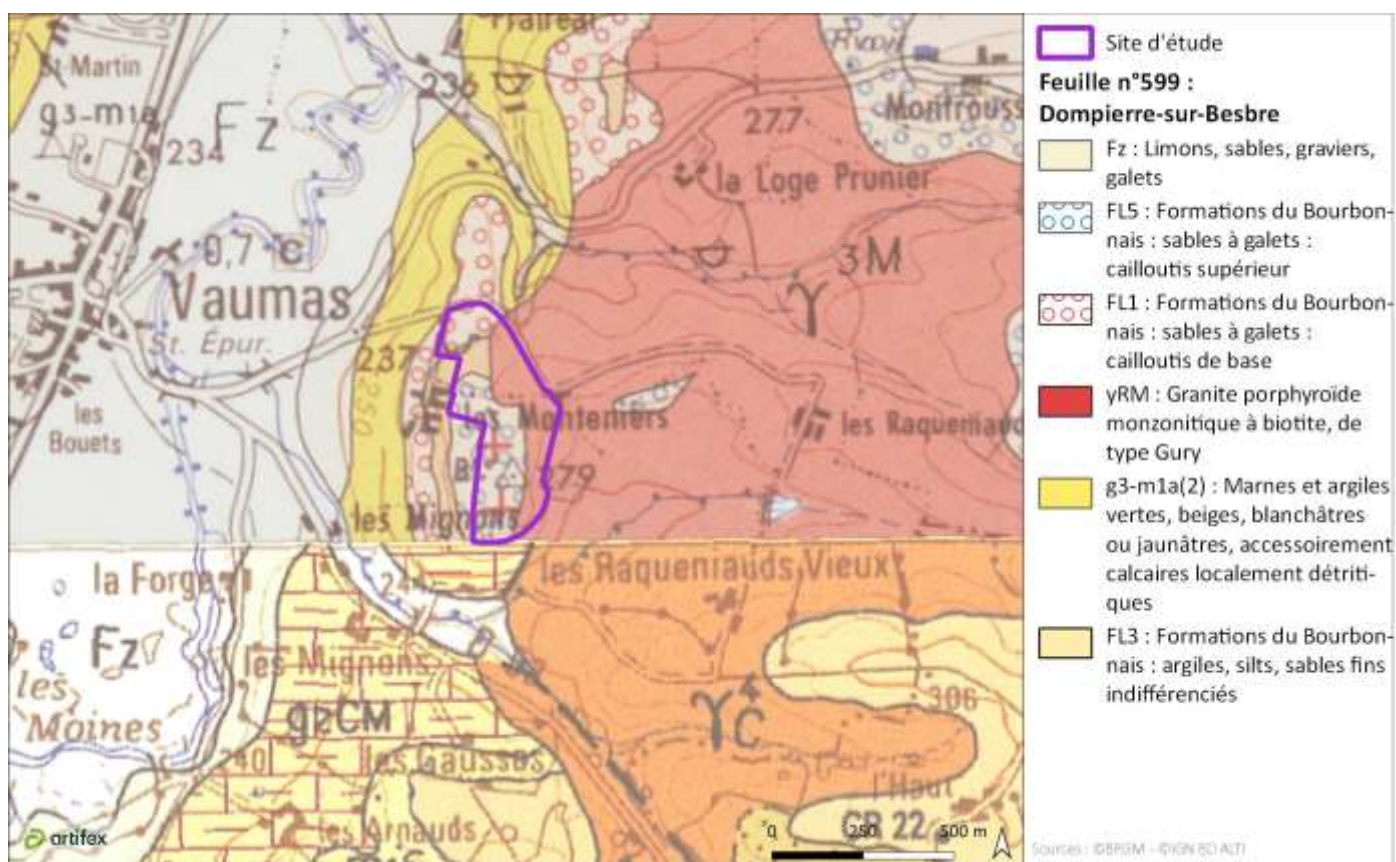
D'un point de vue géologique, le site d'étude prend place au droit de plusieurs formations successives par bandes :

- **Formations différenciées du Bourbonnais** (FL1, FL3 et FL5) principalement composés de sables, de galets intercalés d'un niveau d'argiles ;
- **Granite porphyroïde monzonitique à biotite** (γRM) présente des mégacristsaux de feldspath potassique, souvent moins bien individualisés que ceux du granite de Chevagnes. Les quarts y sont plus volumineux, atteignant souvent 6 à 7 mm. Ces quartz habituellement hyalins, prennent parfois un aspect laiteux. Les biotites, moins abondantes, sont plus dispersées.

La carte suivante présente le contexte géologique dans le secteur du site d'étude.

Illustration 9 : Carte géologique du secteur du site d'étude

Réalisation : ARTIFEX 2023



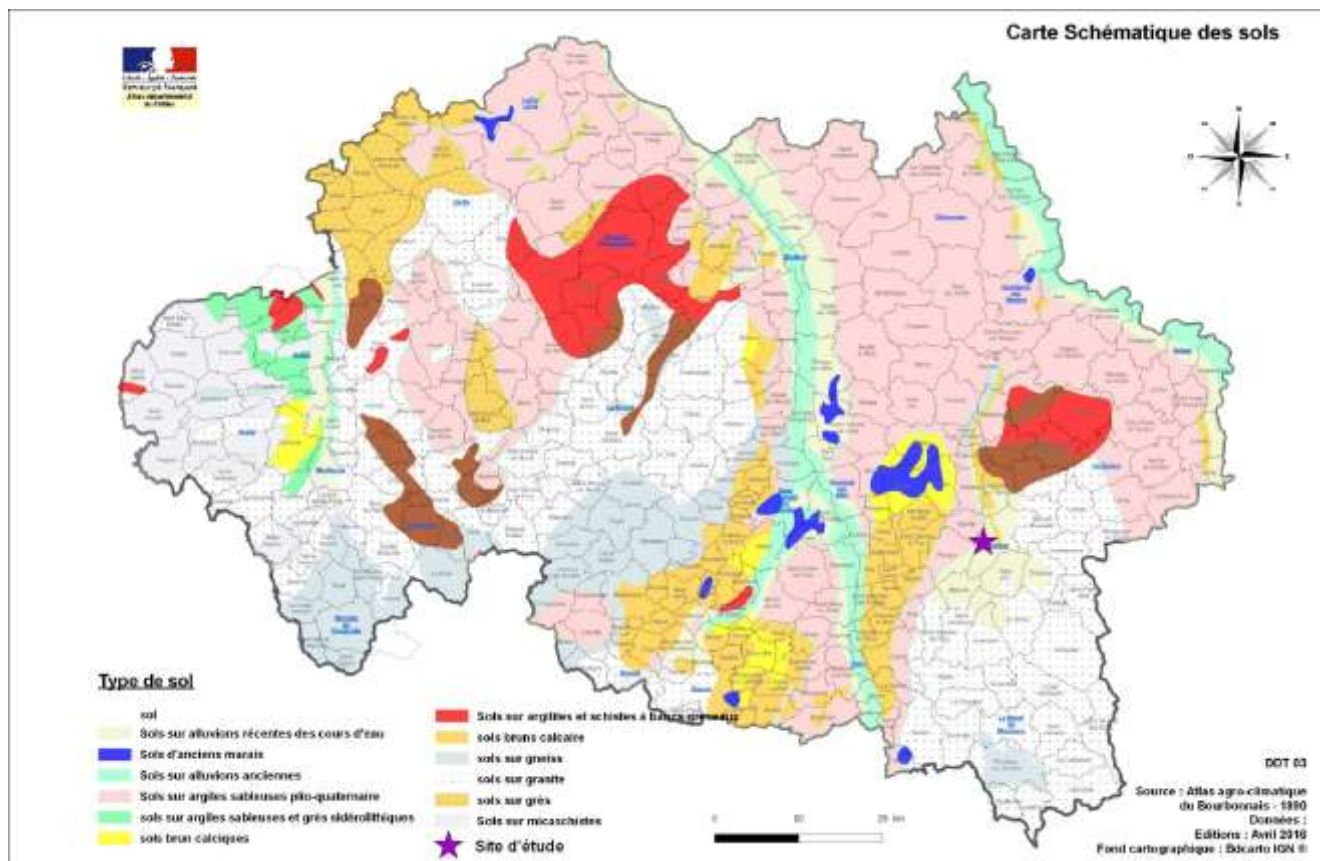
Le site d'étude s'inscrit globalement au droit de formations sableuses plutôt perméables à l'Ouest et granitiques à l'Est. Les matériaux issus des formations du Bourbonnais au Nord du site d'étude ont été exploités.

3. PEDOLOGIE

3.1. Contexte général

Au Nord du département de l'Allier, les **sols sédimentaires sablo-argileux** dominent, notamment dans la Sologne et le Bocage bourbonnais. Au Sud, les **sols d'alluvions sur les plateaux cristallins** occupent la Combraille et la Montagne bourbonnaise. Les sols **calcaires** sont localisés sur certains coteaux bordant l'Allier et la Sioule. Les vallées des principaux cours d'eau sont occupées par des **sols sur alluvions récentes sableuses**, comme l'illustre la carte ci-dessous.

Illustration 10 : Carte schématique des sols de l'Allier
Source : Atlas agro-climatique du Bourbonnais, DDT03, 1990¹



3.2. Contexte pédologique local

Les terrains du site d'étude appartiennent à l'unité cartographique n°3703 « **Rebords des glaciaires de pente assez forte (...), et vallons (...), principalement sous prairies et bois** ».

Ainsi, au droit du site d'étude se retrouvent des brunisols qui sont des sols non calcaires, issus de l'altération in situ du matériau parental. Ils sont caractérisés par un horizon intermédiaire dont la structure est nette (présence d'agrégats ou mottes), marquée par une forte porosité.

¹ http://www.allier.gouv.fr/IMG/pdf/geo_carte_schematique_sols-2.pdf

Sols au droit du site d'étude

Source : ARTIFEX 2023



Les sols du site d'étude sont **cultivés** et enregistrés au RPG 2021 en tant que « **Prairie permanente – herbe prédominante** ». Les sols sont occupés par une prairie permanente depuis au moins 2017, d'après les données du RPG. D'après l'EPA menée par ENCIS Environnement, les sols sont consacrés à la prairie permanente pour de l'élevage ovin depuis au moins 1993.

3.3. Essais à la tarière

L'étude zone humide, consultable en Annexe 3 , recense d'importantes zones humides identifiées par le critère pédologique, sur le site d'étude et l'aire d'étude immédiate (50 m). **Celles-ci représentent une surface d'environ 109 492 m²** (Cf Illustration 24, page 49).

Les sondages réalisés sur le site d'étude ont révélé des sols composés de terre végétale sur 20 cm environ, puis d'un substrat sableux avec beaucoup d'éléments grossiers. De nombreux sondages se sont avérés caractéristiques de zones humides. L'étude zones humides menée conjointement à cette étude hydraulique est présentée en Annexe 3 .

4. PERMEABILITE DU TERRAIN

La perméabilité du sol a été mesurée par la méthode PASK. Un puits est creusé à la tarière manuelle. Pour le test, une colonne de mesure du perméamètre PASK est remplie d'eau claire, puis introduite dans le puits. Lorsque l'écoulement de l'eau est constant, des mesures de niveau d'eau dans la colonne sont réalisées à intervalles réguliers. La valeur du régime permanent est relevée puis reportée dans un abaque, qui en fonction de la texture du sol, indique la perméabilité mesurée.

Ici, la profondeur atteinte est de 30 cm pour le premier test (refus cailloux à faible profondeur) et de 55 cm pour le second (refus cailloux également).

Les trois facteurs rentrant en compte sont :

- Le diamètre et la hauteur du trou ;
- La hauteur d'eau régulée ;
- La durée du test.

Pour le projet de Vaumas, deux tests ont été réalisés en mai 2023 sur le site du projet. Les caractéristiques et la localisation de ces tests sont présentés ci-après.

Essai PASK	1	2
Profondeur (cm)	30	55
Diamètre (cm)	7	7
Durée du test (min)	15	15

Illustration 11: Localisation des tests PASK

Réalisation : Artifex 2023

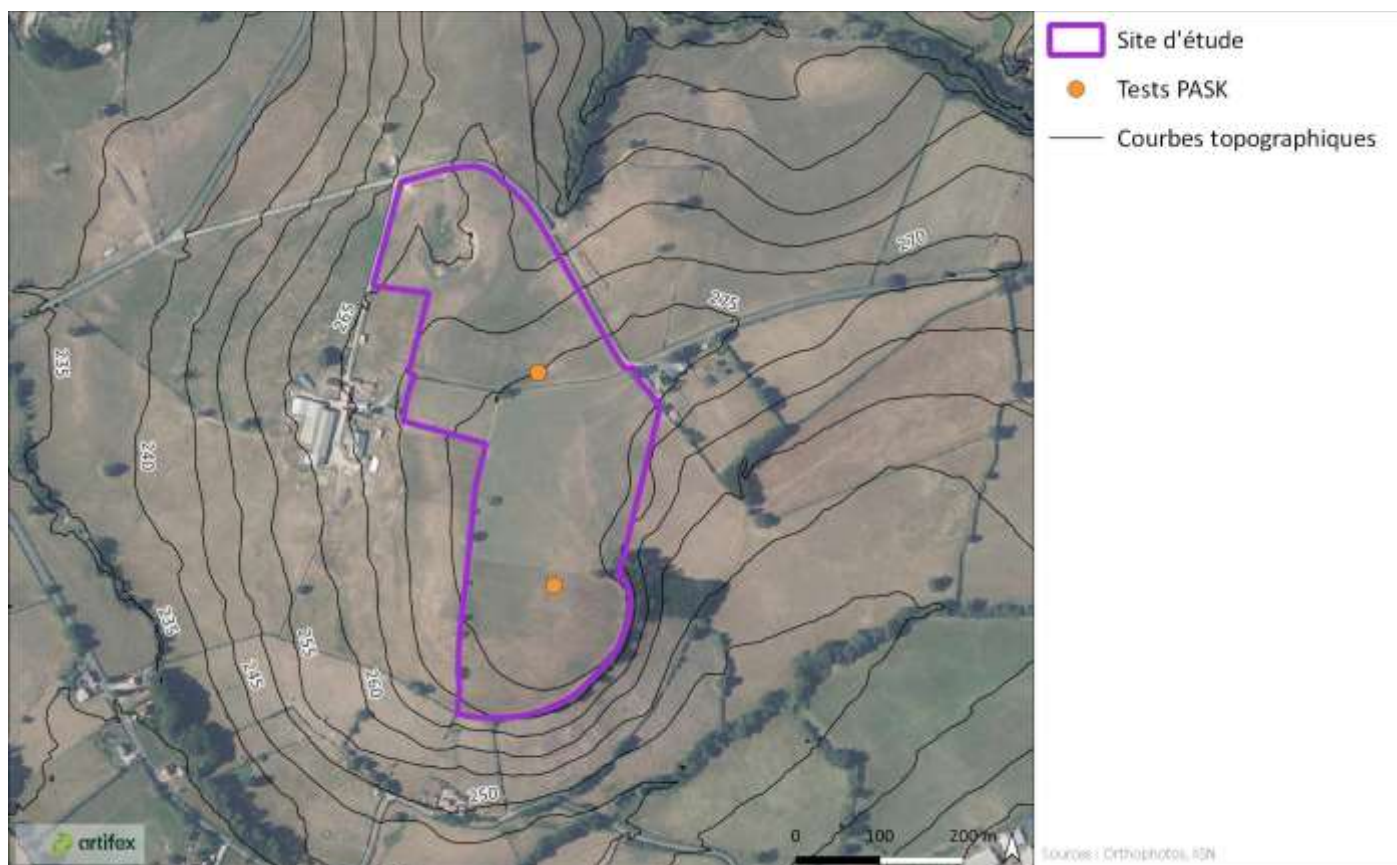


Illustration 12 : Essai Pask N°1

Source : Artifex 2023



Illustration 13 : Essai Pask N°2

Source : Artifex 2023



Les deux tests ont révélé des sols peu perméables. Les feuilles de calcul des coefficients de perméabilité sont présentées en Annexe 1.

		Pas d'infiltration direct			Perméabilité favorable à l'infiltration				Trop peu perméable				S2	
K	m/s	1	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³	10 ⁻⁴	10 ⁻⁵	10 ⁻⁶	10 ⁻⁷	10 ⁻⁸	10 ⁻⁹	10 ⁻¹⁰	S1	
	mm/h	36.10 ⁵	36.10 ⁴	36.10 ³	36.10 ²	36.10 ¹	36	36.10 ⁻¹	36.10 ⁻²	36.10 ⁻³	36.10 ⁻⁴	36.10 ⁻⁵		
Granulométrie	Homogène	Gravier pur		Sable pur		Sable très fin			Limon		Argile			
	Variée	Gravier et sable			Sables et argiles - limons						Argile			
Types de formation		Perméables					Semi-perméables					Imperméable		

IV.EAU

1. EAUX SOUTERRAINES

1.1. Contexte hydrogéologique

Les données disponibles sur le site de l'Agence de l'eau du Bassin Loire-Bretagne, informent sur les caractéristiques et l'état des masses d'eau souterraines recoupant le site d'étude.

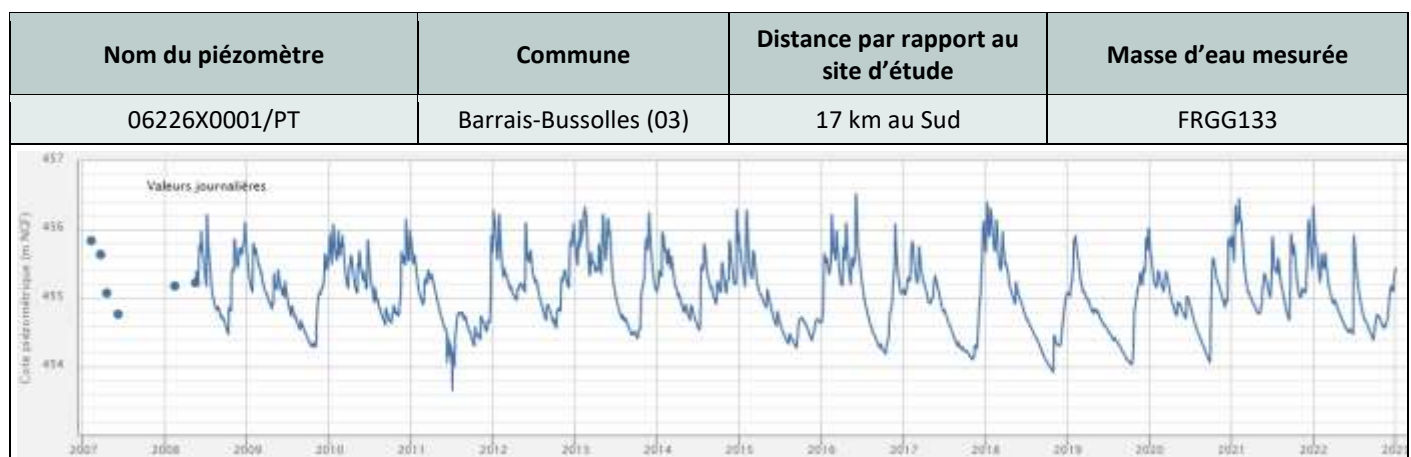
Au droit du site d'étude, on distingue 2 masses d'eau souterraines, indiquées de la plus superficielle à la plus profonde dans le tableau ci-dessous :

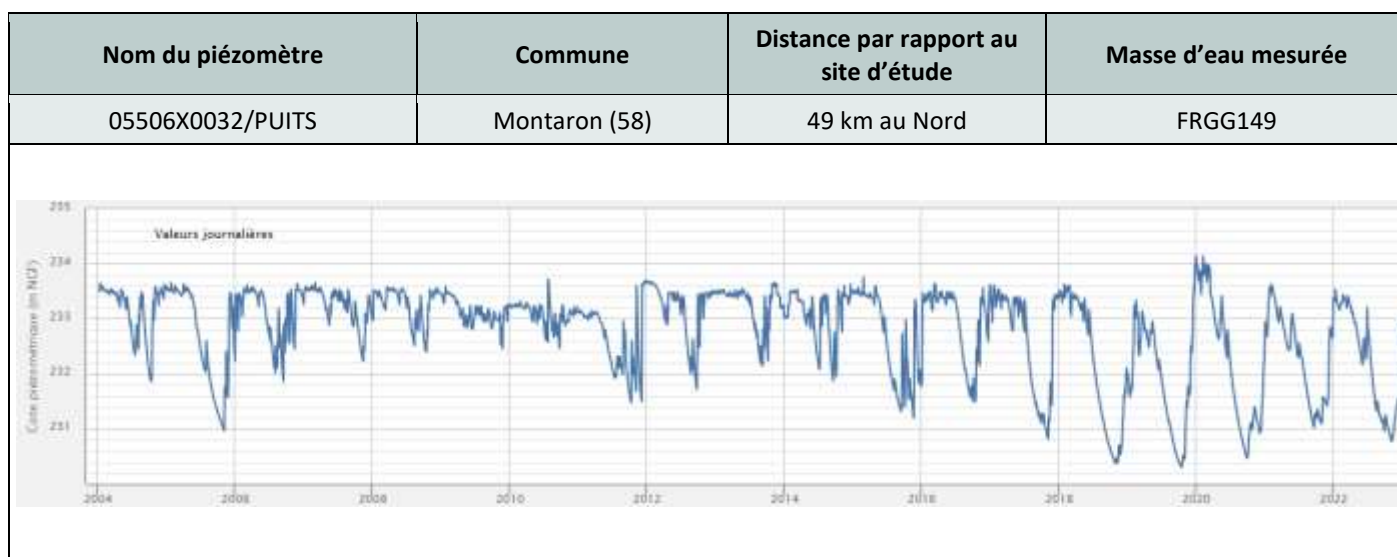
Surface ↓ Profondeur	FRFGG133 – Bassin versant de la Loire - Madelaine Socle – non karstique Superficie : 1188 km ²
	FRFGG149 – Sables et argiles du Bourbonnais du Mio-Pliocène et complexe multicouche des Limagnes Dominante sédimentaire – Non karstique Superficie : 2651 km ²

1.2. Piézométrie

Plusieurs piézomètres sont présents au niveau des masses d'eau souterraines identifiées au droit du site d'étude. Ceux-ci donnent des indications sur la **hauteur d'eau** des nappes d'eau souterraines.

Le tableau suivant présente les chroniques piézométriques enregistrées au niveau des masses d'eau souterraines (mesure de la profondeur relative de la masse d'eau en fonction du temps) :





De manière générale, une baisse du niveau piézométrique peut être liée à un déficit de précipitation et donc de recharge de la nappe et/ou à l'augmentation des prélèvements. C'est généralement un phénomène apparaissant en période sèche. À l'inverse, une augmentation du niveau piézométrique est due à une recharge de la nappe grâce aux précipitations, cumulée ou non à une diminution des prélèvements.

Les masses d'eau FRGG133 et FRGG149 présentent toutes deux des cycles réguliers avec peu d'évolution depuis les années 2000. Les cycles bas tendent à s'accroître pour la masse d'eau FRGG149.

Lors de l'étude géotechnique réalisée en vue du chantier, des arrivées d'eau ont été notées à faibles profondeurs (1.20 m/TA ; 0.70 m/TA). L'étude géotechnique complète est présentée en Annexe 4.

1.3. Etats quantitatifs et qualitatifs des eaux souterraines

Les SDAGE ou Schémas Directeurs d'Aménagement et de Gestion des Eaux, sont des plans de gestion institués par la loi sur l'eau de 1992. Ces documents de planification, propre à chaque bassin hydrographique, ont évolué suite à la Directive Cadre sur l'Eau (DCE), adoptée en 2000. Ils fixent pour six ans les orientations qui permettent d'atteindre les objectifs attendus en matière de « bon état des eaux ».

Dans le cadre de la définition des objectifs du SDAGE Loire Bretagne 2022-2027, l'état quantitatif et l'état chimique ont été caractérisés à partir d'analyses sur les masses d'eau souterraines et sont présentés dans le tableau ci-dessous :

ETAT DES MASSES D'EAU (EVALUATION SDAGE 2022-2027 SUR LA BASE DE DONNEES 2019)		
Masses d'eau souterraines	Etat quantitatif	Etat chimique
FRFGG133 – Bassin versant de la Loire - Madelaine	Bon	Bon
FRFGG149 – Sables et argiles du Bourbonnais du Mio-Pliocène et complexe multicouche des Limagnes	Bon	Moyen

Légende : Non classé Très bon Bon Moyen Médiocre Mauvais

La masse d'eau FRFGG133 présente à la fois un bon état quantitatif et un bon état chimique. La masse d'eau FRFGG149 présente également un bon état quantitatif mais un état chimique moyen du fait de la présence de pesticides.

2. EAUX SUPERFICIELLES

2.1. Hydrologie locale

La commune de Vaumas se situe dans le bassin hydrographique Loire-Bretagne, au sein du secteur hydrographique « La Loire du Rhins à l'Allier » et du bassin versant « La Besbre et ses affluents ».

Le fleuve **la Loire** est localisée à environ 13 km au Nord du site d'étude. D'une longueur de 1 006 km, il prend sa source au mont Gerbier-de-Jonc dans l'Ardèche et se jette dans l'océan Atlantique en Loire-Atlantique.

La rivière la **Besbre** s'écoule à environ 780 m à l'Ouest du site d'étude. Elle prend sa source au Sud-Est du département de l'Allier dans les monts de la Madeleine puis s'écoule sur 106 km pour rejoindre directement la Loire au niveau de la commune de Diou.

Dans l'aire d'étude immédiate, deux cours d'eau se rejoignent pour former le **cours d'eau du Trimbalant**, qui rejoint la rivière de la Besbre à 783 m à l'Ouest du site d'étude. Ce cours d'eau est localisé à 170 m au Sud du site d'étude.

Un cours d'eau permanent s'écoule également à 280 m au Nord du site d'étude.



La Besbre

Source : ARTIFEX 2023



Le Trimbalant

Source : ARTIFEX 2023

Par ailleurs, une zone gorgée d'eau a été identifiée, à proximité de l'excavation.



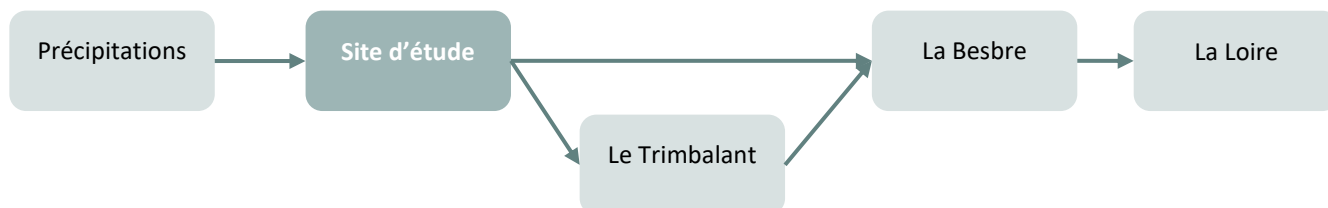
Zone gorgée d'eau à proximité de l'excavation

Source : Artifex 2023

Le fonctionnement hydrologique dans le secteur du site d'étude est présenté dans l'illustration suivante.

Illustration 14 : Contexte hydrologique général

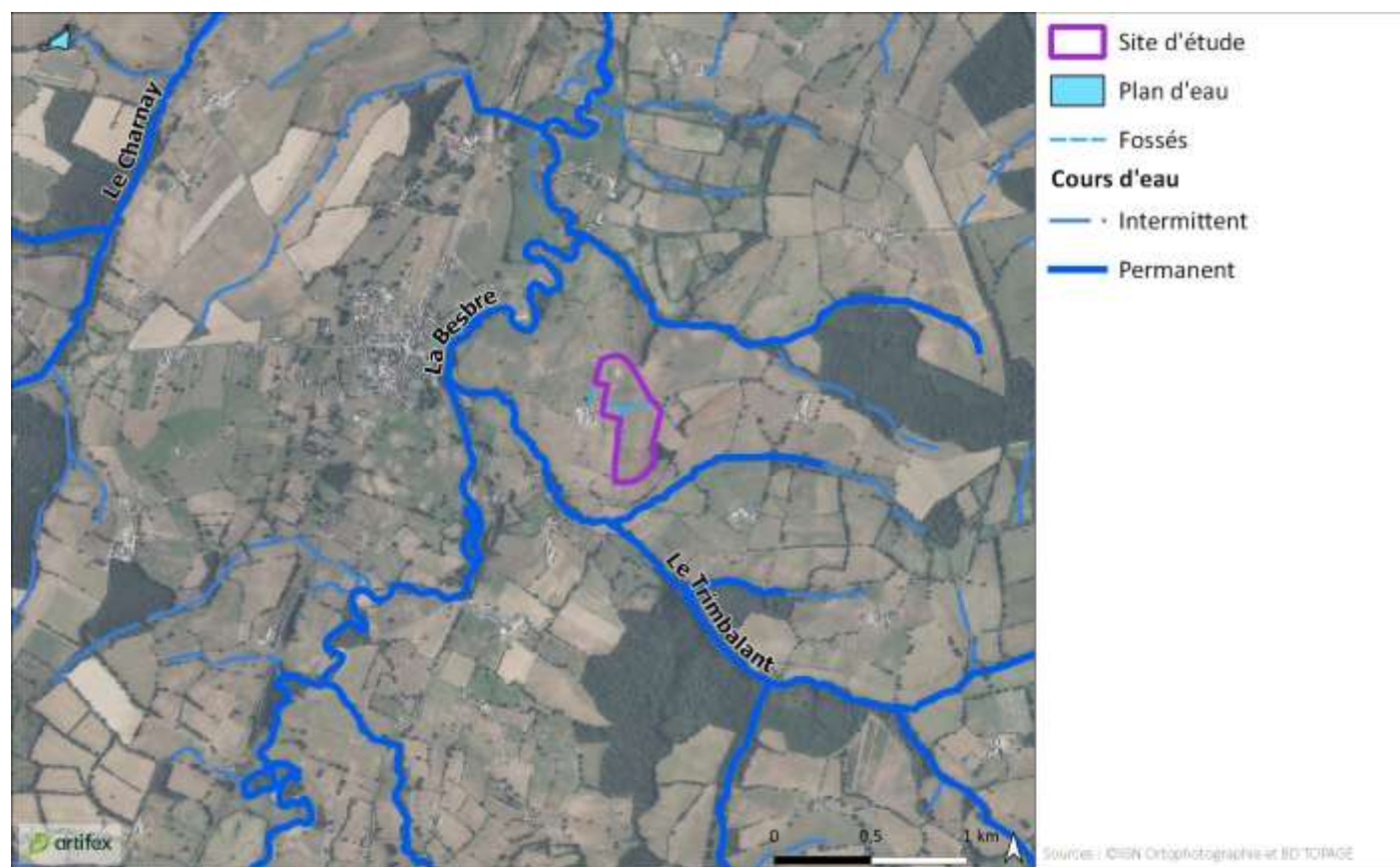
Réalisation : ARTIFEX 2023



La carte ci-dessous illustre le contexte hydrologique dans le secteur du site d'étude.

Illustration 15 : Carte du contexte hydrologique général

Réalisation : ARTIFEX 2023



2.2. Cartographie des cours d'eau selon la DDT de l'Allier

Selon la DDT de l'Allier, un cours d'eau est présent au sud du site, il s'agit du Trimbalant.

Illustration 16 : Cartographie des cours d'eau selon la DDT de l'Allier

Réalisation Artifex, 2023



2.3. Débit des eaux

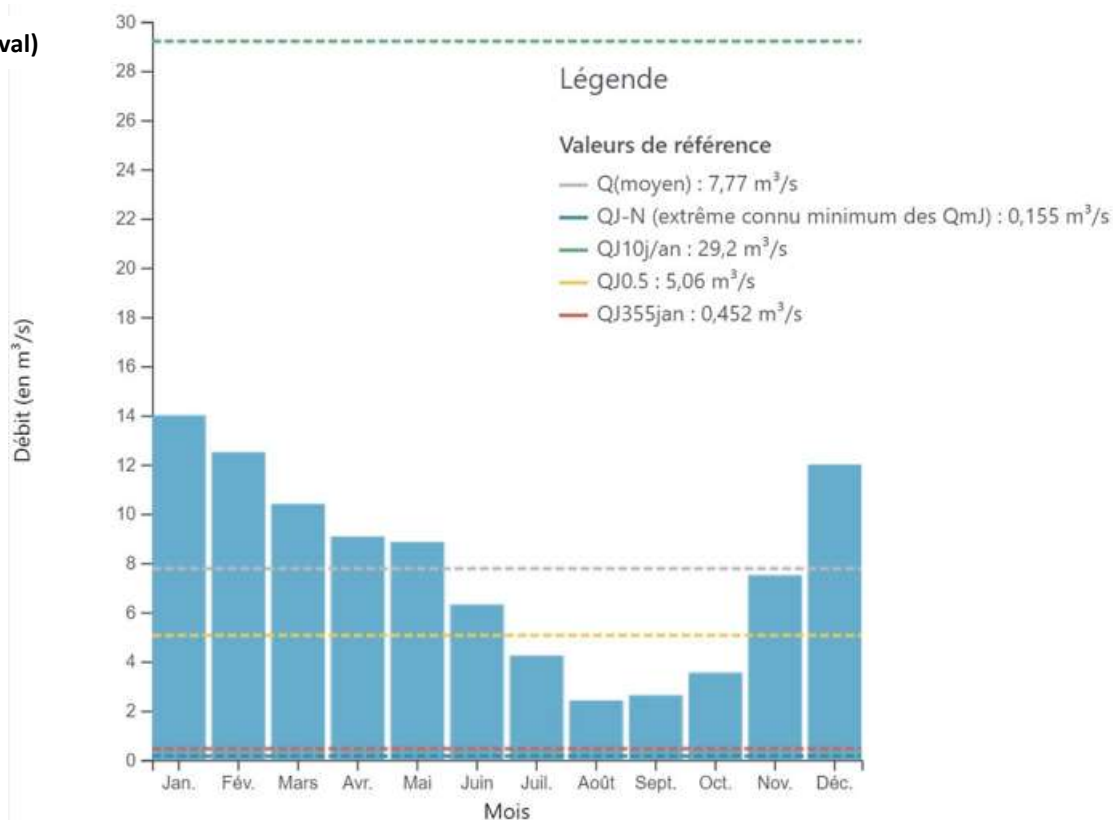
Il existe **deux stations hydrométriques** en amont et en aval de la Besbre :

- (n°K1533010) sur la commune de Saint-Prix, à environ 23,47 km au Sud en **amont** du site d'étude ;
- (n°K1563020) sur la commune de Saint-Pourçain-sur-Besbre, à environ 3,7 km au Nord, en **aval** du site d'étude.

Elles permettent d'identifier les caractéristiques hydrologiques de ce cours d'eau.

L'illustration suivante présente les débits moyens annuels de La Besbre en aval du site d'étude, il s'agit de la station la plus représentative :

N°K1563020 (aval)



D'après la Banque Hydro d'Eau France, la rivière la Besbre au niveau de la station n°K1563020 présente un débit moyen de 7,8 m³/s. Ce cours d'eau a un régime **hydrologique type tempéré avec des hautes eaux en hiver et des basses eaux en été**. En période de basses eaux, d'août à septembre, le débit peut chuter à environ 0,4 m³/s et les débits maximums calculés sur 30 ans peuvent atteindre 30 m³/s. Les débits maximums ont été atteints au mois de janvier ou février.

2.4. Ecoulements superficiels sur le site d'étude

De manière générale, le comportement des eaux météoriques (précipitations tombant sur le site d'étude) est tributaire de la topographie et de la nature du sol :

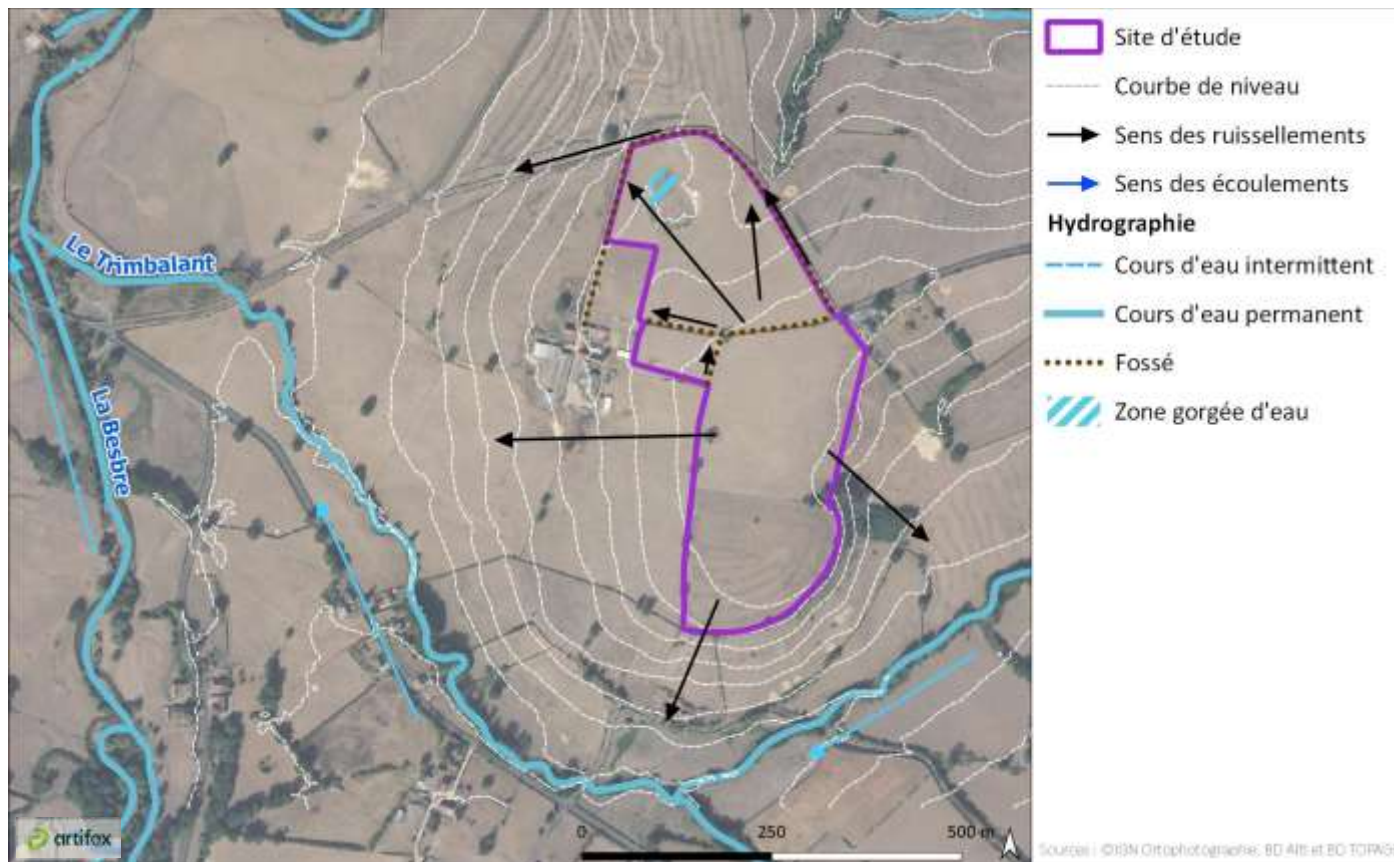
- Une **topographie** plane est propice à une infiltration des eaux, tandis que les modelés présentant des pentes engendrent des ruissellements des eaux météoriques ;
- Un **sol peu perméable** tel qu'un sol argileux limite les infiltrations, tandis qu'un sol sableux ou limoneux favorise les infiltrations.

La topographie du site d'étude induit des **ruissellements** vers les points bas, notamment vers le Sud et le Nord. Par ailleurs, au niveau de la cuvette formée par l'extraction de matériaux, les eaux vont **s'accumuler** et **s'infiltrer**. Les eaux de ruissellements vont se diriger vers le cours d'eau du Trimbalent et son affluent.

Les ruissellements et écoulements des eaux sur les terrains du site d'étude sont représentés sur l'illustration suivante.

Illustration 17 : Ecoulements des eaux au droit du site d'étude

Réalisation : ARTIFEX 2023



2.5. Qualité des eaux superficielles

Dans le cadre de la **Directive Cadre sur l'Eau (DCE)**, les eaux superficielles et souterraines ont subi un découpage afin d'évaluer et de suivre la qualité de celles-ci. Ces masses d'eau servent d'unité d'évaluation de la qualité des eaux. En conséquence, les cours d'eau de France ont été scindés administrativement en plusieurs masses d'eau superficielles. De ce fait, le site d'étude appartient à deux masses d'eau au titre de la DCE : « **La Besbre depuis la confluence du Barbenan jusqu'à la confluence avec la Loire (FRGR0209)** » et « **Le Trimalant et ses affluents depuis la source jusqu'à la confluence avec la Besbre (FRFR1844)** ».

Afin de répondre au besoin de contrôle exigé par la **Directive Cadre sur l'Eau (DCE)**, la qualité de l'eau des principales rivières est régulièrement mesurée de façon à produire une évaluation plus précise apportant ainsi une relation entre pression et impacts.

L'état écologique et chimique se partage en 5 classes. Le très bon état signifie un écart très réduit avec ce que seraient la biodiversité et la physico-chimie sans influence de l'homme. L'objectif est d'atteindre partout au moins le bon état, de maintenir le très bon état sur les secteurs concernés et ce à l'échéance fixée par le SDAGE.

Le tableau suivant présente l'état écologique et chimique de la masse d'eau **FRGR0209** et **FRFR1844**.

ETAT DES MASSES D'EAU (EVALUATION SDAGE 2022-2027 SUR LA BASE DE DONNEES 2019)		
Masses d'eau superficielles	Etat écologique	Etat chimique
FRGR0209 : La Besbre depuis la confluence du Barbenan jusqu'à la confluence avec la Loire	Moyen	Bon
FRFR1844 : Le Trimalant et ses affluents depuis la source jusqu'à la confluence avec la Besbre	Moyen	Bon

Légende : Non classé Très bon Bon Moyen Médiocre Mauvais

Les deux masses d'eau présentent un bon état chimique, mais un état écologique dégradé. L'objectif de bon état est fixé à 2027.

D'autre part, l'état des lieux 2019 détaille les pressions pesant sur les masses d'eau superficielles. Les résultats concernant les masses d'eau du site d'étude sont présentés en suivant :

PRESSION DE LA MASSE D'EAU <i>Etat des lieux 2019</i>	FRGR0209	FRFGR1844
Paramètre	Pression	
Pressions significative macropolluants ponctuels	Non	Non
Pression significative pollutions diffuses (nitrates, pesticides et phosphore diffus)	Oui	Non
Pression significative hydrologie (prélèvement, régime hydrologique et connexion eau souterraine)	Non	Non
Pression significative morphologie (morphologie et continuité)	Oui	Oui

La masse d'eau FRFGR1844 ne présente de pressions qu'au niveau de sa morphologie tandis que la masse d'eau FRGR0209 présente une vulnérabilité vis-à-vis de la pollution diffuse et de sa morphologie.

3. ZONES HUMIDES

3.1. Analyse bibliographique

Au niveau international

Au niveau international, la définition des zones humides est donnée par la Convention de Ramsar. Les zones humides, entendues au sens de la Convention de Ramsar, sont : « des étendues de marais, de fagnes, de tourbières ou d'eaux naturelles ou artificielles, permanentes ou temporaires, où l'eau est stagnante ou courante.

Au niveau national

L'article L.211-1 du code de l'environnement, issu de la loi n°92-3 du 3 janvier 1992, définit les zones humides comme des « 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'article R211-108 du code de l'environnement précise que les critères à prendre en compte pour la définition des zones humides sont relatifs « à la morphologie des sols liée à la présence prolongée d'eau d'origine naturelle et à la présence éventuelle de plantes hygrophiles. Celles-ci sont définies à partir de listes établies par région biogéographique [...] La délimitation des zones humides est effectuée à l'aide des cotes de crue ou de niveau phréatique, ou des fréquences et amplitudes des marées, pertinentes au regard des critères relatifs à la morphologie des sols et à la végétation définis au I. ».

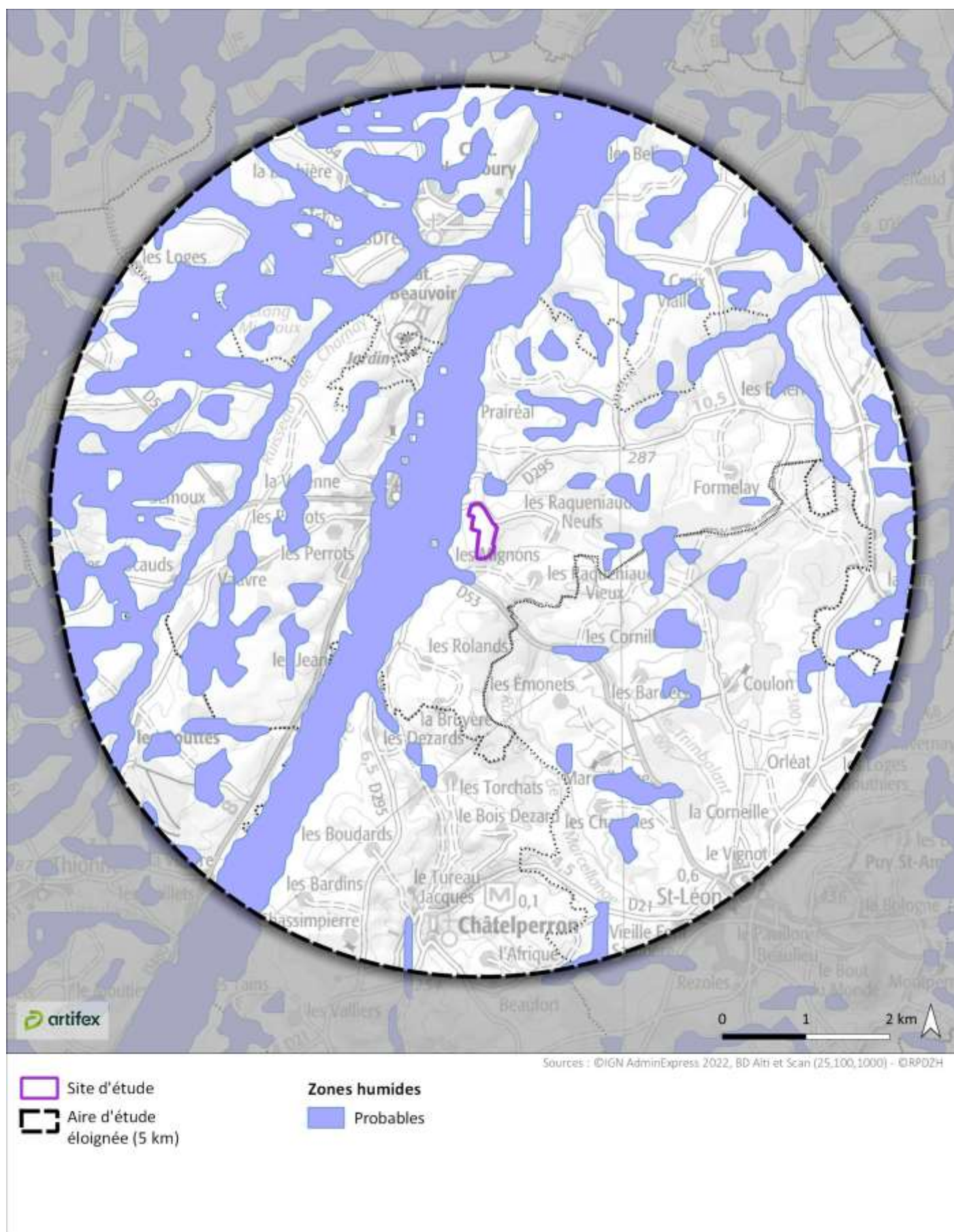
Les zones humides recensées à proximité du site d'étude

Les zones humides sont nombreuses au sein de l'aire d'étude éloignée. En effet, la présence de la rivière Allier et de ses annexes engendre une diversité de milieux humides sous forme d'étangs et de mares.

Les zones humides figurant sur la carte ci-contre, sont issues d'un travail de synthèse et d'analyses des données existantes (Inventaire SIEL, Natura 2000, orthophotographies, données géologiques ...) permettant une pré-localisation des zones humides. **Un inventaire des zones humides ciblé sur le site d'étude et ses abords a permis de préciser la localisation exacte des zones humides.**

Illustration 18 : Localisation des zones humides à proximité de l'aire d'étude

Réalisation : Artifex 2023



3.2. Analyse de terrain

L'Arrêté du 24 juin 2008 modifié, conforté par la loi n°2019-773 en date du 24 juillet 2019, explicite les critères de définition et de délimitation des zones humides. Conformément à cette réglementation, une zone humide est caractérisée soit par :

- La présence d'habitats caractéristiques (listés dans l'Arrêté) ;
- La présence d'espèces floristiques caractéristiques ;
- La présence d'un sol caractéristique de zone humide.

L'arrêté liste également des habitats naturels dits « pro-parte », pour lesquels, en cas d'absence d'espèce floristique caractéristique, le seul moyen de discrimination est la réalisation de sondages pédologiques afin de détecter la présence d'un sol hydromorphe (caractéristique de zone humide). Les habitats non listés dans cet Arrêté ne sont pas considérés comme des zones humides.

3.2.1. Analyse du critère végétation

3.2.1.1. Habitats humides

Dans le site d'étude et son aire d'étude immédiate, plusieurs habitats humides ont été recensés selon le critère « habitats de végétation » (au titre de l'Arrêté du 24 juin 2008 modifié). Il s'agit des habitats naturels suivants :

- Forêts riveraines à Frênes et Aulnes [G1.21] ;
- Tapis de Scirpe des marais [C3.42A] ;
- Prairies à Joncs à tépales aigus [E3.42] ;
- Fossés humides [E3.4].

Ces habitats couvrent une superficie totale de 0,34 ha sur le secteur étudié.

3.2.1.2. Habitats *pro parte*

Pour les 11 habitats *pro parte* suivants, totalisant 21,25 ha, le critère « espèces végétales » ne permet pas de conclure sur la nature humide de l'habitat, car aucun de ces habitats *pro parte* n'est recouvert à plus de 50% d'espèces hygrophiles référencées dans l'annexe II A de l'Arrêté du 24 juin 2008. Une étude pédologique est donc nécessaire :

- Frênaies-chênaies subatlantiques à Primevères [G1.A13] ;
- Bois de Robiniers [G1.C3] ;
- Prébois de Robiniers [G5.61] ;
- Mosaïques de fourrés et bosquets [F3.1111 x G1.A13] ;
- Pâturages piquetés de ligneux [E2.113 x F3.1111] ;
- Pâturages collinéens subatlantiques [E2.113] ;
- Milieux surpâturés [E2.111 x H5.6] ;
- Végétations herbacées anthropiques [E5.11] ;
- Zones rudérales (tas de fumier) [E5.11] ;
- Coupes forestières récentes, occupées précédemment par des Robiniers [G5.81] ;
- Haies arbustives [F3.1111].

Le tableau ci-dessous liste les habitats composant le site d'étude et son aire d'étude immédiate :

Habitats	Code EUNIS	Code CORINE biotope	Code UE (Natura 2000)	Déterminant ZNIEFF	Zones humides	Surface (ha) ou longueur (m)
Forêts riveraines à Frênes et Aulnes	G1.21	44.3	91E0*	Déterminant sous conditions	Humide	0,07 ha
Tapis de Scirpe des marais	C3.24A	53.14A	-	-	Humide	0,12 ha
Frênaies-chênaies subatlantiques à Primevères	G1.A13	41.23	-	Déterminant sous conditions	<i>Pro parte</i>	0,17 ha
Bois de Robiniers	G1.C3	83.324	-	-	<i>Pro parte</i>	0,01 ha



Habitats	Code EUNIS	Code CORINE biotope	Code UE (Natura 2000)	Déterminant ZNIEFF	Zones humides	Surface (ha) ou longueur (m)
Prébois de Robiniers	G5.61	31.8D	-	-	Pro parte	0,08 ha
Mosaïques de fourrés et de bosquets	F3.1111 x G1.A13	31.8111 x 41.23	-	-	Pro parte	0,22 ha
Pâturages piquetés de ligneux	E2.113 x F3.1111	38.112 x 31.8111	-	-	Pro parte	0,27 ha
Pâturages collinéens subatlantiques	E2.113	38.112	-	-	Pro parte	19,21 ha
Milieus surpâturés	E2.111 x H5.6	38.111	-	-	Pro parte	0,55 ha
Prairies à Juncs à tépales aigus	E3.42	37.22	-	Déterminant sous conditions	Humide	0,09 ha
Végétations herbacées anthropiques	E5.11	87.1	-	-	Pro parte	0,40 ha
Zones rudérales (tas de fumier)	E5.11	87.1	-	-	Pro parte	0,07 ha
Coupes forestières récentes, occupées précédemment par des Robiniers	G5.81	31.87	-	-	Pro parte	0,14 ha
Chemins agricoles	J4.2	86.2	-	-	Non caractéristique de zone humide	0,21 ha
Réseaux routiers et accotements	J4.2	86.2	-	-	Non caractéristique de zone humide	0,48 ha
Cours de ferme et stocks de matériaux	J4.6	86.2	-	-	Non caractéristique de zone humide	0,28 ha
Antennes	J2	86.3	-	-	Non caractéristique de zone humide	0,01 ha
Bâtiments agricoles	J2.42	86.2	-	-	Non caractéristique de zone humide	0,08 ha
Bâtiments résidentiels	J2.1	86.2	-	-	Non caractéristique de zone humide	0,01 ha
Fossés humides	E3.4	37.2	-	-	Humide	0,06 ha
Haies arbustives	F3.1111	31.8111	-	-	Pro parte	2384 m
Cours d'eau intermittents	C2	24.1	-	-	Aquatique	31 m
Superficie totale						22,48 ha
Superficie Zone humide totale						0,34 ha

L'illustration ci-après présente la cartographie des habitats ainsi que la localisation des zones humides selon le critère de végétation.

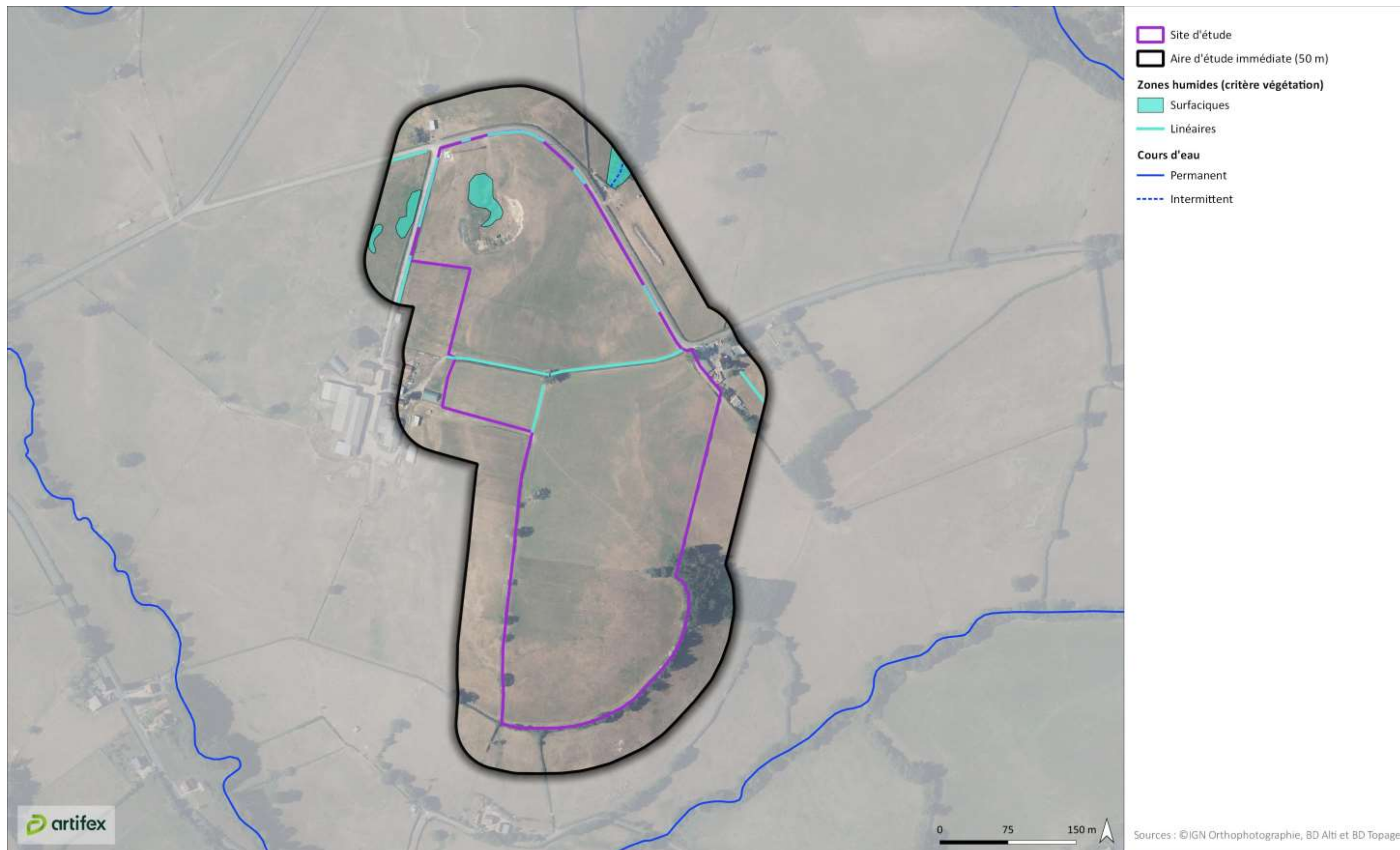
Illustration 19 : Habitats de végétation

Réalisation : Artifex 2023



Illustration 20 : Habitats de végétation caractéristiques de zones humides

Réalisation : Artifex 2023



Selon le critère de végétation, 4 habitats humides ont été observés sur l'ensemble du site d'étude augmenté de son aire d'étude immédiate.

Au total, les habitats caractéristiques de zones humides identifiés occupent une surface cumulée d'environ 0,34 ha.

3.2.2. Analyse du critère pédologique

Une première analyse permet de déterminer les zones présentant une sensibilité. Cette analyse se base sur les données bibliographiques (carte pédologique, topographique, inventaires existants...), les inventaires écologiques s'ils ont eu lieu et les observations de terrain.

Des sondages pédologiques sont ensuite effectués dans les zones faisant l'objet d'une sensibilité.

Les investigations de terrain relatives à la prospection de zone humide sur critère pédologique sont effectuées conformément à la réglementation en vigueur. L'examen des sols porte prioritairement sur des points à situer de part et d'autre de la frontière supposée de la zone humide, suivant des transects perpendiculaires à cette frontière. Le nombre, la répartition et la localisation précise de ces points dépendent de la taille et de l'hétérogénéité du site, avec 1 sondage par secteur homogène du point de vue des conditions mésologiques. L'arrêté du 24 juin 2008 modifié, précise les critères de définition et de délimitation des zones humides en application des articles L. 214-7-1 et R. 211-108 du code de l'environnement :

- L'observation des traits d'hydromorphie peut être réalisée toute l'année mais la fin de l'hiver et le début du printemps sont les périodes idéales pour constater sur le terrain la réalité des excès d'eau.
- Chaque sondage pédologique doit être d'une profondeur de l'ordre de 1,20 mètre dans la mesure du possible. A noter que l'absence de trait d'hydromorphie dans les 50 premiers centimètres induit l'absence de zone humide.
- L'examen du sondage pédologique vise à vérifier la présence de traits hydromorphiques traduisant des horizons histiques, rédoxiques ou réductiques.

Il s'agit de sondages réalisés à la tarière manuelle Edelman d'une profondeur généralement comprise entre 0,6 et 1,20 m. Si aucune trace hydromorphique n'est identifiée dans les 50 premiers centimètres du sol, le sondage est stoppé.

Si ces caractéristiques sont présentes, le sol peut être considéré comme sol de zone humide. En leur absence, il convient de vérifier les indications fournies par l'examen de la végétation ou, le cas échéant pour les cas particuliers des sols, les résultats de l'expertise des conditions hydrogéomorphologiques.


Résultats de prospections pédologiques à la tarière Edelman
Source : Artifex 2022

Ces investigations permettent de sortir des carottes (échantillons représentatifs de la pédologie du site), afin de les analyser. La caractérisation d'une zone humide sur la base de relevés pédologiques passe par l'observation de traits hydromorphiques dans le sol qui sont principalement marqués par les phénomènes suivants :

- Traits histiques : colorations brunes dues à la décomposition de la matière organique ;
- Traits réductiques : colorations uniformes gris - bleuâtres/verdâtres dues à la réduction du fer (milieu anaérobie) ;
- Traits rédoxiques : colorations orange-rouille dues à l'oxydation du fer (milieu aérobie).


Traits histiques
Source : Artifex

Traits réductiques
Source : Artifex

Traits rédoxiques
Source : Artifex

Ces traits sont plus ou moins représentés et marqués dans les sols suivant les conditions de formation de la zone humide.

Rappel :

Pour être considéré comme une zone humide, le sol (et la présence de ces traits) doit se conformer à la classification d'hydromorphie des sols, en référence aux classes du tableau du Groupe d'Etude des Problèmes de Pédologie Appliquée (GEPPA).

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

- D'horizons histiques (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 débutant à moins de 50 centimètres de la surface du sol ;

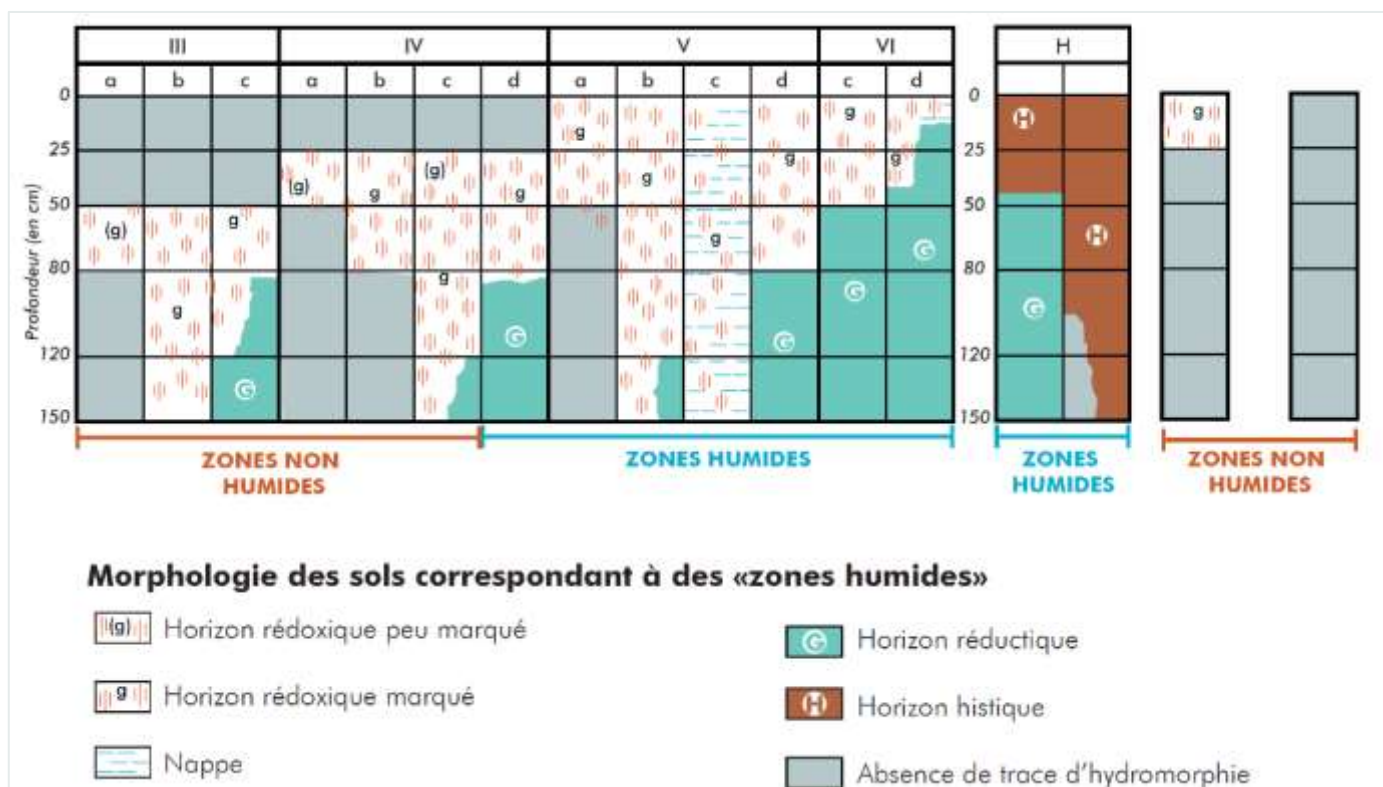
- Ou de traits rédoxiques débutant à moins de 25 centimètres de la surface du sol et se prolongeant ou s'intensifiant en profondeur ;
- Ou de traits rédoxiques débutant à moins de 50 centimètres de la surface du sol, se prolongeant ou s'intensifiant en profondeur, et de traits réductiques apparaissant entre 80 et 120 centimètres de profondeur.

Dans les horizons rédoxiques (Horizon g) ou pseudo-gleys, on distingue des traits d'oxydation du fer (couleur rouille). Ces horizons caractérisent des sols temporairement engorgés par l'eau.

Dans les horizons réductiques (Horizon G) ou gley, on distingue des traits de réduction du fer (couleur grise), le fer est réparti de manière homogène et est en quasi permanence sous forme réduite. Ces horizons, sont caractéristiques d'un engorgement permanent ou quasi-permanent par l'eau.

Illustration 21 : Classes d'hydromorphie

Source : GEPPA 1981 ; Artifex 2022



Si ces caractéristiques sont présentes, le sol est considéré comme hydromorphe. En leur absence, il convient de vérifier les indications fournies par l'examen de la végétation ou, le cas échéant pour les cas particuliers des sols, les résultats de l'expertise des conditions hydro- géomorphologiques².

3.2.3. Inventaire de terrain et analyse des données

Sur le site d'étude, le sol se compose d'environ 15 à 20 cm de terre végétale puis d'un substrat principalement sablo-caillouteux pouvant être plus ou moins humide. L'épaisseur de sol superficiel analysée sur le site est variable, entre 20 et 120 cm.

Lors des investigations sur le terrain, l'examen des sols doit porter prioritairement sur des points à situer de part et d'autre de la frontière supposée de la zone humide, suivant des transects perpendiculaires à cette frontière. Le nombre, la répartition et la localisation précise de ces points dépendent de la taille et de l'hétérogénéité du site, avec 1 point (= 1 sondage) par secteur homogène du point de vue des conditions mésologiques.

² Pour certain type de sol (fluviosol) le lessivage important ne permet pas d'observer de trait d'hydromorphie. La mise en place d'un suivi piézométrique est donc nécessaire afin de déterminer si la présence de la nappe dans la couche supérieure du sol (50 premiers centimètres) est durable, traduisant la présence d'une zone humide, ou non.

Ces sondages pédologiques ont été répartis de façon stratégique en fonction de la présence de végétation hygrophile, des habitats *pro parte*, de la géomorphologie du site, en s'appuyant sur la composition géologique des sols.

Les sondages sont présentés sur la carte ci-après.



Sondage sur le site de Vaumas

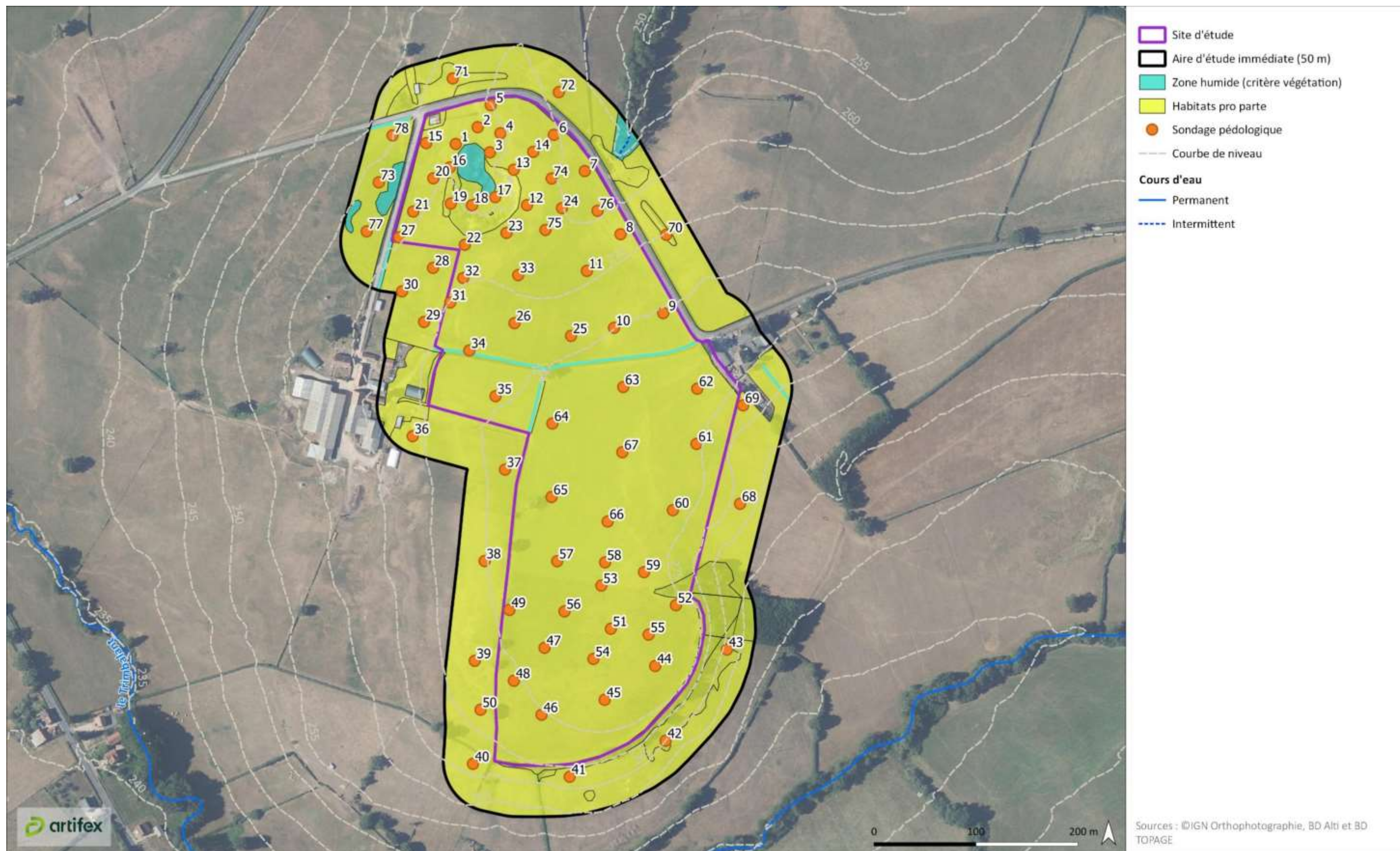
Vianney Franssens, 26-11-2022

Dans le cas de ce projet, Vianney Franssens a réalisé trois journées de terrain afin d'effectuer une identification de zone humide sur critère pédologique.

Chargé de mission		Dates	Thématique
	Vianney FRANSSENS	26, 27 et 28/11/2022	Prospection pédologique de zones humides

Illustration 22 : Localisation des sondages pédologiques

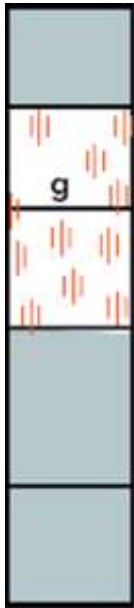
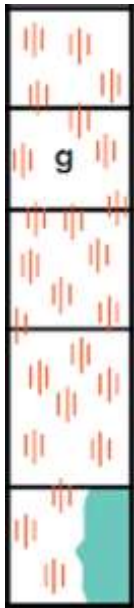
Réalisation : Artifex 2023



3.2.4. Conclusion – critère pédologique

Le tableau ci-après présente une synthèse des analyses pédologiques, caractérisées sur la base des classes d'hydromorphie du GEPPA présentées précédemment.

Sondage	Coupe de sondage	Description	Photographie	Classement GEPPA	Zone humide - critère pédologique
N° 3, 4, 17, 18, 16, 21, 39, 40, 41, 42, 44, 45, 46, 48, 50, 51, 52, 53, 55, 56, 59, 60, 61, 68 et 75		Aucune trace d'hydromorphie		I	Non
N° 1, 27, 32, 73, 77 et 78		Traces d'hydromorphie après 50 cm se poursuivant en profondeur		III	Non

N° 12, 13, 20, 24, 28, 35, 54, 58, et 71		Traces d'hydromorphie après 25 cm se poursuivant en profondeur		IVb	Non
N° 2, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 14, 15, 19, 22, 23, 25, 26, 29, 30, 31, 33, 34, 36, 37, 38, 43, 47, 49, 57, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 69, 70, 72, 74 et 76		Trace d'oxydation dès le début du sondage se poursuivant et/ou s'intensifiant en profondeur		V	Oui

38 sondages ont démontré la présence de zones humides sur le site d'étude.

La surface occupée par les zones sur critère pédologique est de 109 492 m².

La carte ci-après localise le résultat des différents sondages pédologiques réalisés.

Illustration 23 : Synthèse des sondages pédologiques

Réalisation : Artifex 2023

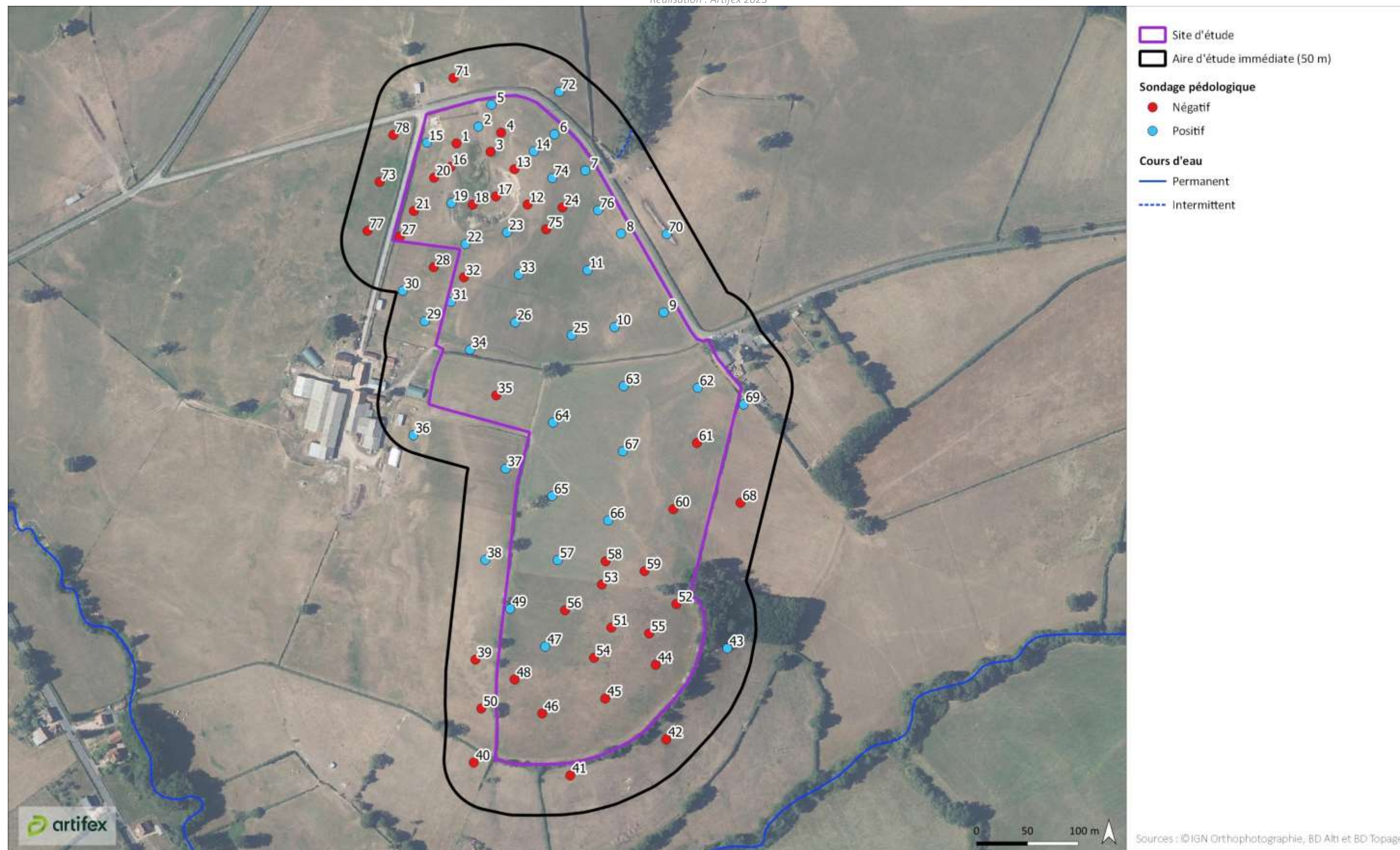
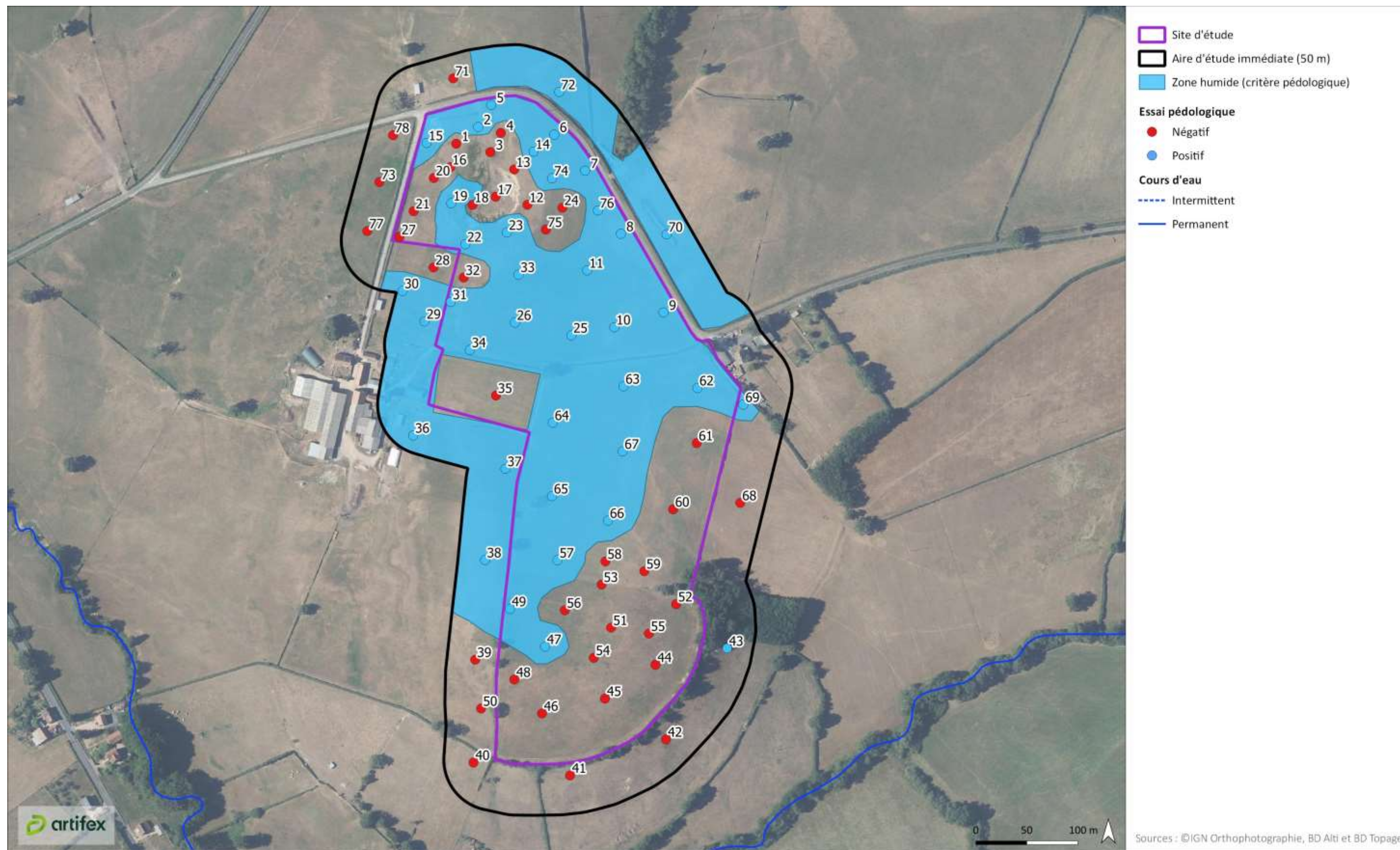


Illustration 24 : Synthèse des sondages pédologiques avec délimitation

Réalisation : Artifex 2023





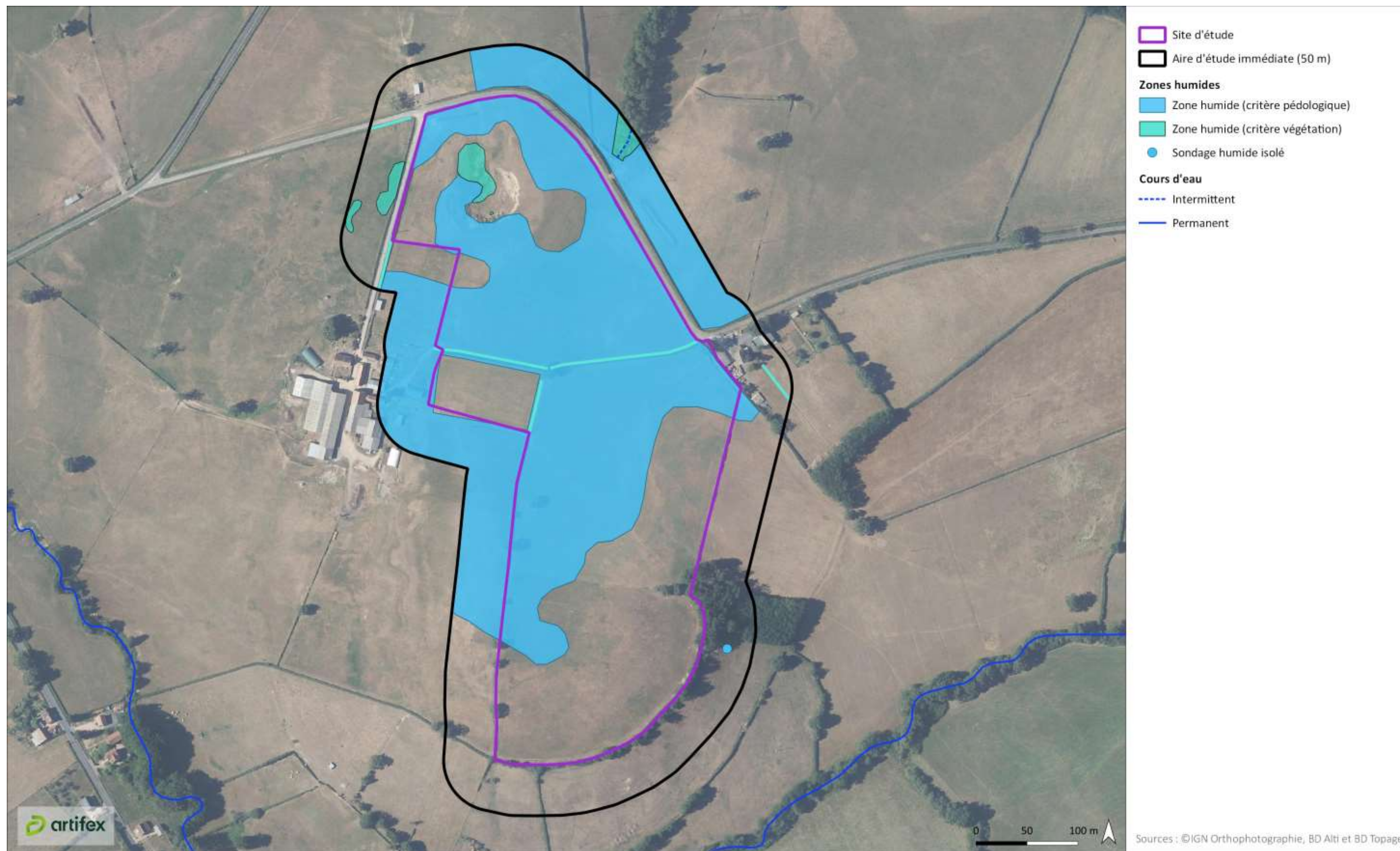
Dans le cadre des analyses réalisées sur le site d'étude de Vaumas, relatif au projet de parc agrivoltaïque de la société CORFU SOLAIRE, il ressort :

- La présence de 4 habitats caractéristiques de zones humides ;
- La présence de sols hydromorphes caractéristiques de zones humides.

Ainsi, la synthèse de ces éléments traduit la présence de zones humides au niveau du site d'étude de Vaumas. La surface de zones humides identifiées par les deux critères au sein du site d'étude et de son aire d'étude immédiate est de 11,3 ha.

Illustration 25 : Synthèse des critères végétation et pédologie

Réalisation : Artifex 2023





5. USAGES DES EAUX SOUTERRAINES ET SUPERFICIELLES

5.1. Usage domestique

Selon l'Agence Régionale de Santé (ARS), consultée en ligne, le site d'étude ne s'inscrit pas au droit d'un périmètre de captage. Le plus proche est localisé à 6,7 km au Nord.

5.2. Usage agricole

D'après l'EPA menée par ENCIS Environnement, il n'existe aucun réseau de drainage ou d'irrigation au droit des parcelles du projet.

5.3. Usage industriel

Aucun usage industriel n'a été recensé à proximité du site d'étude ou au droit de celui-ci.

5.4. Usage de loisirs

Aucun usage de loisirs n'a été recensé à proximité du site d'étude ou au droit de celui-ci.

V. RISQUE NATUREL

1. INONDATION

L'inondation est une submersion, rapide ou lente, d'une zone habituellement hors de l'eau. Elle peut être liée à un phénomène de débordement de cours d'eau, de ruissellement, de remontées de nappes d'eau souterraines ou de submersion marine.

Selon le site internet Géorisques et le Dossier Départemental des Risques Majeurs (DDRM) de l'Allier actualisé au 24 novembre 2014, la commune de Vaumas n'est pas concernée par le risque inondation.

De fait, il n'existe aucun PPRI sur le territoire communal.

Le site d'étude n'est pas concerné par le risque inondation.

2. SOL

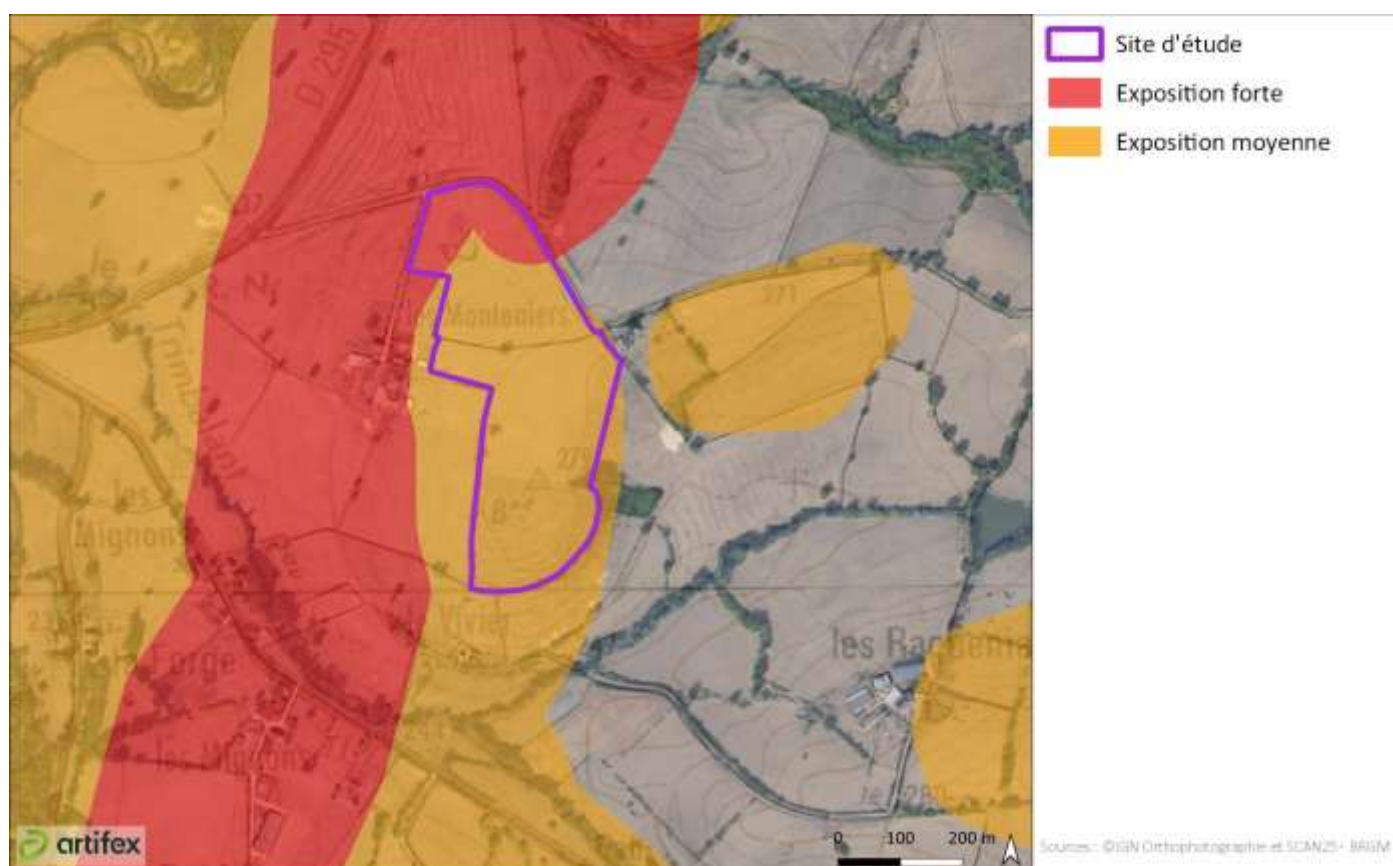
2.1. Aléa retrait/gonflement des argiles

Les variations de la quantité d'eau dans certains terrains argileux produisent des gonflements (période humide) et des tassements (période sèche), qui peuvent avoir des conséquences sur les constructions.

Le site d'étude est localisé majoritairement en **aléa modéré** face au risque retrait/gonflement des argiles. Sa partie Nord est concernée par un risque important. Néanmoins, aucun Plan de Prévention des Risques RGA (retrait gonflement des argiles) n'est prescrit sur le territoire communal.

Illustration 26 : Carte du zonage du risque argiles dans le secteur du site d'étude

Réalisation : ARTIFEX 2023





PARTIE 4 SOLUTIONS DE SUBSTITUTIONS ET RAISONS DU CHOIX EFFECTUE

La rédaction de la présentation de la démarche du choix de l'implantation du projet de parc agrivoltaïque a été fournie par CORFU SOLAIRE

1. SELECTION DU SITE POUR LE PROJET DE VAUMAS

Le propriétaire/exploitant est un jeune agriculteur de moins de 30 ans, qui a repris l'exploitation familiale au 1^{er} janvier 2023. Il a initialement contacté le groupe Terre et Lac pour un projet agrivoltaïque de toiture. CORFU SOLAIRE a ensuite fait une étude sur l'activité globale de ce propriétaire/exploitant ainsi que de son parcellaire, afin de juger de la pertinence de réaliser ensemble un projet agrivoltaïque.

Ce dernier est particulièrement intéressé par un tel projet, qui s'inscrirait tout à fait dans la démarche écologique et environnementale globale menée sur son exploitation :

- Il a reçu au cours du printemps 2023 la certification environnementale de niveau 3 (niveau HVE - Haute Valeur Environnementale, Cf **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**), qui est le niveau le plus élevé de certification : les indicateurs de résultats ont montré que l'exploitation respecte des seuils de performance environnementale.
- Les toitures de ses bâtiments ont été désamiantées.
- Prévoir des aménagements pour faire face au changement climatique, tout en contribuant à la transition énergétique avec ce projet agrivoltaïque.

De plus, ce projet permettrait de conforter la pérennité d'une exploitation ovine préexistante sur ce secteur dans le cadre de l'installation d'un jeune agriculteur. En effet, la filière ovine connaît une certaine baisse du nombre d'exploitations en France, qui doit importer de plus en plus pour répondre aux besoins des consommateurs³.

Avant de s'engager sur ce projet présenté aujourd'hui, CORFU SOLAIRE a étudié les possibilités foncières aux alentours de Vaumas, et particulièrement les **fonciers dégradés**⁴, qui représentent des terrains prioritaires.

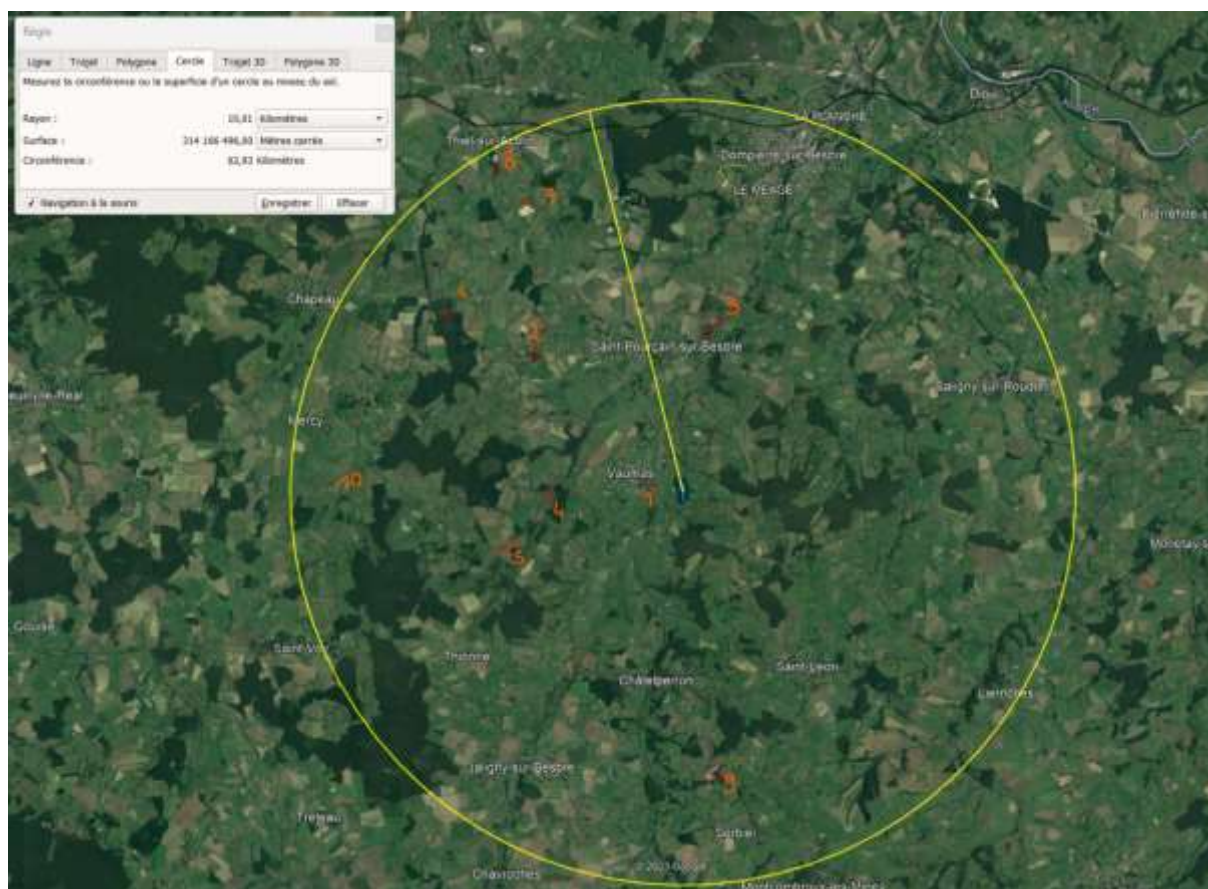
En page suivante, une synthèse de l'analyse territoriale menée sur un rayon de 10km autour du site sélectionné :

³ Production ovine en France : le défi du renouvellement de génération. *Chambres d'Agriculture*. 12 mai 2023. Lien : <https://chambres-agriculture.fr/actualites/toutes-les-actualites/detail-de-lactualite/actualites/production-ovine-en-france-le-defi-du-renouvellement-de-generation/>

⁴ Selon la définition de « cas 3 » qui est faite par les AO PPE : friche industrielle, site pollué, ancienne carrière non remise en état agricole/forestier, ancienne installation de stockage de déchets dangereux, délaissé aérodrome, plan d'eau, ...

Illustration 27 : Analyse territoriale dans un rayon de 10 km autour du site sélectionné

Réalisation : CORFU SOLAIRE



En vert : site retenu pour le projet agrivoltaïque ; En rouge : fonciers étudiés dans l'analyse territoriale

Numéro sur carte – Commune	Type de foncier	Motif de refus
1 – Vaumas	Ancienne décharge communale ISDI (Stockage de Déchets Inertes) 6 000 m ²	Raccordement trop éloigné par rapport à la puissance installable (environ 500 kWc)
2 – Saint-Pourçain sur Besbre	Ancienne carrière 6 ha	Terrain boisé et avec des zones d'eau sur l'emprise : forts enjeux environnementaux et zones humides pressentis
3 – Saint Pourçain sur Besbre	Carrière 14.7 ha	Au nord : carrière encore en exploitation Au sud : terrain en eau au sud et important boisement
4 – Vaumas	Plan d'eau 3.8 ha	Trop petit pour un projet flottant (importantes distances à respecter avec les berges)
5 – Thionne	Ancienne carrière 11.5 ha	Remise en état agricole
6 – Thiel-sur-Acolin	Ancienne carrière d'argile 3.9 ha	Terrain au boisement conséquent
7 – Thiel-sur-Acolin	Ancienne carrière 5.6 ha	Terrain privé, tentatives de contact avec le propriétaire ont échoué
8 – Thiel-sur-Acolin	Ancienne carrière remise en eau 2.1 ha	Trop petit pour un projet flottant (importantes distances à respecter avec les berges)
9 – Châtelperonn	Carrière	Carrière encore en exploitation

	13.3 ha	
10 - Mercy	Ancienne casse-auto 0.7 ha	Terrain trop petit : il n'existe pas à ce jour de prix de revente d'électricité pour ces petits projets

Hormis ces sites, le reste du foncier dans la zone d'étude est quasi-exclusivement du foncier agricole (pas de parking de grande superficie non plus par exemple).

- Vues aériennes des fonciers dégradés non retenus





3		
4		
5		



6		
7		



8	
9	
10	

Pour chaque projet, un équilibre doit être trouvé entre les surcoûts potentiels liés aux contraintes techniques, et la production attendue du parc solaire. Or, pour un projet photovoltaïque au sol certains coûts fixes peuvent rendre des projets de « petite taille » non viables. Par exemple, principalement :

- Les coûts de raccordement, selon la distance entre le site et les lignes HTA ou les postes sources sur lesquels il est possible d'injecter l'électricité produite ;
- Les coûts liés aux fondations, selon la nature du sol (pente, composition, pollution, ...) ;
- Les coûts de pistes et aménagements nécessaires aux Services Départementaux d'Incendie et de Secours (SDIS) ;
- Les coûts de dépollution, si nécessaire, pour des sites pollués.

Afin d'amortir ces coûts, il est souvent nécessaire d'atteindre une taille minimale, liée aux contraintes inhérentes au site.

Dans les terrains présentés ci-dessus, CORFU SOLAIRE n'a pas souhaité aller sur les sites où de forts enjeux écologiques sont présents, afin d'éviter les risques de devoir réaliser des demandes de dérogation d'espèces protégées (DDEP).

En ce qui concerne le terrain aujourd'hui présenté, une étude foncière a été réalisée sur l'ensemble **des parcelles agricoles du jeune propriétaire/exploitant ovin**, moteur dans la réalisation de ce projet.

Le projet étant agrivoltaïque, il était important de cerner un terrain pertinent à la fois sur l'aspect photovoltaïque, mais surtout pour l'activité agricole qui restera prioritaire. Voici l'analyse qui ayant abouti à la sélection de ce site (parcelles réparties sur les communes de Vaumas et Thionne) :

Illustration 28 : Analyse du foncier à Vaumas

Réalisation : CORFU SOLAIRE



○ : ferme de l'exploitant agricole
 --- : Parcelles appartenant à l'exploitant agricole
 --- : Parcelles retenues pour le projet photovoltaïque

Illustration 29 : Analyse du foncier à Thionne

Réalisation : CORFU SOLAIRE



- **Aspect praticité pour l'exploitant**

Le propriétaire/exploitant a demandé à CORFU SOLAIRE dans le cadre du projet photovoltaïque d'installer une protection anti-loups : ainsi la majorité de ses moutons seront mis dans cet enclos les nuits et déplacés au matin. Le terrain retenu étant juste à côté de sa ferme, il sera plus facile pour l'éleveur de surveiller ses moutons mais aussi de les nourrir.

Les parcelles sur la commune de Thionne ont donc été écartées, ainsi que celles sur Vaumas en bordure de la D480.

- **Aspect agricole**

L'éleveur possède dans son exploitation des ovins et des bovins (les bovins représentant une minime partie de son exploitation : cf partie « 4.2.5 Caractéristiques de l'exploitation agricole concernée par le projet » de l'EPA).

D'un point de vue compatibilité des activités, il était préférable de retenir des parcelles accueillant des moutons plutôt que des vaches.

De plus, les parcelles retenues pour le projet sont parmi celles avec le moins bon rendement agronomique de sol de l'exploitation du propriétaire (Cf **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**) .

- **Aspect co-visibilités**

Le terrain retenu se situe sur une « butte », et le rend ainsi peu visible depuis le centre du village de Vaumas.

Les terrains plus à l'Ouest sont proches du centre de Vaumas, et pour certains en pente vers celui-ci. Ils auraient rendu le projet très visible pour les habitants. Les terrains à l'Ouest de la ferme ont été éliminés.

- **Aspect technique**

Les terrains plus à l'Est sont en très forte pente. Là-aussi, de fortes co-visibilités auraient été créées avec le vallon d'en face, et avec un risque d'éblouissement (terrains en pente vers le Sud).

De plus, il aurait été contraignant techniquement d'y installer des panneaux sans recourir à l'utilisation de béton.

• Aspect hydraulique

Les parcelles jouxtant la rivière Le Trimbalant ont été évitées. Même s'il s'agit d'un petit ruisseau, les enjeux (débordement du cours d'eau, trames vertes et bleues, végétation, ...) y sont plus forts que sur des parcelles éloignées, ou sur une butte.

Une fois la zone pré-identifiée, il a fallu définir avec le propriétaire/exploitant la superficie du projet. Il était important que sa taille soit proportionnée à l'échelle de l'exploitation : 138 ha tout en herbe (cf partie « 4.2.5 Caractéristiques de l'exploitation agricole concernée par le projet » de l'EPA).

La superficie totale retenue pour le projet (12,8 ha) représente un peu moins de 10% de la SAU ce qui semblait cohérent pour le jeune agriculteur, vis-à-vis de l'activité globale de l'exploitation.

Mais aussi, en cas de crainte d'attaque de loups ou de chiens errant certains soirs, il pourra envisager de regrouper l'ensemble de ses ovins dans ce parc à proximité immédiate de sa ferme, facilitant la surveillance (également grâce aux caméras de surveillance de la centrale) et dont les clôtures assureront leur protection.

Une telle superficie de projet agrivoltaïque permet également d'absorber les différents coûts inhérents à la production photovoltaïque.

2. JUSTIFICATION DU PROJET AGRIVOLTAÏQUE SELON L'ARTICLE L 314-36 DU CODE DE L'ENERGIE

Article	Description	Justification
II.	Est considérée comme agrivoltaïque, une <u>installation qui apporte directement à la parcelle agricole au moins l'un des services suivants</u> , en garantissant à un agriculteur actif ou à une exploitation agricole à vocation pédagogique gérée par un établissement relevant du titre Ier du livre VIII du code rural et de la pêche maritime une production agricole significative et un revenu durable en étant issu :	
	1) L'amélioration du potentiel et de l'impact agronomique	Des études sur des projets similaires ont de bons retours ⁵ Cela sera vérifié en phase exploitation du projet, grâce à des suivis agronomiques de sol et zootechniques
	2) L'adaptation au changement climatique	Protection fournie par les panneaux contre les phénomènes de sécheresse de plus en plus fréquents ; mais aussi température un peu plus chaude sous les panneaux en hiver
	3) La protection contre les aléas	Protection pour les ovins par les panneaux en cas de grêle, pluie ou abris ombragés en cas de forte chaleur + contre les prédateurs (chiens errants et loups)
	4) L'amélioration du bien-être animal	Des études sur des projets similaires ont de bons retours ⁶ + cela sera vérifié en phase exploitation du projet, grâce à des suivis agronomiques de sol et zootechniques.
III.	Ne peut pas être considérée comme agrivoltaïque une installation qui porte une atteinte substantielle à l'un des services mentionnés aux 1° à 4° du II ou une atteinte limitée à deux de ces services.	Le projet ne porte pas atteinte à un de ces services

⁵ Dynamique végétale sous l'influence de panneaux photovoltaïques et du pâturage sur deux sites prairiaux pâturés. Etude des effets de juillet 2020 à juin 2021. INRAE, Photosol, JPee. Février 2022.

⁶ Dispositif prairies sentinelles 2021 – CA de la Nièvre - <https://bourgognefranchecomte.chambres-agriculture.fr/publications/la-publication-en-detail/actualites/elevage-dispositif-prairies-sentinelles-2021/>

IV.	Ne peut pas être considérée comme agrivoltaïque une installation qui présente au moins l'une des caractéristiques suivantes :	
	1) Elle ne permet pas à la production agricole d'être l'activité principale de la parcelle agricole ; projet dimensionné par rapport à l'activité agricole	Cf Sélection du site pour le projet de Vaumas en page 54 et Justification des choix de calepinage en page 63
	2) Elle n'est pas réversible	Installation complètement réversible, qui sera démantelée en fin d'exploitation par CORFU SOLAIRE, et à ses frais. Clause d'engagement prévue dans le bail emphytéotique avec le propriétaire

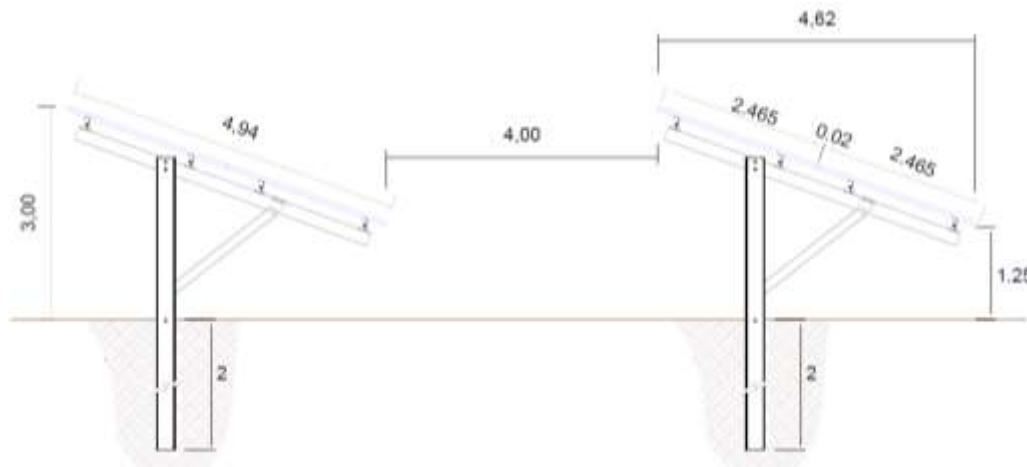
3. JUSTIFICATION DES CHOIX DE CALEPINAGE

• Fondations et hauteur des panneaux

Etant sur terrain agricole, il n'est pas envisageable d'utiliser des fondations nécessitant du béton. Nous avons donc retenu une solution de pieux battus pour les fondations des tables photovoltaïques, ainsi que pour les clôtures.

Sur une partie du terrain (centre-Est), l'étude géotechnique a relevé que la nature du sol nécessitait d'utiliser des fondations en « pieux forés » pour les tables photovoltaïques. Ceci nécessite de recourir à l'utilisation de béton⁷ : cette zone a donc été évitée dans l'implantation de la centrale (cet évitement permettra également de répondre à différentes enjeux écologiques et visuels, ce qui sont détaillés dans les parties dédiées de l'étude d'impacts).

Les fondations des tables photovoltaïques seront une technologie « mono-pieux » (cf figure ci-dessous ou pièce PC3 du dossier de permis de construire) et non « bi-pieux ». Cela permettra, combiné à une hauteur du point bas des panneaux assez haute, à l'exploitant d'utiliser ses différents outils déportés sous les tables



Vue de coupe des tables photovoltaïques retenues (fixe)

Source : CORFU SOLAIRE

Le point bas des panneaux se situe à 1,25m du sol (cf. figure 1 ou pièce PC3 du dossier de permis de construire), contre 0,80m pour une projet photovoltaïque classique. Cet espace permet aux agneaux comme aux moutons de circuler librement dans le parc. L'Idèle préconise une hauteur minimale de 1m, par rapport à laquelle nous avons souhaité prendre une marge, notamment pour s'assurer que l'exploitant puisse circuler aisément avec ses outils déportés sous les panneaux.⁸

⁷ Un préforage utilisant des grains de riz pourrait être une solution alternative pour y installer des fondations. Corfu Solaire a préféré éviter cette zone pour l'implantation de la centrale.

⁸ « En effet, dans certains parcs où les tables étaient trop basses, seuls les agneaux pouvaient passer sous les panneaux, les séparant ainsi de leurs mères et causant une certaine agitation chez les brebis. » - L'agrivoltaïsme appliqué à l'élevage des ruminants. Idèle. Septembre 2021

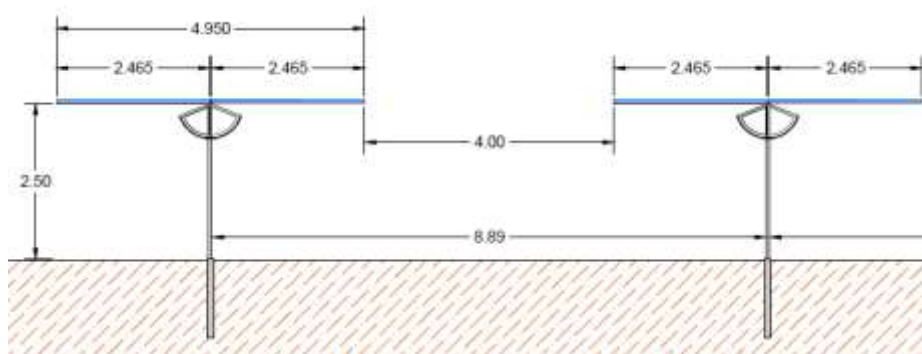
Une telle hauteur, combinée à un espacement assez important entre les panneaux, permet également de garantir à la prairie de recevoir suffisamment de lumière pour se développer⁹.

En conséquence, le point haut des panneaux est de 3m. Les onduleurs présents sur les tables seront attachés au niveau de ce point haut, ce qui permettra de limiter les contacts éventuels avec les moutons.

• Structures

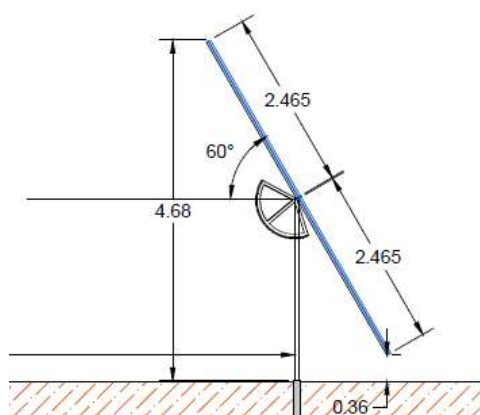
Les structures retenues sont des structures fixes. Il a été envisagé en phase développement de recourir plutôt à des trackers, mais cette solution a finalement été écartée pour différentes raisons :

- Les retours d'expériences soulignent une fréquence de panne moteur relativement importante pour les trackers (*moteur permettant aux panneaux de s'orienter pour suivre la course du soleil*). Ceci nécessiterait des interventions de maintenance plus fréquentes que pour des structures fixes et qui seraient contraignantes pour l'exploitant, notamment vis-à-vis des rotations ovines.
- De plus, pour les structures trackers (avec moteur), il faut faire attention au risque de panne qui peut arriver si de la laine de moutons se prend dedans. Des retours d'expériences¹⁰ préconisent de prévoir au moins 2 tontes par an des moutons pour limiter ce problème. Ceci présentait une contrainte pour l'exploitant qui a été évitée dans l'implantation proposée.
- Les structures de trackers sont plus hautes que celles de structures fixes : lorsque le point bas des panneaux est à 35cm du sol (*position extrême*), le point haut se situe à 4.8m. Ceci limite les possibilités de visibilité de l'exploitant sur son troupeau et induit des visibilités sur le projet beaucoup plus importantes depuis les alentours.
- De plus, plus les structures sont hautes, plus les fondations doivent être profondes et renforcées dans les sols, ce qui aurait rendu complexe ici l'utilisation de pieux battus.
- Les positions extrêmes des trackers (Est le matin, Ouest le soir) auraient pu être source d'éblouissement les habitations des Bousses ou des Monteniens, malgré des aménagement paysagers (trous dans les haies au niveau des portails par exemple) ce qui n'est pas souhaitable.



⁹ Dynamique végétale sous l'influence de panneaux photovoltaïques et du pâturage sur deux sites prairiaux pâturés. Etude des effets de juillet 2020 à juin 2021. INRAE, Photosol, JPee. Février 2022.

¹⁰ Encis Environnement. Analyse de la concurrence entre les parcs photovoltaïques au sol et les autres usages des sols – focus sur les solutions de l'agrivoltaïsme. 24 octobre 2020. Page 38. Disponible sur le lien : https://encis-environnement.fr/sites/default/files/encis/documents/accordeon/RD_Agrivoltaisme_20201024.pdf



*Vue de coupe des structures trackers temporairement envisagées dans le développement du projet
(en haut : position horizontale, en bas : orientation extrême)*

Source : CORFU SOLAIRE

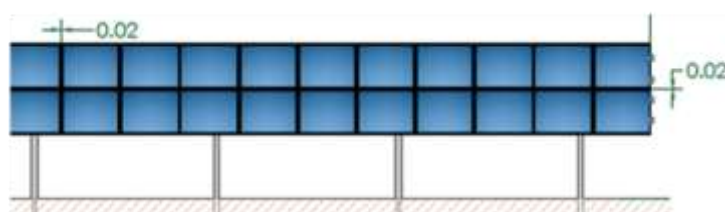
• Espacement des panneaux

Les tables de panneaux sont espacées entre elles de 4m, de bord de panneau à bord de panneau (cf « Vue de coupe des tables photovoltaïques retenues (fixe) » ou pièce PC3 du dossier de permis de construire), contre 2.5m pour des projets photovoltaïques classiques. Cet espacement a été retenu pour sa compatibilité avec les machines agricoles utilisées par le propriétaire/exploitant (cf **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**).

Il correspond également aux préconisations de l'Idéle.

Un espacement de 4m entre les panneaux, combiné à une hauteur assez haute par rapport au sol, permet également de garantir à la prairie de recevoir suffisamment de lumière pour se développer.

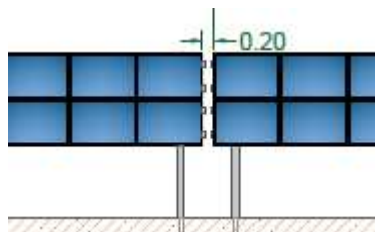
Au sein d'une même table, les panneaux sont espacés de 2cm afin de permettre aux eaux de pluie de s'infiltrer correctement dans le sol et à la prairie sous les tables de recevoir de la lumière (cf. figure ci-dessous ou pièce PC5 du dossier de permis de construire). Habituellement les structuristes proposent un espacement variant de 1 à 2cm, étant sur terrain agricole de prairie, CORFU SOLAIRE a privilégié l'espacement le plus important.



Interstices entre panneaux d'une même table

Source : CORFU SOLAIRE

Entre 2 tables (longue de 13,8 m ou de 27,7m selon les possibilités du site) sur une même rangée, un espacement de 20cm est mis en place (cf figure ci-dessous ou pièce PC5 du dossier de permis de construire), ce qui permet également une meilleure infiltration des eaux de pluie et une meilleure réception de la lumière pour la prairie.



Espacement entre 2 tables d'une même rangée

Source : CORFU SOLAIRE

Il a été conservé une distance minimale de 6m entre les premières rangées de panneaux et :



- Les clôtures extérieures
- Le fossé à l'intérieur du site
- La haie délimitant l'ilot nord et l'ilot central.

Ceci permet à l'exploitant de pouvoir circuler librement sur le site, et de présenter des rayons de braquage suffisamment importants vis-à-vis de ses machines agricoles (cf **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**, et pièce PC3 du dossier de permis de construire).

- **Postes techniques**

Il y a sur ce projet 3 postes techniques (cf pièce PC5 du dossier de permis de construire) :

- 2 postes de transformation (PTR) - 5.3m x 2.9m x 3.6m
- 1 poste combinant poste de transformation et de livraison (PTR-PDL) - 6.5m x 3.1m x 3.6m

Leurs fondations seront constituées de lit de sable.

Pour faciliter leur insertion paysagère, nous avons retenu comme couleur la RAL 7006 préconisée par l'UDAP.

Pour le poste en périphérie de site (les 2 autres sont au centre du parc solaire), nous installerons une toiture s'inspirant des toitures deux pentes en tuiles plates (rouge foncé) du bâti vernaculaire.

- **Clôture**

Le propriétaire/exploitant nous a demandé que cette clôture remplisse une fonction de protection contre les loups et chiens errants, les attaques étant de plus en plus fréquentes dans les alentours¹¹. Nous nous sommes rapprochés du syndicat ovin départemental afin de connaître les caractéristiques d'une telle clôture :

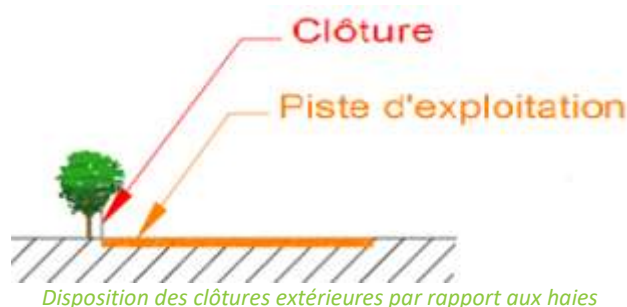
- Clôture rigide
- Haute d'environ 2m
- Qui suive la topographie du sol
- Surveillance régulière pour s'assurer que la clôture reste en place.

Les fondations de cette clôture seront en pieux battus.

La clôture sera installée à l'intérieur du parc par rapport aux haies (cf figure 5). Le propriétaire exploitant ne souhaite pas aujourd'hui modifier ses habitudes de rotation pour passer à du pâturage tournant dynamique, beaucoup plus contraignant et chronophage. Néanmoins une telle disposition de la clôture par rapport à la haie lui permettra, s'il change d'avis, de pouvoir installer des clôtures mobiles en utilisant cette clôture externe.

¹¹ Saône-et-Loire : la présence du loup confirmée par une photo à Dompierre-les-Ormes, près de Cluny. *France Bleu Bourgogne*. 18 avril 2023. Article disponible ici : <https://www.francebleu.fr/infos/agriculture-peche/bourgogne-la-presence-du-loup-confirnee-par-une-photo-a-dompierre-les-ormes-dans-le-clunyois-1408430>

Un troupeau de brebis décimé par une attaque de chiens errants dans l'Allier. *La Montagne*. 25 mai 2023. Article disponible ici : <https://www.lamontagne.fr/lalizolle-03450/actualites/un-troupeau-de-brebis-decime-par-une-attaque-de-chiens-errants-dans-l-allier-14315460/>



Les haies seront renforcées et un entretien moins fort sera réalisé : les haies atteindront une hauteur d'environ 2m et pourront être complétées par endroit de chênes isolés (également un élément typique du paysage).

Il n'y aura pas d'espace entre la clôture et la haie, ceci permettra :

- De complexifier le passage du loup si celui-ci cherche à entrer dans le parc
- De ne pas rogner sur l'emprise foncière disponible pour les moutons.

Le propriétaire exploitant, avec qui il sera établi un contrat d'entretien du site et notamment des haies confirme que cette implantation ne présentera pas un entretien complexe pour les haies.

Une telle disposition permet également de dissimuler visuellement la clôture pour des questions d'insertion paysagère.

Concernant les points d'accès au site, les accès actuels seront maintenus afin de conserver les habitudes de l'exploitant en place (les portails seront néanmoins changés pour correspondre aux règles de sécurité attendues par le SDIS¹² et les assurances de la centrale photovoltaïque).

• Prise en compte des recommandations du SDIS

Les différentes recommandations du SDIS03 (Cf **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**) seront suivies, notamment des pistes de circulation larges de 5m qui seront créées dans l'emprise du parc solaire afin de permettre d'atteindre à moins de 100m tous points des divers aménagements. En cas de piste de plus de 60m en impasse, des aires de retournement seront créées.

Volontairement les pistes créées ne sont pas périphériques afin de limiter leur superficie et de maintenir la plus grande surface possible en prairie. Leur disposition et composition a également été pensée afin d'être compatibles avec les zones humides pédologiques recensées (pistes perméables, cf « **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** », en page **Erreur ! Signet non défini.**).

4. HISTORIQUE DES DIFFERENTS PLANS DE CALEPINAGE

Version	Puissance	Taux de recouvrement	Description	Remarques
1	15,5 MWc	54 %	○ Structures fixes bi-pieux ○ Ecart inter-tables : 2.5m (de bord de panneau à bord de panneau) ○ Pieux battus ○ Hauteur minimale : 1.25m // maximale : 3m ○ Interstice entre 2 panneaux d'une même table : 1 cm	Plan présentant la puissance maximale installable (<i>optimisation de la production électrique</i>) : non viable pour un projet agrivoltaïque, mais donnant une idée maximisée de ce qui serait possible
2	13,9 MWc	49 %	<u>Environnement / agricole</u> ○ Evitement des haies (environ 1 200 m2) et fossé (environ 375 m2) présent sur le site ○ Evitement du bois au sud-est (environ 350 m2)	Espacement entre les panneaux trop étroit selon les retours d'expériences sur la pousse des prairies et l'élevage ovin sous panneaux

¹² SDIS : Service Départemental d'Incendie et de Secours

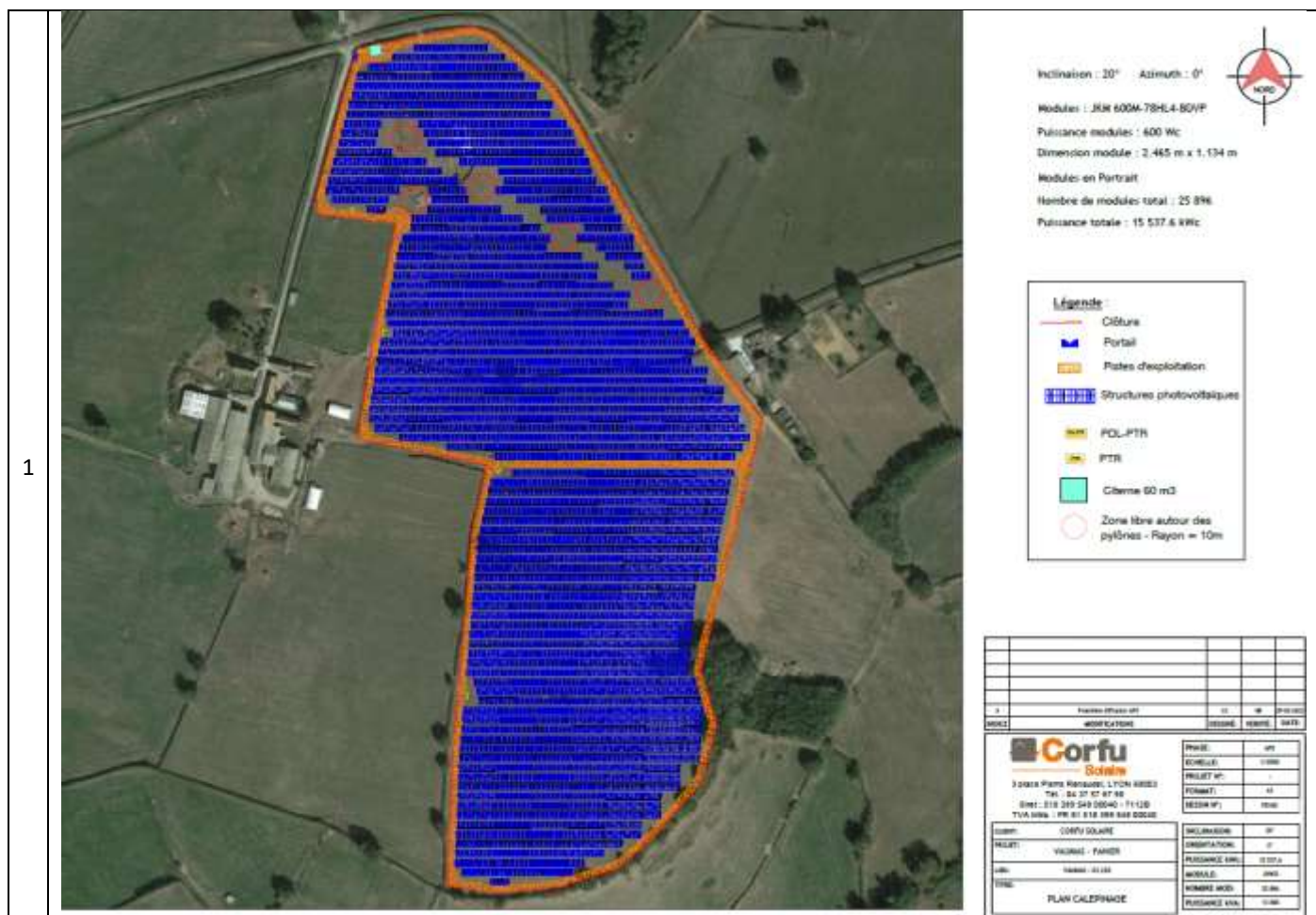
			○ Evitement de l'excavation au nord du site et d'une voie d'accès (environ 4 800 m2) <u>Technique</u> ○ Structures fixes bi-pieux ○ Ecart inter-tables : 2.5m (de bord de panneau à bord de panneau) ○ Pieux battus ○ Hauteur minimale : 1.25m // maximale : 3m ○ Interstice entre 2 panneaux d'une même table : 1 cm	Difficultés pour circuler avec les véhicules et outils agricoles utilisés par l'exploitant
3	11,4 MWc	43 %	<u>Agricole</u> ○ Davantage d'espace entre les fondations pour les ovins ou le passage de véhicules agricole ○ Panneaux rarement en position extrême (point bas à 35cm du sol ; point haut à 4.6m) : hauteur du point bas convenable pour les ovins en journée <u>Technique</u> ○ Structures tracker ○ 2.5m entre panneaux à plat (soit 6,95 m entre 2 poteaux) ○ Pieux-battus ○ Hauteur minimale (en position extrême) : 0.5m // maximale : 4.8m ○ Interstice entre 2 panneaux d'une même table : 1 cm	Fréquence de panne moteur élevée pour les tracker : nécessite des passages fréquents sur site pour la maintenance ce qui est dérangeant pour l'exploitation ovine Insertion paysagère plus difficile que pour des structures fixes (point haut à presque 5m) La clôture séparant l'ilot sud et l'ilot central pour le pâturage tournant est à conserver (demande de l'exploitant)
4	10,7 MWc	38 %	<u>Agricole</u> Conservation des différents accès agricoles actuels Intégration des préconisations de l'Idèle <u>Environnement</u> ○ Adaptation au diagnostic zones humides (ZH) : - Evitement des ZH végétatives (qqes m2) ; - Mesures d'évitement + réduction pour ZH pédologiques : réduire surface piste lourde et donc déplacer postes techniques, réduire surface pistes légères ○ Interstice entre 2 panneaux d'une même table : 2 cm <u>Technique</u> ○ Structures fixes bi-pieux ○ Ecart inter-tables : 4m (de bord de panneau à bord de panneau) (environ -20 à 25% de puissance photovoltaïque installée) ○ Pieux battus ○ Hauteur minimale : 1.25m // maximale : 3m	Demande de l'exploitant agricole d'avoir davantage d'espace entre les clôtures et les premiers panneaux afin de pouvoir circuler et tourner avec ses véhicules agricoles + utiliser des fondations mono-pieux
5	11,3 MWc	38 %	<u>Agricole</u> ○ Structures mono-pieux : faciliter passages mécaniques sur site + permettre aux	L'étude géotechnique présente qu'il n'est pas possible d'utiliser des

			moutons d'avoir davantage d'espace entre les fondations ○ Conservation d'une bande en herbe en périphérie du site, autour des haies et du fossé, permettant à l'exploitant de circuler et tourner librement avec ses véhicules agricoles (environ 4 500 m2, sans prendre en compte les pistes de circulation) ○ Rénovation de la clôture entre l'ilot sud et l'ilot central ○ Suppression de quelques tables au nord de l'ilot sud afin de faciliter les déplacements agricoles depuis l'accès ouest (environ 1 500m2) <u>Environnement</u> ○ Evitement d'un chêne mûre au centre-ouest à enjeu exceptionnel (habitat des coléoptères saproxyliques patrimoniaux) (environ 1 100 m2) ○ Evitement de l'excavation au nord (habitat terrestre pour différentes espèces) (mesure combinée à la conservation de l'excavation + ZH végétative) ○ Conservation de bandes en prairies autour des haies pour conserver leurs fonctionnalités écologiques (mesure combinée avec la nécessité pour l'exploitant de conserver une bande minimale de 6m entre les panneaux et les clôtures/haies/fossé du site) <u>Technique</u> ○ Utilisation d'une nouvelle technologie de panneaux (630 Wc et non plus 600 Wc → augmentation de la puissance pour un nombre sensiblement identique de panneaux installés) ○ Prise en compte du relevé topographique ○ Structures fixes mono-pieux ○ Ecart inter-tables : 4m (de bord de panneau à bord de panneau) ○ Pieux battus ○ Hauteur minimale : 1.25m // maximale : 3m	fondations en pieux-battus sur la parie nord-ouest de l'ilot central : Corfu Solaire préfère éviter cette zone (bien que d'autres solutions techniques auraient pu être envisagées, comme du préforage avec grains de riz)
6	10,36 MWc	35 %	<u>Environnement</u> ○ Prise en compte de la contre-expertise du diagnostic zones humides : postes techniques déplacés, pistes repensées ○ Evitement d'une zone en prairie au nord-est de l'ilot central pour conserver ses fonctionnalités écologiques (mesure combinée à contrainte géotechnique)	



			(environ 6 000 m²) + sous les lignes électriques (mesure combinée avec contrainte de servitude) (environ 1 500m²) + à l'est du fossé (mesure combinée avec contrainte SDIS) (environ 2 000 m²) <u>Servitudes</u> ○ Servitude d'un rayon de 3m autour des lignes Enedis présentes sur site : zone évitée au vu de la haute des lignes électriques (environ 1 500m²) (mesure combinée avec enjeu environnemental sur les prairies) ○ SDIS : Déplacement de la piste vis-à-vis des zones humides ne permet pas d'être à moins de 100m des panneaux à l'est du fossé → suppression de quelques tables (mesure combinée avec enjeu environnemental sur les prairies) (environ 2 000 m²) <u>Technique</u> ○ Prise en compte de l'étude géotechnique : zones d'évitement là où les pieux battus ne sont pas possibles (mesure combinée à contrainte environnementale) (environ 6 000 m²) ○ Structures fixes bi-pieux ○ Ecart inter-tables : 4m (de bord de panneau à bord de panneau) ○ Pieux battus ○ Hauteur minimale : 1.25m // maximale : 3m	
--	--	--	--	--

- **Visuels des différents plans de calepinage**



Inclination : 20° Azimuth : 0°

Modules : JRM 600M-70-E4-B0VF

Pulsance modules : 600 Wc

Dimension module : 2.465 m x 1.134 m

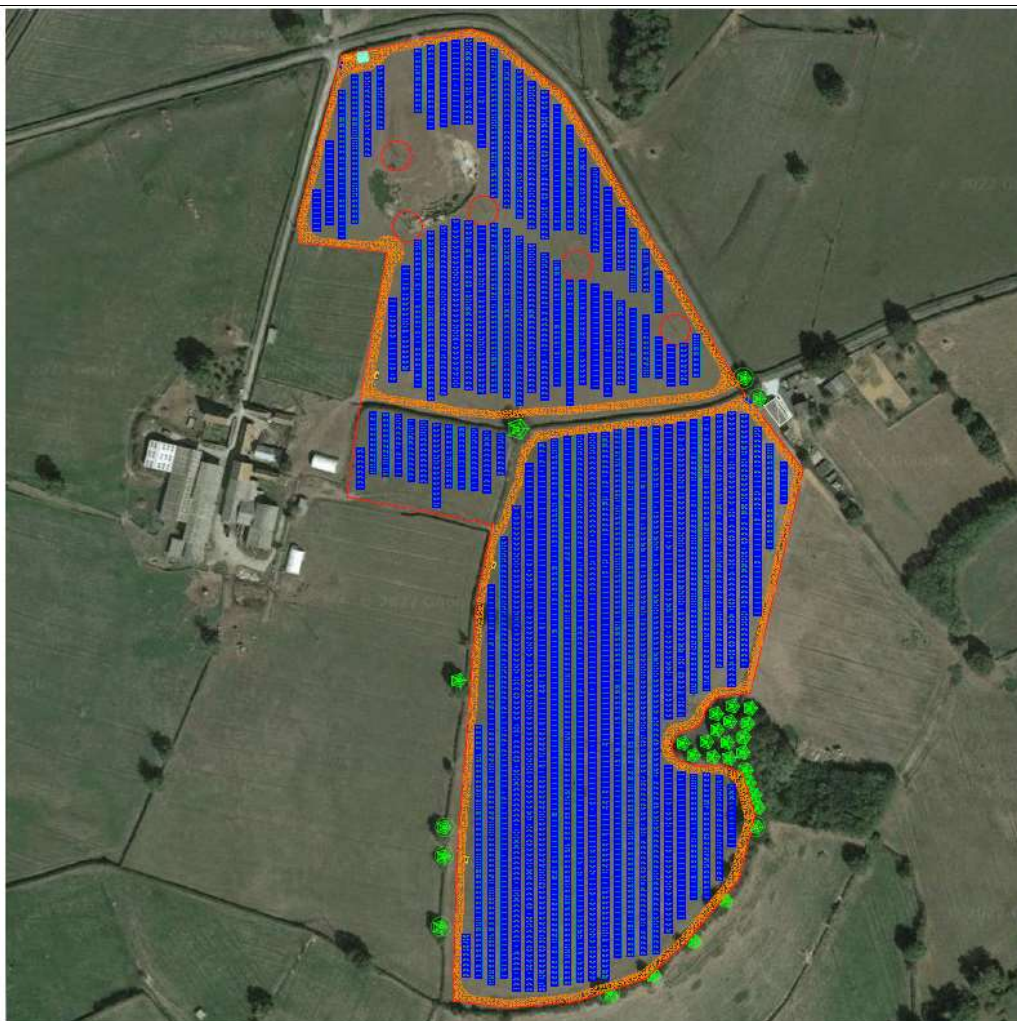
Modulares im Porträt

Nombre de modules total : 23 184

Pulsance totale : 13 910,4 kWh

[illegible]

3



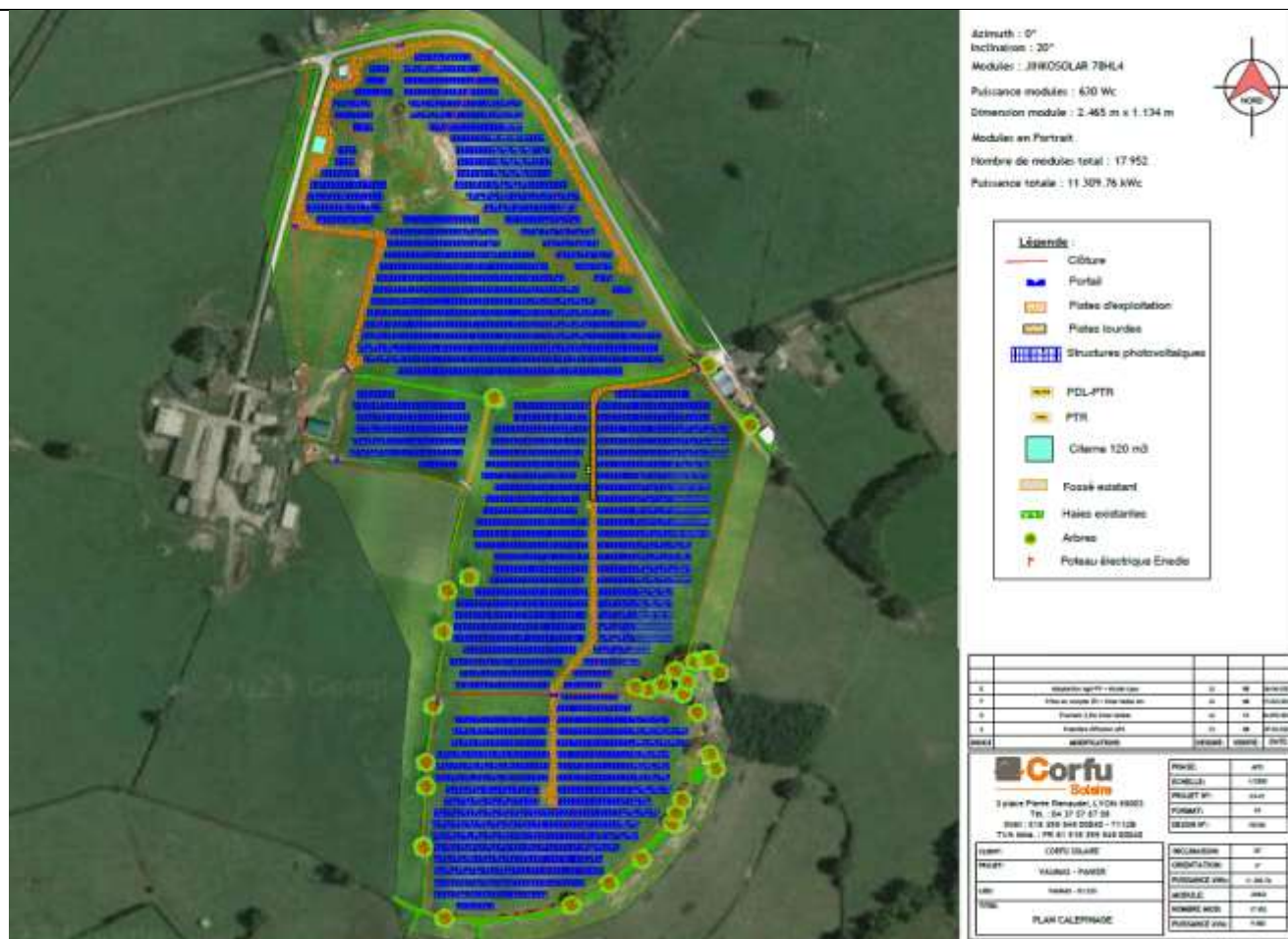
Modules : JKM 600M-78HL4-BDVP
 Puissance modules : 600 Wc
 Dimension module : 2.465 m x 1.134 m
 Modules en Portrait
 Nombre de modules total : 19 056
 Puissance totale : 11 433.6 kWc

Légende :

	Clôture
	Portail
	Pistes d'exploitation
	Structures photovoltaïques
	PDL-PTR
	PTR
	Citerne 60 m3
	Zone libre autour des pylônes - Rayon = 10m

D	Traciers 1,5m Inter-rallées	LI
A	Prevision d'irradiation KPS	CS
INDICE	MODIFICATIONS	DESIGNÉ
3 place Pierre Renaudel, LYON 69003 Tél. : 04 37 57 87 90 Siret : 518 399 548 00040 - 7112B TVA Intra. : FR 81 518 399 548 00040		
CLIENT:	CORFU SOLAIRE	PHASE:
PROJET:	VAUMAS - PANIER	ECHELLE:
LIEU:	VAUMAS - 03 220	PROJET N°:
TITRE:	PLAN CALEPINAGE	FORMAT:
		DESIGN N°:
		INCLINAISON:
		ORIENTATION:
		PUISSANCE KWc
		MODULE:
		NOMBRE MOD:
		PUISSANCE KWc







6



Azimut : 0°
Inclinaison : 20°
Modules : JBRQSOLAR 7B4L4
Puissance module : 630 Wc
Dimension module : 2.485 m x 1.134 m
Modules en Portrait
Nombre de modules total : 16 440
Puissance totale : 10 357.2 kWc



Légende :	
	Célture
	Portail
	Routes d'exploitation
	Routes lourdes
	Structures photovoltaïques
	PDL-PTR
	PTR
	Crénel 120 m2
	Fossés existants
	Haies existantes
	Arbres
	Poteau électrique Enedis

1	Données plan de site	12	18	12/01/2020
2	Validation plan de site	13	18	12/01/2020
3	Plan de site final	14	18	12/01/2020
4	Travaux de construction	15	18	12/01/2020
5	Travaux de finition	16	18	12/01/2020
6	Travaux de mise en service	17	18	12/01/2020
7	Travaux de maintenance	18	18	12/01/2020

Corfu Solaire		PROJET :	401
3 place Pierre Benaud, LYON 69003		SCHEM :	10000
Tel : 04 77 07 07 00		PROJET N° :	0001
Email : 018 289 808 0000 - 11128		FORMAT :	40
TVA intr : FR 67 518 390 542 00043		COORDIN :	10000
CLIENT : CORFU SOLAIRE		REVISION :	01
HEURE : 10000 - 10000		ORIENTATION :	0
DATE : 10000 - 10000		POTENTIAL Wp :	10 357.2
TITRE : PLAN CALENDRIER		MOIS :	10000
		PERIODE (MOIS) :	10 000
		POTENTIAL Wp :	10 000



PARTIE 5 PLAN D'IMPLANTATION ET CARACTERISTIQUES TECHNIQUES

Le présent projet de parc agrivoltaïque, d'une **puissance totale d'environ 10,36 MWc** sera composé de 16 440 panneaux photovoltaïques d'environ 630 Wc unitaire, sur une surface globale clôturée de 12,7 ha.

3 postes de transformation, dont un combiné avec le poste de livraison, répartis au sein du parc, récupéreront le courant continu produit par les panneaux pour le transformer en courant alternatif.

Le **câblage électrique** des panneaux en basse tension jusqu'aux postes de transformation, sera constitué de rangées de panneaux rassemblées en boîtes de jonction.

Un **poste de livraison combiné** se trouvant au Nord-Ouest du site restituera l'électricité produite au réseau ENEDIS.

Un élevage ovin prendra place sous les panneaux.

Les données techniques relatives au parc agrivoltaïque au sol sont synthétisées dans le tableau ci-dessous.

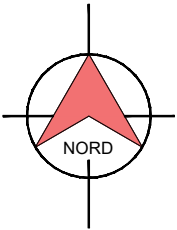
Le plan de masse de l'installation est présenté en page 79.

Installation photovoltaïque	<i>Puissance de l'installation</i>	10,36 MWc
	<i>Surface disponible</i>	12,7 ha
	<i>Clôture</i>	1 832 ml
Modules	<i>Type</i>	JKMN610-630N-78HL4
	<i>Nombre</i>	16440
	<i>Dimensions</i>	2,465mx1,134m
	<i>Inclinaison</i>	20°
Support et fixation	<i>Technique</i>	Fixe
	<i>Fondation</i>	Pieux battus
	<i>Espace inter-rangée</i>	4 m
	<i>Hauteur au point haut</i>	3 m
	<i>Hauteur au point bas</i>	1,25 m
Poste de transformation	<i>Nombre</i>	3 dont un combiné
	<i>Hauteur</i>	3,6 m
	<i>Surface au sol</i>	15,5 m ²
Poste de livraison combiné	<i>Nombre</i>	1
	<i>Hauteur</i>	3,6 m
	<i>Surface au sol</i>	20,2 m ²
Voies d'accès	<i>Type de piste</i>	Lourdes et légères
	<i>Revêtement</i>	Géotextile + GNT
	<i>Largeur</i>	5 m
	<i>Longueur</i>	Pistes légères : 900 ml Pistes lourdes : 140 ml
Citerne	<i>Nombre</i>	2
	<i>Volume</i>	60 m ³



Caractéristiques du projet agricole	Type de culture/élevage Entretien	Pâturage ovin et ponctuellement, passage mécanique
--	--------------------------------------	--

Remarque : pour une installation photovoltaïque, on parle d'une « puissance crête » exprimée en Watt crête (Wc). C'est une donnée normative utilisée pour caractériser les cellules et modules photovoltaïques. Elle correspond à la puissance que peut délivrer une cellule, un module ou un champ sous des conditions optimales et standardisées d'ensoleillement (1000 W/m²) et de température (25°C).



Légende :

- Clôture
- Portail
- Pistes d'exploitation
- Structures photovoltaïques
- PDL-PTR
- PTR
- Citerne 60 m3
- Fossé existant
- Haies existantes
- Arbres
- Poteau électrique Enedis

INDICE	DESCRITPION	DESIGNED	VERFIE	DATE
INDICE	DESCRITPION	DESIGNED	VERFIE	DATE
H	Prise en compte nouvelles ZH	LS	ND	03-10-2023
INDICE	MODIFICATIONS	DESSINÉ:	VERIFIÉ:	DATE:

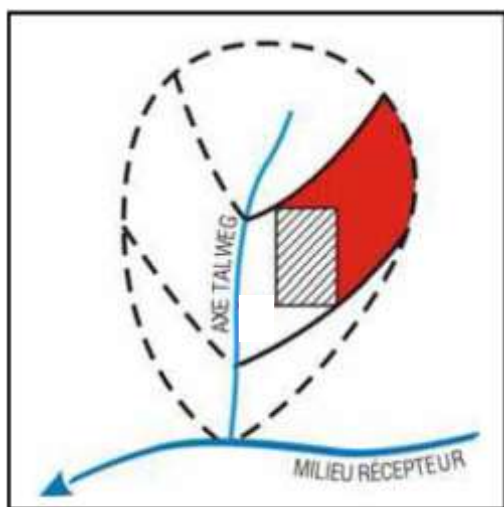
 terre et lac solaire 10, Cours de Verdun Rambaud 69002 LYON Tél. : 04 37 57 87 98 Siret : 518 399 548 00065	Client: CORFU	Projet n°: 03-01	Modules: JINKO 78HL4	Nombre de modules total: 16 440	Inclinaison: 20°	
	Projet: VAUMAS	Titre: PE100 Plan de Calepinage	Dimensions: 2.465 m x 1.134 m	Puissance totale KWc: 10 357.2	Azimut: 0°	
	Lieu: Vaumas - 03 220	Phase : APD	Puissance modules: 630 Wc	Puissance kVA: 9 100	Echelle: 1/2 500°	Format: A3

PARTIE 6 DETERMINATION DU BASSIN VERSANT INTERCEPTE ET DU DEBIT DE FUITE

I. DEFINITION DU BASSIN VERSANT INTERCEPTE

Le bassin versant intercepté est l'espace drainé par un projet. L'ensemble des eaux tombant dans cette zone, converge vers un même point, représenté ici par le projet de parc agrivoltaïque de Vaumas. Le bassin versant intercepté est défini par des lignes de partage des eaux correspondant le plus souvent aux lignes de crêtes.

L'implantation du parc agrivoltaïque n'interfère pas avec l'axe d'écoulement des eaux des cours d'eau aux alentours. Le bassin versant intercepté par le projet sera donc étudié de la façon suivante :



Esquisse BV intercepté pour un projet type

Source : Doctrines d'eaux pluviales de divers DDT

La surface desservie est constituée de :

- La surface projet (hachurée) ;
- La surface du bassin versant naturel (en rouge) dont les eaux de ruissellement sont interceptées par l'opération.

Le projet de parc agrivoltaïque des Monteniers intercepte les eaux pluviales.

Les abords du site d'étude présentent une **topographie plane** avec la **présence d'un cours d'eau permanent à proximité de la limite Sud du projet**. **Le projet est situé sur un point haut.**

Bassin versant intercepté par le projet de parc agrivoltaïque :

Les **altitudes du bassin versant intercepté** varient ainsi de 260 à 279 m NGF. La pente moyenne est de l'ordre de 3 %.

Selon les tests PASK réalisés, la perméabilité du terrain est faible, les ruissellements peuvent donc être importants sur le site.

Le bassin versant est défini par :

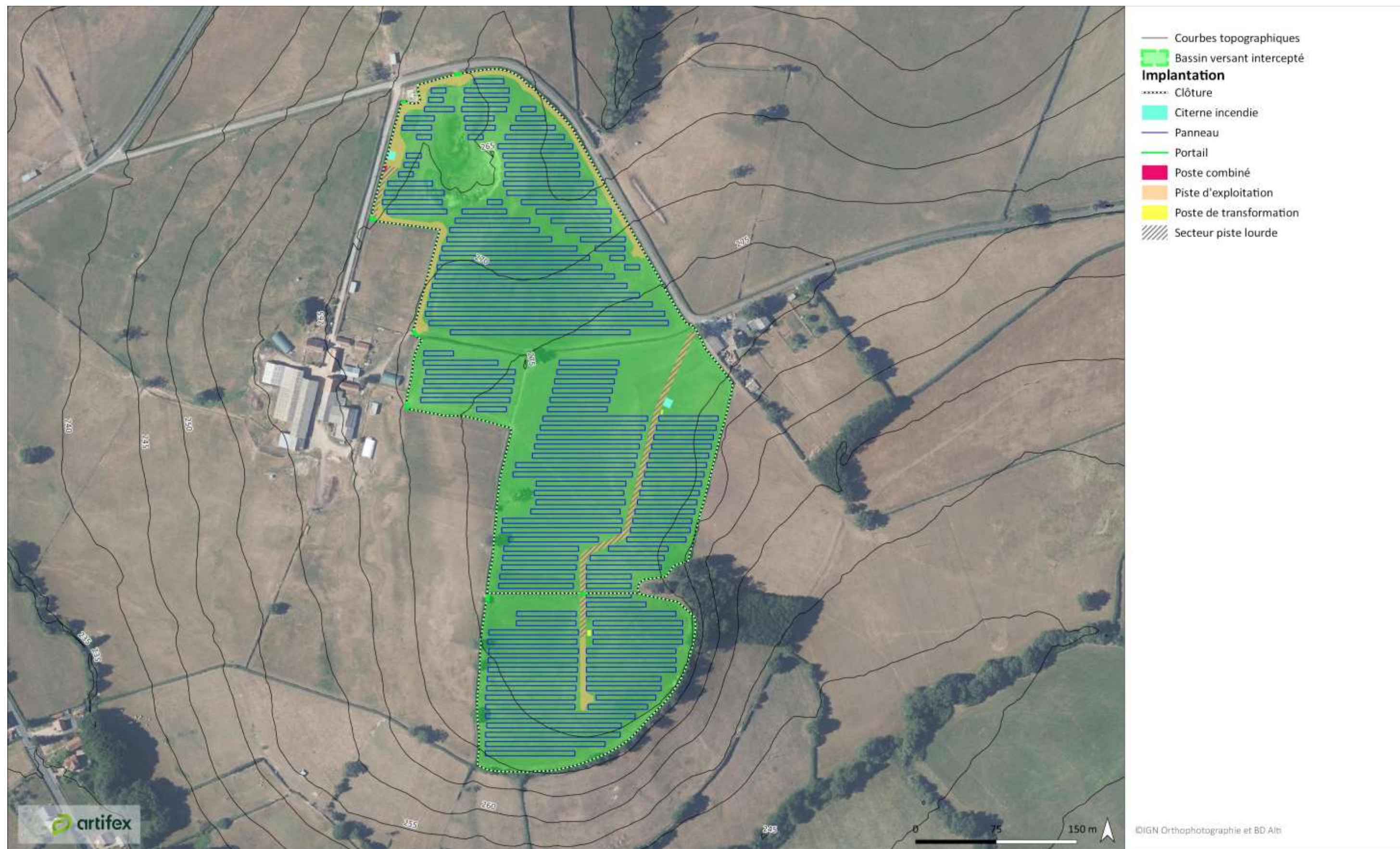
- Un point haut à 279 m ;
- Une pente moyenne de 3 % ;
- Un point bas à 260 m.

Le bassin versant intercepté additionné à la surface du projet est de 127 237 m² soit 12,7 ha.

L'illustration en page suivante présente la délimitation du bassin versant intercepté par le projet.

Illustration 31 : Bassin versant intercepté par le projet

Source : Corfu Solaire ; Réalisation : Artifex, 2023



II. CALCUL DU DEBIT DE POINTE

L'analyse des ruissellements a été réalisée à l'échelle du bassin versant intercepté par le projet. Pour rappel, les zones d'implantation choisies sont placées sur des zones quasi plane (1% zone Ouest / 2 % zone Est). Entre ces deux zones d'implantation, une marche topographique est présente d'environ 15 mètres représentant les terrasses alluviales de l'Arize. Ce talus sera entièrement conservé et aucune intervention n'y aura lieu afin de préserver les zones humides identifiées, ne pas modifier le régime des écoulements dans un secteur en pente augmentant les vitesses et diminuer largement le risque d'érosion.

La méthodologie suivante permet d'identifier les coefficients de ruissellement à l'état initial, en phase chantier, et en phase d'exploitation afin de comparer le débit de pointe de chaque phase. Ainsi, l'impact du projet sur les ruissellements pourront être identifiés. Celui-ci sera évalué sur l'ensemble du bassin versant concerné en fonction de l'occupation des sols.

Nous nous appuyerons également sur la doctrine eaux pluviales du département.

La doctrine eaux pluviales est un guide permettant le cadrage et l'aide pour l'élaboration des dossiers Loi sur l'Eau dans divers départements dans le cas des opérations d'urbanisation ou d'aménagements soumis à procédure de déclaration ou d'autorisation au titre de la rubrique 2.1.5.0 "rejet d'eaux pluviales".

Dans cette analyse hydraulique, nous utiliserons une période de retour de dix ans, afin de déterminer le débit de pointe du site à l'état initial, avant aménagement. De plus, le niveau de protection défini pour les zones rurales suit une pluie décennale.

Les coefficients de ruissellement ont été définis à l'aide du tableau BOURRIER, de nos connaissances et de la doctrine eau pluviale :

Illustration 32 : Coefficient de ruissellement en fonction de l'utilisation des sols, du relief et de la nature des terrains

Source : BOURRIER, 1997 modifié

Occupation des sols	Morphologie	Pente (%)	Terrain sableux à crayeux	Terrain limoneux à argileux	Terrain argileux compact
Bois	Plat	< 1	0,01	0,01	0,06
	Moyen	1 à 5	0,03	0,10	0,15
	Ondulé	> 5	0,05	0,15	0,20
Pâturage	Plat	< 1	0,02	0,05	0,10
	Moyen	1 à 5	0,08	0,15	0,20
	Ondulé	> 5	0,10	0,28	0,30
Culture	Plat	< 1	0,05	0,10	0,15
	Moyen	1 à 5	0,12	0,25	0,35
	Ondulé	> 5	0,15	0,35	0,45

La pente moyenne du projet augmenté de son bassin versant est de 3 %.

Le coefficient de ruissellement de l'ensemble des installations sera fixé lors des phases chantier et exploitation.

Le temps de concentration est défini comme le temps nécessaire à une particule d'eau pour parcourir le plus long chemin hydraulique depuis la limite du bassin jusqu'à l'exutoire. De nombreuses formules permettent de calculer le temps de concentration sur un bassin versant, ici une moyenne de résultat de cinq formules a été utilisée (Turraza, Ven Te Chow, Kirpich, Passini, Sogreah).

L'intensité de la pluie correspond à une hauteur d'eau par unité de temps pour une période de retour donnée et un espace défini. Elle varie en fonction de la configuration du bassin versant (temps de concentration noté Tc) et des coefficients de Montana (a et b). Elle est calculée par la formule suivante :

$$I(t) = a \times Tc^{(1-b)}$$

La **surface active** d'un projet correspond au produit de sa surface réelle par son coefficient de ruissellement moyen, elle permet d'exprimer les surfaces imperméabilisées (et ses variations en fonction des aménagements réalisés) à l'échelle d'un bassin versant.



1. CALCUL DU DEBIT DE POINTE A L'ETAT INITIAL

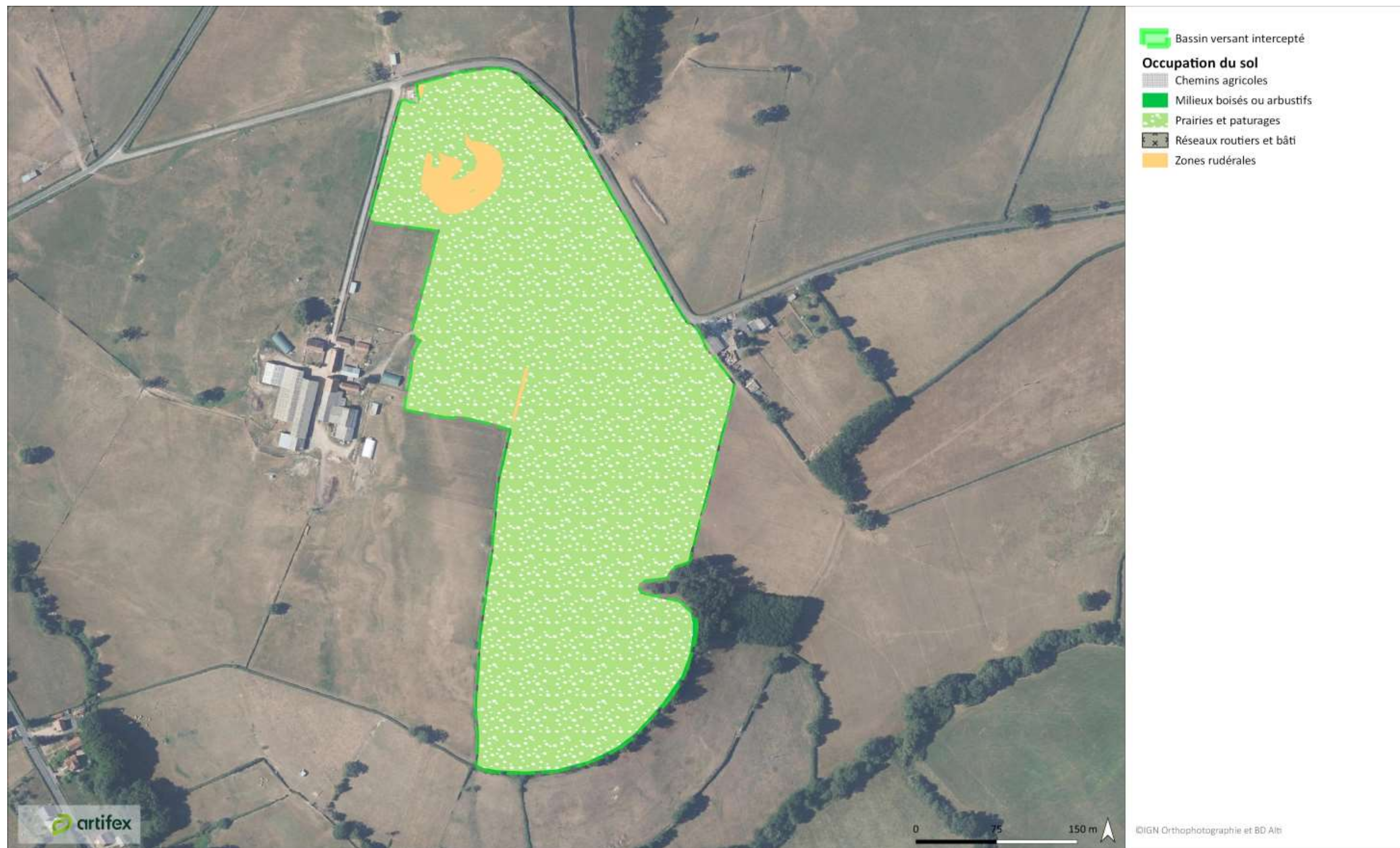
A l'état initial, l'occupation du sol est reprise suivant la cartographie des habitats établie lors du passage sur site.

Le site est occupé principalement par :

- Des pâturages collinéens et des prairies, auxquels un coefficient de ruissellement égal à 0,08 a été attribué. Dans cette zone de pâturages sont inclus quelques arbres isolés et des haies.
- Quelques zones boisées avec un coefficient de ruissellement égal à 0,03 ;
- Des zones rudérales avec un coefficient de ruissellement de 0,12. En effet ces zones sont recouvertes d'une végétation herbacée clairsemée et situées dans une dépression topographique, les eaux météoriques sont donc retenues et ne ruissellent pas ;
- Enfin des milieux anthropiques avec un coefficient de ruissellement de 0,90.

Illustration 33 : Occupation des sols pour les coefficients de ruissellement à l'état initial

Réalisation : ARTIFEX 2023



L'estimation des débits de fuites a été réalisée d'après les coefficients de Montana de La Ferté Hauterive pour un pas de temps de 6min à 6 heures.

A noter que les calculs de débits de fuite sont réalisés en utilisant la méthode rationnelle. Il s'agit du modèle le plus adapté dans le cadre de ce type de projet (surface, implantation). Dans le cadre de cette formule, le temps de concentration doit être évalué. Dans notre méthodologie, nous considérons la moyenne des temps de concentration obtenu sur la base de différentes formules de calcul : Turraza, Ven Te Chow, Kirpich, Passini et Sogreah.

Les résultats obtenus pour le projet augmenté de son bassin versant intercepté sont présentés dans les tableaux suivants :

Etat Initial		
Occupation des sols	Surface (m ²)	Coefficient de ruissellement
Pâturages et prairies	123 326	0,08
Zones rudérales	3 589	0,12
Milieus boisés	292	0,03
Chemins agricoles	5	0,20
Batiments et réseaux routiers	25	0,90
Total / Moyenne	127 237	0,08

Débit de fuite - Etat initial	
Surface	12,7237 ha
Coefficient de ruissellement	0,08
Temps de concentration	13,29 min
Intensité	492,24 mm/h
Résultats	
Débit de fuite	1413 l/s

Ainsi, le coefficient de ruissellement moyen est de 0,08 pour une surface de 127 237 m². Le débit de pointe à l'état initial pour une pluie d'occurrence décennale est estimé à 1 413 l/s.

2. CALCUL DU DEBIT DE POINTE EN PHASE CHANTIER

Lors de la réalisation des travaux, nous considérons pour le calcul du coefficient de ruissellement que la végétation du site aura été coupée et que les aménagements auront été réalisés en simultané.

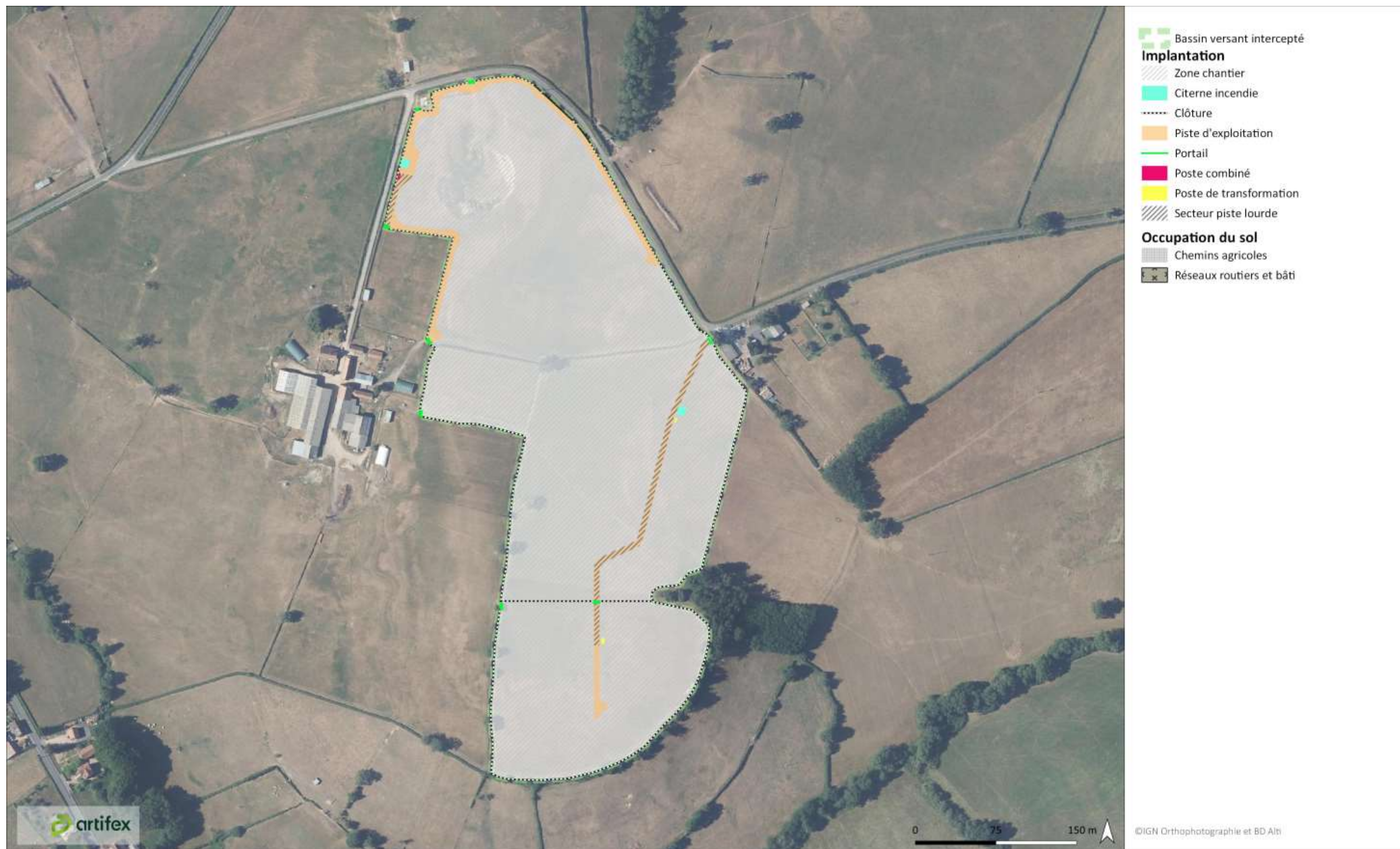
La zone de chantier (correspondant à la prairie du site initial) correspond à l'emprise fauchée pouvant accueillir le matériel nécessaire à l'implantation d'un parc agrivoltaïque. Le couvert végétal sera tout de même sauvegardé. Les arbres et les haies situés sur le site seront totalement conservés et ne seront pas altérés par la phase chantier.

Les postes de transformation, le poste de livraison, les réserves incendie représentent des surfaces imperméabilisées. Leur coefficient de ruissellement est de 0,90.

Les pistes d'accès seront créées en grave. Le type de matériaux utilisé n'est pas considéré comme imperméabilisant. Le coefficient de ruissellement attribué aux pistes est donc de 0,25.

Illustration 34 : Occupation des sols pour les coefficients de ruissellement en phase chantier

Réalisation : ARTIFEX 2023





Les résultats obtenus pour le projet augmenté de son bassin versant intercepté sont présentés dans les tableaux ci-après :

Phase chantier		
Occupation des sols	Surface (m ²)	Coefficient de ruissellement
Zone en travaux	121 236	0,15
Bâtiments et réseaux routiers	25	0,90
Pistes	5 800	0,25
Chemins agricoles	5	0,20
Poste de transformation	31	0,90
Poste combiné	20,2	0,90
Réserve incendie	120	0,90
Total / Moyenne	127 237	0,16

Débit de fuite - Phase chantier	
Surface	12,7237 ha
Coefficient de ruissellement	0,16
Temps de concentration	12,05 min
Intensité	492,24 mm/h
Résultats	
Débit de fuite	2711 l/s

Ainsi, le coefficient de ruissellement moyen est de 0,16 pour une surface de 127 237 m². Le débit de pointe en phase chantier pour une pluie d'occurrence décennale est estimé à 2 711 l/s.

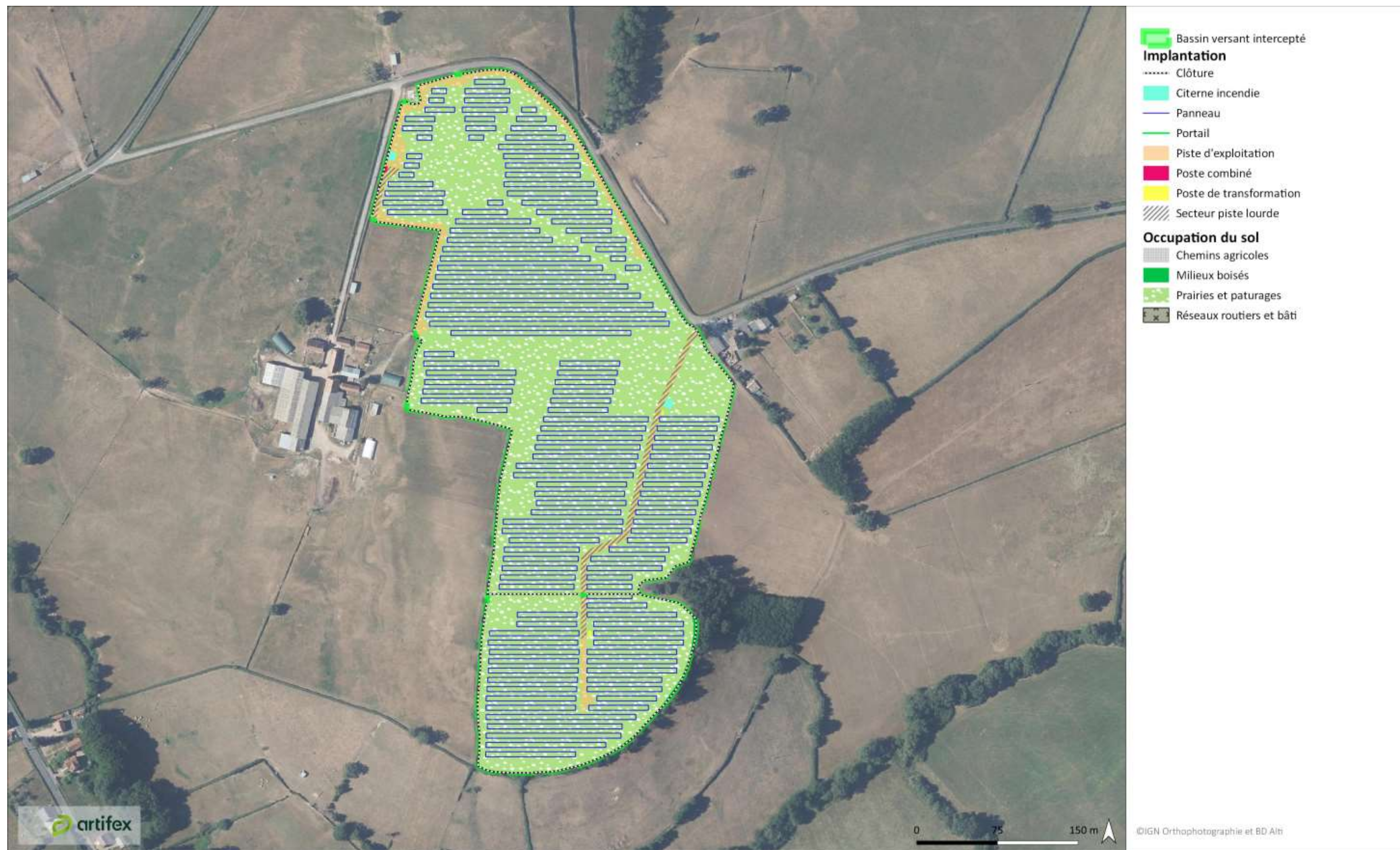
3. CALCUL DU DEBIT DE POINTE EN PHASE D'EXPLOITATION

Lors de la phase d'exploitation, l'ensemble des installations du projet auront été créées. Le pâturage sera maintenu sur l'ensemble du projet. Les zones rudérales seront transformées en zones de pâturages. Les haies et les arbres isolés seront préservés.

L'occupation du sol en phase exploitation est présentée dans l'illustration ci-dessous.

Illustration 35 : Occupation des sols pour les coefficients de ruissellement en phase exploitation

Réalisation : ARTIFEX 2023



Les résultats obtenus pour le projet augmenté de son bassin versant intercepté sont présentés dans les tableaux ci-après :

Phase projeté		
Occupation des sols	Surface (m²)	Coefficient de ruissellement
Pâturage et prairies	120 944	0,08
Bâtiments et réseaux routiers	25	0,90
Milieus boisés	292	0,03
Chemins agricoles	5	0,20
Pistes	5 800	0,25
Poste de transformation	31	0,90
Poste combiné	20,2	0,90
Réserve incendie	120	0,90
Total / Moyenne	127 237	0,09

Débit de fuite - Phase exploitation	
Surface	12,7237 ha
Coefficient de ruissellement	0,09
Temps de concentration	13,10 min
Intensité	492,24 mm/h
Résultats	
Débit de fuite	1548 l/s

Ainsi, le coefficient de ruissellement moyen est de 0,09 pour une surface de 127 237 m². Le débit de pointe à l'état projeté pour une pluie d'occurrence décennale est estimé à 1 548 l/s.

4. CONCLUSION

Paramètre	Etat initial	Phase chantier	Phase exploitation
Surface active (m²)	10329	19813	11312
Coefficient de ruissellement	0,08	0,16	0,09
Débit de fuite (l/s)	1413	2711	1548

Il apparait que la mise en place du parc agrivoltaïque des Monteniers provoque une augmentation du débit de fuite de 10 % entre l'état initial et la phase exploitation. Cela est lié à l'imperméabilisation de certaines zones du site d'étude. Les surfaces imperméabilisées représentent une faible proportion du site (0,09% de la surface).

PARTIE 7 ANALYSE DES IMPACTS DU PROJET SUR LE MILIEU

Les modules et leurs supports peuvent constituer un obstacle à l'écoulement des eaux. Selon leurs caractéristiques, il convient d'apprécier s'ils sont de nature à :

- Modifier les écoulements pluviaux et avoir indirectement une action érosive sur le sol ;
- Contribuer à imperméabiliser les sols (selon les systèmes de fixation ou les fondations).

I. SOL

1. MODIFICATION DE L'ÉTAT DE SURFACE DU SOL

1.1. En phase chantier

Dans le cadre de la mise en place du parc agrivoltaïque, la fixation des structures se fera par l'intermédiaire de pieux battus, ancrés dans le sol, système non invasif et ne nécessitant aucun décapage. Ainsi, le sol sous-jacent ne sera pas modifié par l'implantation des structures photovoltaïques et le couvert végétal sera conservé.

Les voies d'accès internes au parc agrivoltaïque seront créées. Elles seront de 2 types :

- **Les pistes légères** auront une emprise de 3 840 m². Elles seront creusées, recouvertes d'un géotextile, puis revêtues de GNT. Ce type de revêtement est perméable. Elles seront larges de 5 m ;
- **Les pistes lourdes**, d'une surface de 1 960 m², seront également revêtues de géotextile et de GNT. Elles conserveront ainsi un caractère perméable.

Les voies de circulation ne seront pas à l'origine d'une imperméabilisation du sol.

Les locaux techniques (1 poste de livraison combiné, 2 postes de transformation) seront réalisés sur une surface totale d'environ 51,2 m², soit environ 0,04 % de la surface clôturée du parc agrivoltaïque.

Des affouillements seront prévus pour les fondations des bâtiments (2 postes de transformation, 1 poste combiné) à une profondeur minimale de 50 cm.

Le passage des câbles enterrés à une profondeur d'environ 80 cm nécessitera la réalisation de tranchées. Les conduites pour le passage des câbles seront ensuite déroulées et recouvertes avec les matériaux extraits ce qui restituera le sol en place.

L'impact du chantier du projet sur l'état de surface du sol est faible (IMP 1).

1.2. En phase exploitation

Une modification de l'état de surface du sol se manifeste par son **érosion**, essentiellement liée à :

- **La topographie** : une topographie plane est propice à une infiltration des eaux, tandis que les modelés présentant des pentes engendrent des ruissellements des eaux météoriques et donc une érosion du sol ;
- **La constitution de la couche supérieure du sol** : un sol recouvert de végétation est moins disposé à être érodé. En effet, la végétation permet de ralentir les ruissellements qui entraînent un déplacement des particules du sol vers les points bas, le long des pentes.

D'autre part, l'écoulement de l'eau à la surface des modules associé à la chute libre de l'eau peut engendrer un **effet « splash »** (érosion d'un sol nu provoqué par l'impact des gouttes d'eau). Ce phénomène s'accompagne d'un déplacement des particules et d'un tassement du sol, à l'origine d'une dégradation très localisée de la structure du sol et de la formation d'une pellicule de battance (légère croûte superficielle). Cet effet disparaît en présence d'une strate de végétation.

Or dans le cas du projet, la topographie locale est favorable à l'écoulement des eaux le long des pentes et l'infiltration en points d'altitudes plus basses, ce qui limitera considérablement la possibilité de la formation d'une pellicule de battance.

En outre, une végétation rase sera maintenue sur l'ensemble de l'emprise du parc via le pâturage ovin, ce qui limite les pressions sur le sol. Des sursemis seront réalisés avant le chantier afin de garantir la présence d'une végétation rase.

Ainsi, l'impact du projet sur l'état de surface du sol durant la phase d'exploitation est faible (IMP 2).

2. IMPERMEABILISATION DU SOL

2.1. Phase de chantier

Dans le cadre de la mise en place du parc agrivoltaïque, les **pistes de circulation**, si elles correspondent à des zones compactées, ne constituent pas de véritables imperméabilisations, le revêtement prévu étant perméable. En effet, les pistes, lourdes et légères ne feront pas l'objet d'un enrobage mais recevront une couche de feutre de géotextile, suivi d'un apport de grave GNT. Ainsi, les eaux météoriques et de ruissellement pourront continuer à passer en grande partie au travers des pistes.

Les pistes de circulation du parc agrivoltaïque ne seront pas à l'origine d'une imperméabilisation du sol.

L'installation des bâtiments techniques sera à l'origine d'une imperméabilisation partielle :

- o **2 postes de transformation** de type préfabriqué seront mis en place, ce qui engendrera une imperméabilisation du sol d'environ 31 m² ;
- o **1 poste combiné (PTR-PDL)**, d'une surface au sol de 20,2 m² sera disposé au Nord-Ouest ;
- o **2 réserves incendie**, d'une surface totale de 120 m², seront placées au Nord-Ouest et à l'Est du site.

La surface imperméabilisée par la mise en place des locaux techniques et des citernes représente **171,2 m²**, soit **environ 0,13 %** de l'emprise totale du parc agrivoltaïque.

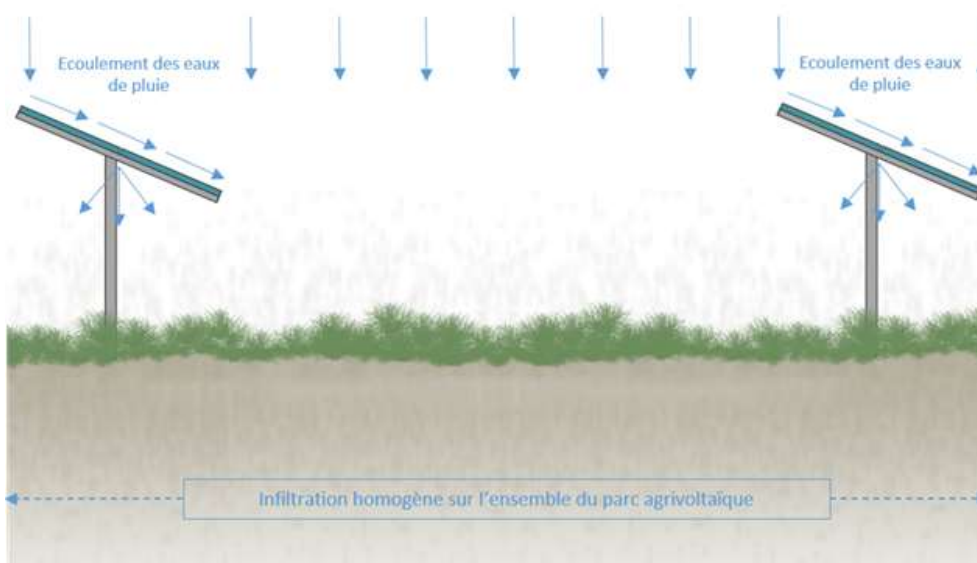
L'impact du projet de parc agrivoltaïque sur l'imperméabilisation du sol est faible en phase chantier (IMP 3).

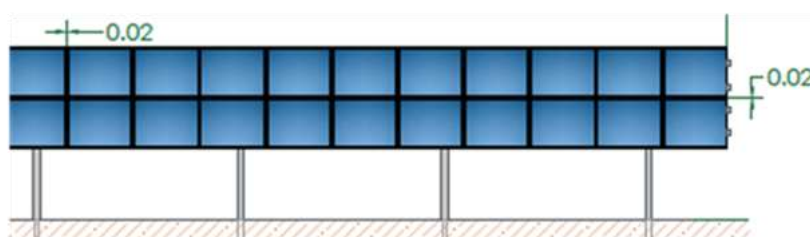
2.2. Phase d'exploitation

Lors de la phase d'exploitation, les panneaux mis en place auront une **surface projetée au sol d'environ 44 175 m²**.

L'exploitation du parc agrivoltaïque n'engendre pas de modification du réseau hydrique car il ne constitue pas une surface imperméabilisée à proprement parler : il s'agit d'une surface aérienne sur laquelle l'eau s'écoule sur les panneaux et passe dans les interstices entre les modules et entre les rangées de panneaux, comme l'illustre le schéma ci-après.

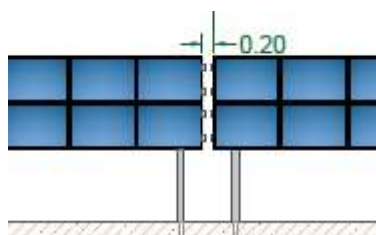
Illustration 36 : Comportement des écoulements des eaux pluviales sur les panneaux photovoltaïques
Réalisation : ARTIFEX 2017





Interstices entre panneaux d'une même table

Source : CORFU SOLAIRE



Espacement entre 2 tables d'une même rangée

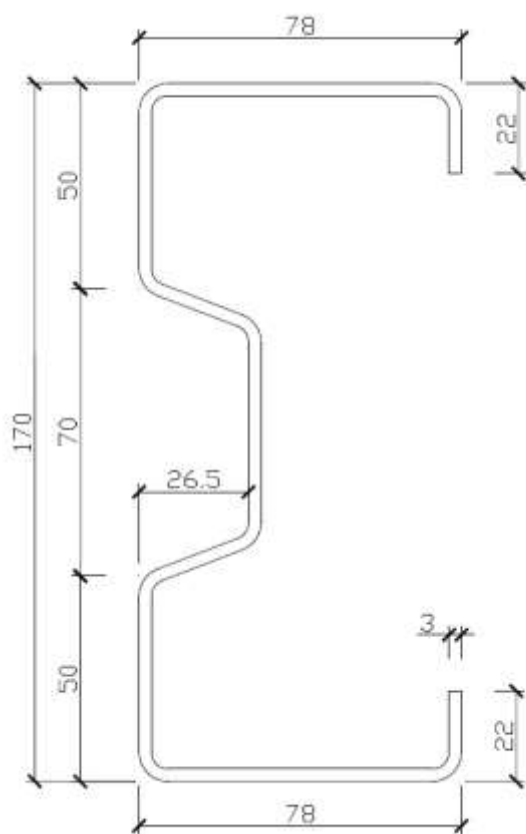
Source : CORFU SOLAIRE

Les panneaux photovoltaïques n'empêchent ni les précipitations, ni le ruissellement, ni l'infiltration des eaux pluviales. En effet, il y a une restitution totale des précipitations, différée de seulement quelques secondes et quelques mètres sur le secteur du parc. **Ainsi, l'alimentation hydrique locale n'est pas altérée.**

Les pieux utilisés pour le parc agrivoltaïque des Monteniers seront creux et auront les dimensions suivantes :

Illustration 37 : Coupe d'un pieu battu

Source : Corfu Solaire



La surface totale des pieux est égale à 0,45 m². Leur impact sera négligeable du fait de la faible surface en contact direct avec le sol.

De plus, d'après les différents retours d'expérience¹³, il a été observé un **développement homogène de la végétation** sous les panneaux sur les installations en cours d'exploitation, ce qui confirme le fait que les panneaux ne sont pas à l'origine d'une imperméabilisation du sol. En sus, une activité de pâturage sera maintenue sur le site en exploitation, ce qui garantira le maintien d'une végétation rase.



Reprise végétale sous les panneaux photovoltaïques

Source : ARTIFEX 2023

Le projet de parc agrivoltaïque n'a pas d'impact sur l'imperméabilisation du sol en phase d'exploitation.

¹³ « L'agrivoltaïsme appliqué à l'élevage des ruminants. Guide à destination des éleveurs et des gestionnaires de centrales photovoltaïques au sol », Institut de l'élevage, 2021

« Co-activité de pâturage avec les parcs photovoltaïques. Fiches techniques de 7 parcs agrivoltaïques d'Arkolia Energies avec l'appui de Solagro. 2019, <https://solagro.org/travaux-et-productions/references/audits-sur-le-paturage-dans-les-parcs-photovoltaïques>

II. EAU

1. IMPACT QUANTITATIF

1.1. En phase chantier

Les impacts quantitatifs du projet sur les eaux superficielles et souterraines sont essentiellement liés à **l'imperméabilisation** du site, ce qui peut empêcher l'infiltration et modifier le régime d'écoulement des eaux.

Lors de la **phase chantier**, l'installation des locaux techniques (2 postes de transformation, 1 poste combiné) et des réserves incendie sera nécessaire, ce qui entraîne une imperméabilisation dérisoire par rapport à la surface totale du site du projet (moins de 1 % du site). Cette surface imperméabilisée ne sera pas à l'origine d'une modification du régime d'écoulement des eaux. De plus, cette surface imperméabilisée n'est pas d'un seul tenant : elle est divisée en 5 entités distantes les unes des autres. La phase chantier est de plus temporaire et son effet sera limité dans le temps.

Un couvert végétal sera sauvegardé durant toute la phase chantier et garanti par des sursemis réalisés avant le début du chantier. Cela limitera les ruissellements.

Au sein du parc, 1 040 m linéaire de pistes vont être créés. Dans la mesure du possible, les pistes lourdes seront créées en GNT sur une épaisseur comprise entre 30 et 50 cm. Les pistes légères seront de GNT compactées sur une profondeur d'environ 30 cm. Des géotextiles pourront être utilisés.

Le caractère perméable de la piste n'entravera pas le régime d'écoulement des eaux.

La mise en place de pistes parallèles à la pente peut générer une **accélération de l'écoulement des eaux** vers les points bas au lieu d'une infiltration naturelle. En effet, le revêtement en graves/concassés des pistes, associé à une forte pente, peut favoriser les ruissellements localisés et le ravinement au niveau des pistes. **Dans le cas du projet agrivoltaïque des Montenières, les pistes sont perpendiculaires à la pente. Cela ne provoquera pas de ravinement et de ruissellement supplémentaire.**

D'autre part, une modification du régime d'écoulement des eaux peut être liée à des travaux sur le sol. Or, aucun terrassement d'envergure pouvant être à l'origine d'une modification de la topographie locale, et donc des écoulements, n'est prévu.

Ainsi, le projet de parc agrivoltaïque a un impact faible (IMP4) sur la modification du régime d'écoulement des eaux.

1.2. En phase exploitation

En ce qui concerne la **phase d'exploitation**, comme décrit dans la partie imperméabilisation du sol, les panneaux photovoltaïques n'étant pas considérés comme une surface imperméabilisée, aucune imperméabilisation supplémentaire n'est envisagée. L'activité de pâturage ovin ainsi que les sursemis effectués sur le site garantissent un couvert végétal sauvegardé sur l'ensemble du parc, ce qui limite les ruissellements. De plus, le fonctionnement hydrologique des zones humides pédologiques sera préservé (cf. APartie 7 III). En effet les pieux et les pistes localisés en zones humides n'auront pas d'impact sur ces zones.

La variation entre l'état initial et la phase d'exploitation est analysée ci-dessous :

Paramètre	Etat initial	Phase exploitation	Variation
Surface active (m²)	10329	11312	10%
Coefficient de ruissellement	0,08	0,09	
Débit de fuite (l/s)	1413	1548	

L'impact sur les eaux est faible. Seuls quelques impacts minimes seront observés à proximité des postes techniques et des citernes incendie. La mise en place d'ouvrages de gestion des eaux pourrait occasionner une dégradation des conditions de ruissellement existantes et une altération des zones humides et de leurs fonctionnalités hydrologiques. Il sera privilégié un mode de gestion des eaux naturel. Le mode de fonctionnement hydrologique actuel fonctionne, aucune trace de ruissellement n'a été identifié. De plus, le caractère agrivoltaïque du projet permet d'avoir la complète sauvegarde du couvert végétal.

2. IMPACT QUALITATIF

2.1. En phase chantier

Les impacts de la phase de chantier sur la qualité des sols et des eaux superficielles et souterraines concernent essentiellement les **pollutions accidentelles** dues au risque de déversement de produits de type huiles ou hydrocarbures. Ce risque peut survenir au niveau du lieu de ravitaillement des engins d'hydrocarbures et au niveau des bacs d'huiles des transformateurs.

Les flux de polluants éventuellement dégagés lors de cette phase seraient minimes et sur une durée réduite. En revanche, des mesures spécifiques devront être adoptées en phase de chantier afin de réduire ces risques de pollution.

L'impact potentiel du chantier sur la qualité des eaux superficielles et souterraines dû à une pollution accidentelle (IMP5) est modéré.

2.2. En phase exploitation

La technologie envisagée ainsi que les divers composants des installations photovoltaïques n'apportent aucun flux polluant et ne renferment aucune substance nocive :

- Les modules sont composés exclusivement de silicium (SiO_2) pur, qui est un composé naturel,
- Les structures en acier de montage au sol sont inoxydables.

Ainsi, les seules sources polluantes sont identifiées au niveau des bacs d'huile des transformateurs, qui sont équipés d'un réservoir de rétention permettant de contenir l'ensemble du fluide polluant.

L'activité de pâturage ovin ne sera pas à l'origine d'une pollution des eaux en phase exploitation.

L'impact d'une pollution des eaux et des sols durant la phase d'exploitation du parc agrivoltaïque (IMP6) est faible.

III. ZONE HUMIDE

1. IMPACT DIRECT

1.1. En phase chantier

Aucun terrassement important ne sera réalisé pour la création du parc agrivoltaïque de Vaumas. Seuls les bâtiments techniques nécessiteront des fondations. Les bâtiments concernés sont les suivants :

- **2 postes de transformation** d'une surface unitaire de 15,5 m², soit une surface totale de 31 m². Ils seront implantés hors zones humides.
- **1 poste combiné**, d'une surface de 20,2 m² situé hors zone humide.

Les postes de transformation et de livraison seront livrés préfabriqués par convoi classique. Une étude géotechnique préalable au chantier permettra de déterminer la composition des fondations nécessaires à leur installation.

Au droit de l'emplacement des locaux techniques, la terre sera excavée sur 50 cm. Une couche de gravats (matériaux inertes) sera disposée afin de combler le fond de fouille. Aucune fondation en béton n'est envisagée.

Les deux citernes seront implantées hors zones humides et n'auront pas d'impacts directs.

Les **pistes légères et lourdes** seront larges de 5 m et revêtues d'une couche de feutre de géotextile et de grave concassée de type 0/80 mm sur une épaisseur de 30 à 50 cm. La création des pistes provoquera un tassement du sol mais ne constitue pas une imperméabilisation. Leur impact sera faible.

Des tranchées nécessaires au passage des câbles seront réalisées en zones humides. Plusieurs types de tranchées seront creusées :

- Des tranchées pour les câbles AC entre les onduleurs et les postes : 1048 ml de tranchées AC seront creusées. 422 ml seront situés en zones humides pédologiques. Nous estimons à 50 cm la largeur de ces tranchées. **Ainsi elles altéreront potentiellement 211 m² de zones humides ;**
- Des tranchées HTA entre les postes : 359 ml de tranchées seront situés en zones humides pédologiques. Nous estimons à 50 cm la largeur de ces tranchées. **Ainsi ces tranchées altéreront potentiellement 179 m² de zones humides ;**
- Des tranchées DC entre les tables d'assemblage : La longueur de ces tranchées est estimée à 3 500 ml. La moitié sera située en zones humides, soit 1 750 ml. Ces tranchées auront une largeur estimée à 20 cm. **Elles altéreront potentiellement une surface d'environ 350 m² ;**

Les tranchées seront réalisées à la pelle mécanique, sans dépôt d'un lit de sable ou de gravier.

Les tranchées seront donc à l'origine d'une altération ponctuelle de 740 m². Une mesure de réduction des impacts de ces tranchées est proposée en page 103.

Les tables d'assemblage supportant les panneaux photovoltaïques reposeront sur des pieux battus, ne nécessitant aucun terrassement. Les surfaces de zones humides altérées seront situées au droit des pieux battus supportant les tables d'assemblage. Au total 2 000 pieux seront situés en zones humides. Un pieu fait moins de 1,32 cm² de surface (cf. Illustration 37). Les pieux altéreront une surface de 2 640 cm² **soit 0,264 m²**. Leur impact est faible car ponctuel à l'échelle du site et non d'un bloc. La forme des pieux utilisés peut être amenée à changer au moment de la construction.

La mise en place de la clôture se fera par l'intermédiaire de pieux de maintien au sein des zones humides. Ceux-ci sont peu invasifs et ne modifient pas la structure du sol ni la circulation de l'eau. Leur impact est négligeable.

L'impact du projet de parc agrivoltaïque de Vaumas sur les zones humides est modéré en phase chantier (IMP7).

1.2. En phase exploitation

En phase exploitation, aucun terrassement n'est envisagé.

Les postes de transformation et le poste combiné seront situés hors zones humides.



Les pistes ne seront pas à l'origine d'une altération de zones humides.

Les pieux altéreront une surface maximale de 0,264 m².

En phase exploitation, la clôture périphérique du parc agrivoltaïque n'aura aucune incidence sur les zones humides recensées.

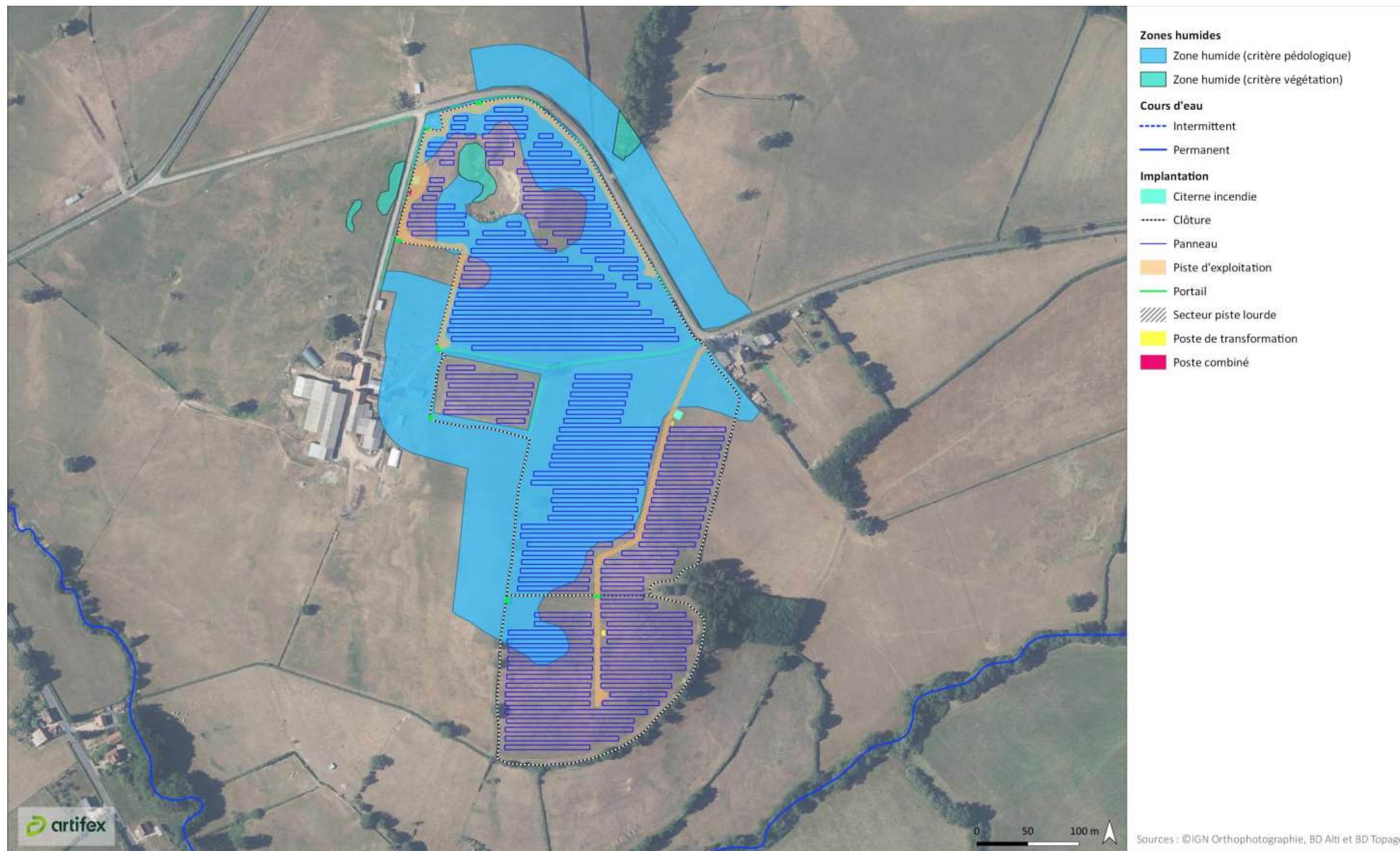
La pente sur le site est de 3% en moyenne et est orientée Sud-Nord. Les pistes sont perpendiculaires à la pente, ne seront pas imperméabilisées et permettront l'infiltration des eaux dans le sol.

L'activité de pâturage ovin peut occasionner un léger tassement du sol, mais ne provoquera pas d'imperméabilisation et n'aura pas d'impacts sur les zones humides.

Au total, moins de **0,264 m²** de zones humides seront soumises à des impacts directs en phase exploitation. **L'impact du parc agrivoltaïque de Vaumas est faible (IMP8).**

Illustration 38 : Implantation du parc en fonction des zones humides

Réalisation : Artifex 2023



1.3. Impact indirect

Les impacts indirects peuvent apparaître lors de la rupture de l'alimentation d'une zone humide.

Dans le cas du projet de parc agrivoltaïque de Vaumas, le site est caractérisé par une topographie relativement plane avec une pente moyenne de 3%, orientée Sud-Nord.

Les zones humides situées dans l'aire d'étude immédiate au Nord sont séparées du projet par des routes et des chemins. Elles seront ainsi préservées de tout impact indirect.

Les zones humides inventoriées sur le site d'étude sont également protégées des impacts indirects. Aucun élément du parc agrivoltaïque ne provoquera de drainage ou de rupture d'alimentation des zones humides.

Il n'y aura aucun impact indirect sur les zones humides du site de Vaumas.

IV.SYNTHESE DES IMPACTS DU PROJET

Domaine d'application	Code	Description	Impact
Sol	IMP1	Modification de l'état de surface du sol en phase chantier	Faible
	IMP2	Modification de l'état de surface du sol en phase d'exploitation	Faible
	IMP3	Imperméabilisation du sol en phase chantier	Faible
Eau	IMP4	Impact quantitatif sur les eaux en phase chantier	Faible
	IMP 5	Impact qualitatif sur les eaux en phase chantier	Modéré
	IMP6	Impact qualitatif sur les eaux en phase d'exploitation	Faible
Zone humide	IMP7	Impact sur les zones humides en phase chantier	Modéré
	IMP8	Impact sur les zones humides en phase d'exploitation	Faible

PARTIE 8 MESURES POUR EVITER, REDUIRE OU COMPENSER LES IMPACTS NEGATIFS DU PROJET SUR LE MILIEU

I. MESURES DE REDUCTION

MR 1 : MISE EN DEFENS DES SECTEURS SENSIBLES

Codification THEMA de la mesure	E1.1b - Évitement des sites à enjeux environnementaux et paysagers majeurs du territoire E1.1c – Redéfinition des caractéristiques du projet en termes d’emplacement E2.1a - Balisage préventif divers ou mise en défens				
Thématique environnementale	Milieux naturels	Paysage	Milieu physique	Milieu humain	Risques
	-	-	Zones humides	-	-
Phase de mise en place de la mesure	Phase chantier		Phase d’exploitation		

Objectif à atteindre

Planter le parc photovoltaïque dans les secteurs les moins sensibles vis-à-vis des zones humides.

Eviter les impacts éventuels de la phase chantier sur les zones humides.

Description et mise en œuvre

Les zones humides ont été prise en compte lors de l’élaboration du plan d’implantation du parc agrivoltaïque afin d’éviter ces **zones à enjeu** présentant une attractivité importante pour de multiples espèces.

Pour cela, plusieurs préconisations sont à respecter :

- **Eviter les zones humides déterminées selon le critère floristique** en n’implantant aucun équipement dans ces zones ;
- **Eviter et protéger les zones humides périphériques du projet, situées dans l’aire d’étude immédiate.**
- **Réaliser un plan de circulation approprié** à la phase de chantier : les engins de chantier circuleront exclusivement sur les pistes existantes ou nouvellement créées ;
- **Interdiction stricte de stocker du matériel au droit de ces zones** : le stockage de matériel peut occasionner des dégâts irréversibles sur la flore ;
- **Entreprendre un suivi de chantier environnemental** (Cf. MS 1 : en page 107) : la mise en place de ce suivi environnemental permettra de s’assurer du respect de l’ensemble des mesures préconisées.

Un balisage des zones sensibles présentes dans l’emprise du chantier sera réalisé par un écologue avant le démarrage du chantier.

Sont concernés :

- Les fossés ;
- Le tapis de scirpe des marais, définie comme zone humide.

Un **balisage** sera installé **sur le périmètre de ces zones** pendant toute la durée du chantier. Par expérience et pour la durabilité de cette mise en défens sur toute la durée du chantier, nous recommandons l’utilisation de **chaînette de chantier bi-couleur**, maintenue par des piquets métalliques tous les 5 m environ, idéalement « piquet porte-lanterne ». **L’utilisation de grillage de chantier ou de rubalise est à éviter** (forte dégradation dans le temps, et cela évite de retrouver des plastiques dans les zones sensibles).



Une **signalisation explicite** (panonceaux portant une mention du type « **Protection de zone humide – Accès et dépôt interdit** ») sera également mise en place.



Exemple de balisage avec une chaînette bi-couleur

Photo : David Delberghe, ARTIFEX

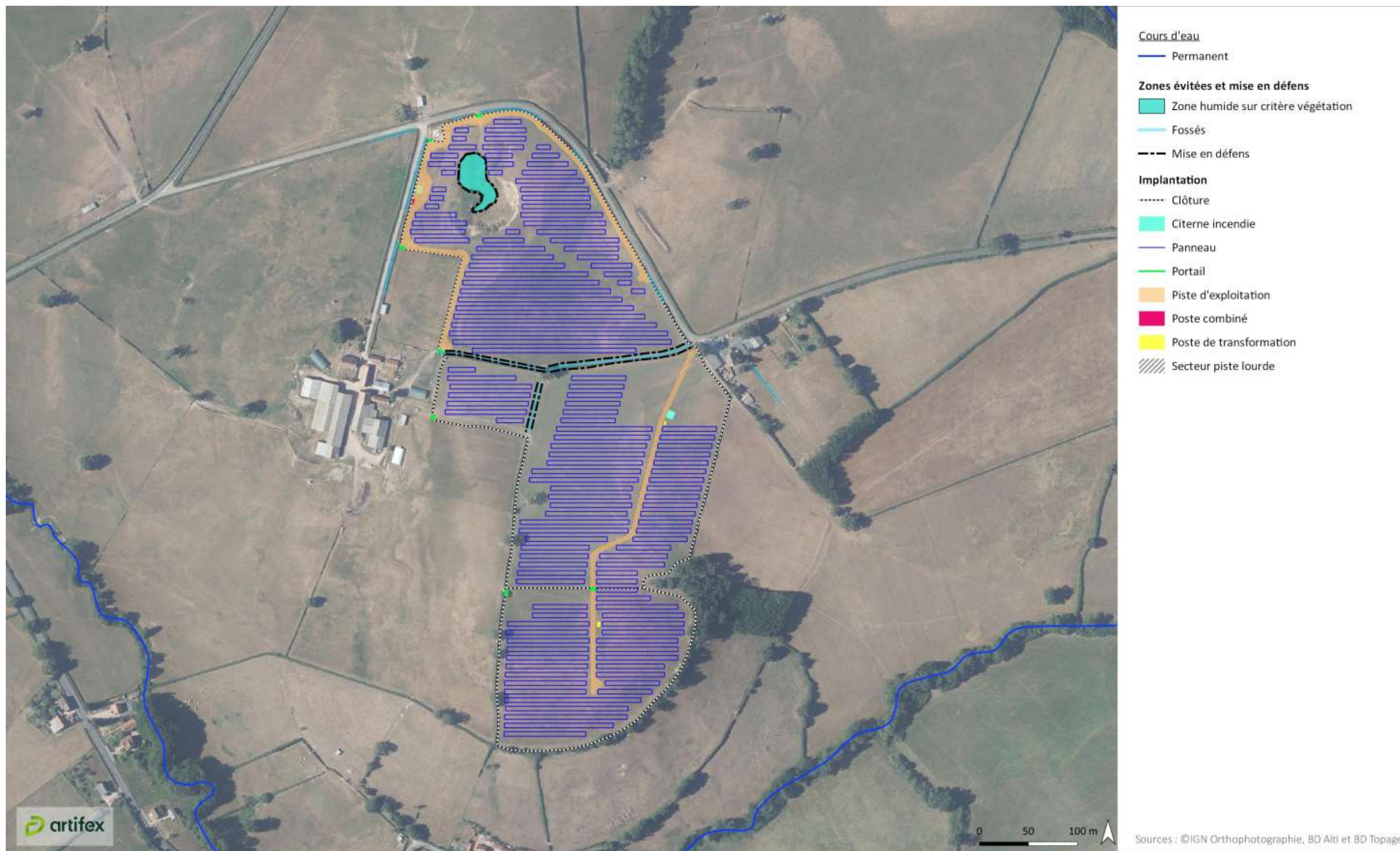
Le respect des mesures présentées ci-dessus permettra d'éviter les impacts du parc photovoltaïque en phase chantier ainsi qu'en phase d'exploitation sur des zones à enjeux.

Localisation

L'illustration suivante présente la localisation de l'implantation du balisage à mettre en place dans le cadre de cette mesure :

Illustration 39 : Localisation de la mise en défens des zones sensibles

Réalisation : ARTIFEX 2023



Gestion

Un contrôle visuel de l'état et du positionnement du balisage des zones humides sera réalisé dans le cadre du suivi de chantier environnemental (Cf. Suivi environnemental en phase chantier et en phase exploitation en page 107).

Indicateurs d'efficacité de la mesure

La bonne application de cette mesure pourra être attestée par :

- Le **suivi de chantier environnemental** mené par un Coordonnateur Environnemental (Cf. Suivi environnemental en phase chantier et en phase exploitation en page 107) ;
- L'identification d'un **réfèrent environnemental** par entreprise (conducteur de travaux, chef de chantier ou personnes dédiées) qui sera en lien avec le coordonnateur environnement ;
- Le **maintien des zones humides** déterminées selon le critère floristique à l'issue de la phase chantier.

Coût de la mesure

Les tarifs suivants sont donnés à titre indicatif et sont susceptibles d'évoluer.

Matériel	Chainette bi-couleur (environ 780 m)	Piquets métalliques (environ 120 piquets)	Panonceaux (20)
	 <i>Source : Otelo</i>	 <i>Source : Point P</i>	 <i>Source : Artifex 2019</i>
	390 € HT (environ 15 € HT / 30 m)	300 € HT (2,5 € HT / piquet)	100 € HT
Balisage et aide à l'installation par un écologue	1 journée homme, soit 750 € HT		
Coût total de la mesure	Environ 1 540 € HT		



MR 2 : REDUCTION DES IMPACTS DES TRANCHEES SUR LES ZONES HUMIDES

Objectif à atteindre

Réduire l'impact suivant :

- IMP7 : Impact sur les zones humides en phase chantier causés par les tranchées de raccordement.

Description et mise en œuvre

Des tranchées de raccordement électrique vont être creusées en zones humides pédologiques. Afin de limiter le drainage des zones humides, ces tranchées seront comblées à intervalles réguliers de 20 m avec des bouchons de bentonite sous la forme de redent. Ils seront composés de 20 % de bentonite et de 80 % de matériaux extraits sur site afin qu'ils soient très peu perméables. Ces bouchons permettront de sauvegarder les écoulements surfaciques et hypodermiques afin de limiter les écoulements préférentiels que peuvent provoquer les tranchées et câble électriques. Ces bouchons de bentonite seront mis en place lors de la phase chantier et resteront en place pendant toute l'exploitation du parc agrivoltaïque.

La mise en place des bouchons de bentonite permet de réduire totalement l'impact des tranchées sur les zones humides. Ainsi seuls les pieux battus ont un impact direct et permanent sur les zones humides. En phase chantier, ce sont 740,264 m² de zones humides qui seront altérés. En phase exploitation, au maximum 0,264 m² de zones humides seront altérés.

Localisation

La carte en page suivante localise la mesure de réduction.

Modalités de suivi de la mesure et de ses effets

L'accompagnement et le suivi en phase chantier sera réalisé de façon mensuelle.

Indicateurs d'efficacité de la mesure

La sauvegarde et la pérennité des zones humides altérées par les tranchées.

Coût de la mesure de sa gestion et de son suivi

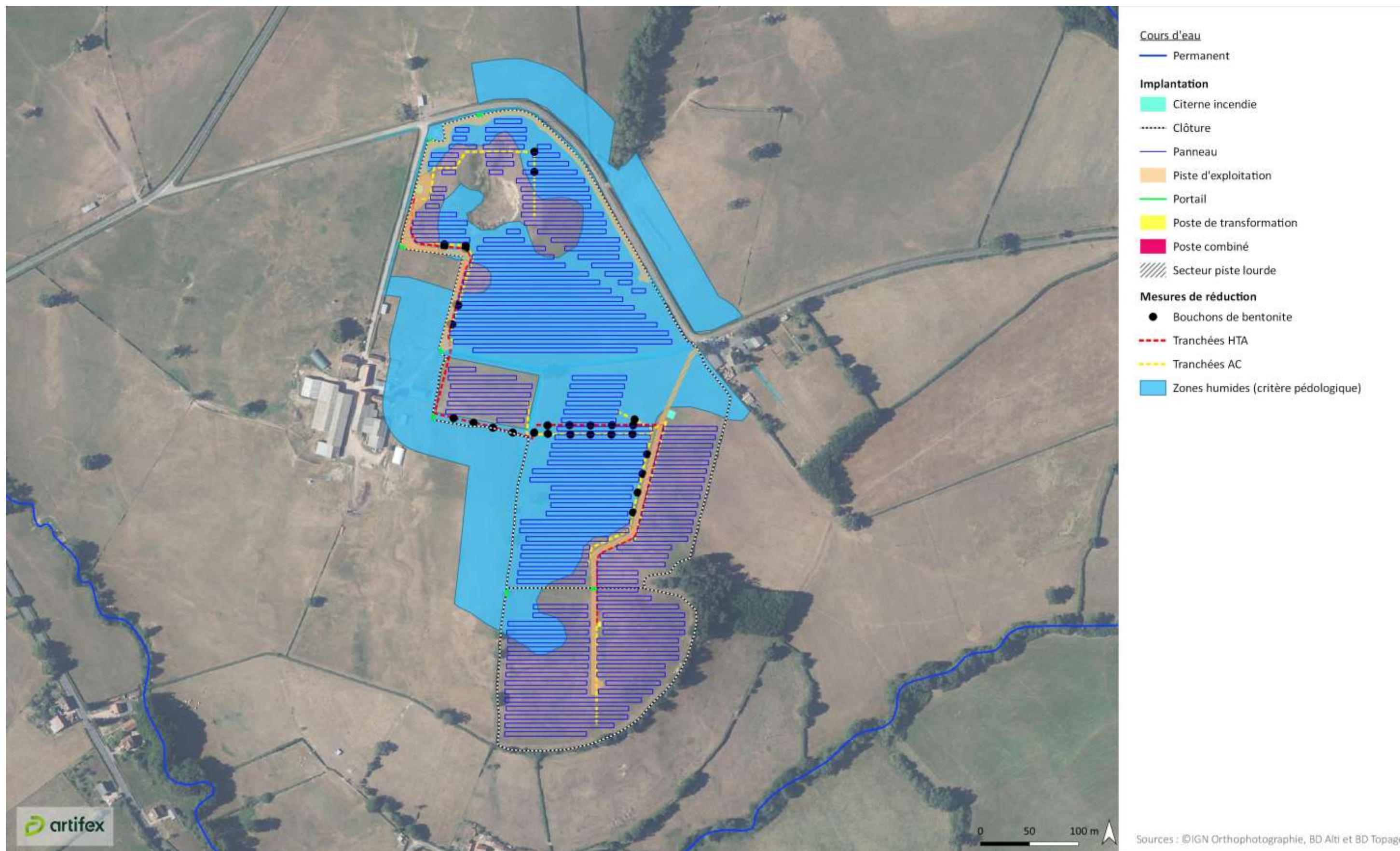
Le cout des travaux est intégré au coût du chantier.

Achat bentonite + mise en place des bouchons (20% bentonite) : 1 500 €

Mise en place des bouchons de bentonite : 2 journée/homme : 2*750 :1500 €

Illustration 40 : Localisation des mesures de réduction

Réalisation : Artifex 2023



MR 3 : REDUCTION DU RISQUE DE POLLUTION ACCIDENTELLE

Codification THEMA de la mesure	R2.1d - Dispositif préventif de lutte contre une pollution				
Thématique environnementale	Milieux naturels	Paysage	Milieu physique	Milieu humain	Risques
	-	-	Sols et Eaux	-	-
Phase de mise en place de la mesure	Phase chantier		Phase d'exploitation		

Objectif à atteindre

Réduire l'impact suivant :

- IMP 5 : Pollution des sols et des eaux due à un déversement d'hydrocarbures

Description et mise en œuvre

Une pollution accidentelle durant la phase chantier, due à une éventuelle fuite d'huile ou d'hydrocarbures des engins de chantier, doit être prise en compte.

La mise en place de cette mesure passe en priorité par la définition de l'**emprise chantier**. Il s'agit de la zone au sein de laquelle l'ensemble des opérations de chantier sera réalisé :

- Travaux de construction du parc,
- Stockage d'hydrocarbures,
- Circulation et stationnement des engins,
- Ravitaillement en carburant des véhicules.

La création de l'emprise chantier conditionne la mise en œuvre des points suivants :

- Mise en place d'une base vie*

La base vie du chantier sera pourvue d'un bloc sanitaire. Les eaux usées devront être stockées puis prises en charge par un récupérateur agréé.

Une zone dédiée au parking des véhicules du personnel sera mise en place dans l'emprise chantier, à proximité de la base vie.

- Stockage de produits de types huiles et hydrocarbures*

Tout stockage d'un liquide susceptible de créer une pollution des eaux ou des sols est associé à une capacité de rétention dont le volume est au moins égal à 100 % de la capacité du réservoir (Arrêté du 30 juin 1997). Lorsque le stockage est constitué exclusivement en récipients de capacité unitaire inférieure ou égale à 250 litres, la capacité de rétention peut être réduite à 20 % de la capacité totale des fûts associés sans être inférieure à 1000 litres ou à la capacité totale lorsqu'elle est inférieure à 1000 l.

Le stockage d'hydrocarbures sur le site durant la phase chantier se fera dans une **cuve étanche équipée d'un bac de rétention, ou avec une rétention intégrée**, permettant de recueillir un volume au moins équivalent à celui stocké.

Les transformateurs à bain d'huile (sans pyralène) seront également équipés de bac de rétention. **Tous les autres produits polluants seront interdits sur le site.**

- Engins de chantier, entretien et ravitaillement*

Seuls les engins nécessaires aux opérations en cours sur le chantier seront présents sur le site. Les engins nécessaires à la phase de chantier seront **régulièrement entretenus**. Les opérations d'entretien des engins seront effectuées sur des aires adaptées dans un atelier à l'extérieur du site.

Le ravitaillement des engins en bord à bord sera favorisé.



- *Utilisation d'un kit anti-pollution*

En cas de pollution accidentelle en dehors de plateformes sécurisées, les zones contaminées seront rapidement traitées et purgées. Un stock de sable ainsi que des kits anti-pollution seront mis à disposition sur le site. Un protocole d'information du personnel sera mis en place.

Les produits récupérés en cas d'accident devront être considérés et gérés comme des déchets.



Kit anti-pollution
Source : Axess Industrie

- *Gestion des excédents et des déchets*

Aucun déchet ou excédents de matériaux ne sera laissé ou enfoui sur place durant ou après la fin du chantier. Ceux-ci seront **collectés et exportés** selon la réglementation en vigueur. Les déchets ou excédents seront récupérés et amenés en direction des filières de traitement et de recyclage adaptées.

En phase chantier, toute pollution qui pourrait présenter un risque pour la ressource en eau sera écartée par l'application de ces mesures et des bonnes pratiques de chantier.

Modalités de suivi de la mesure et de ses effets

La bonne application de cette mesure pourra être attestée par :

- Le **suivi de chantier environnemental** mené par un Coordonnateur Environnemental ;
- **L'identification d'un référent environnemental** par entreprise (conducteur de travaux, chef de chantier ou personnes dédiées) qui sera en lien avec le coordonnateur environnement.

Coût de la mesure, de sa gestion et de son suivi

Chaque poste combiné devra être équipé d'un kit anti-pollution. Ainsi, 1 kit anti-pollution, d'un coût de 120 € HT, sera mis en place sur le projet.

Kits anti-pollution : 1*120 € = **120€ HT**

II. MESURES D'ACCOMPAGNEMENT ET DE SUIVI

MS 1 : SUIVI ENVIRONNEMENTAL EN PHASE CHANTIER ET EN PHASE EXPLOITATION

Objectif à atteindre

S'assurer de la bonne application et de l'efficacité de l'ensemble des mesures du plan d'action en phase chantier et du bon fonctionnement des mesures mises en place sur le long terme en phase exploitation.

Description et mise en œuvre

En phase chantier :

- Le plan général de Coordination de l'Environnement (PGCE)

Le plan général de Coordination de l'Environnement (PGCE) est un document qui définit l'ensemble des mesures qui devront être appliquées au cours du chantier de construction du parc agrivoltaïque.

Le PGCE sera joint à la consultation des entreprises intervenant sur le chantier, qui s'engagent à l'appliquer, qu'elles soient mandataires, cotraitants ou sous-traitants.

- Le suivi de chantier

Un coordonnateur environnemental sera mandaté afin de s'assurer de la bonne application des mesures environnementales décrites dans le PGCE, tout au long de la phase chantier.

Un coordonnateur écologue sera spécifiquement pour l'application des mesures écologiques.

- Réunion d'informations et visite sur site

Une réunion d'informations aura lieu au début du chantier et sera dispensée par le coordonnateur environnemental et le coordonnateur écologue. Un référent de chaque entreprise intervenant sur le chantier sera convié à cette réunion. Le cas échéant, plusieurs réunions d'information pourront être organisées afin que toutes les équipes intervenant sur le chantier aient pu y assister.

L'objectif de cette réunion d'information est de présenter les grandes orientations du PGCE et l'intérêt environnemental de l'application des mesures à appliquer.

Elle sera organisée sur le chantier afin de bien localiser les mesures à mettre en place.

- Visite en fin de chantier

Une visite à la fin du chantier sera effectuée par le coordonnateur environnemental. Elle permettra de constater la bonne mise en œuvre des mesures à appliquer et, le cas échéant, de définir un réajustement, en concertation avec le Maître d'ouvrage, le référent environnement et le conducteur de travaux.

- Rapport de visite

Un rapport sera réalisé par le coordonnateur environnement après chaque visite. Il fera état de la situation constatée lors de la visite. En cas de non-respect des mesures fixées et fonction de la gravité, le coordonnateur environnement établira :

- Soit une non-conformité mineure qui devra être corrigée par l'entreprise.
- Soit une non-conformité majeure qui devra faire l'objet d'une mesure corrective, validée par le Maître d'Ouvrage et le coordonnateur environnement. La mesure et son délai de mise en œuvre devront être proposés par l'entreprise sous 24 h.

Le rapport de visite sera restitué au Maître d'œuvre sous 48 h afin de réagir rapidement aux éventuels dysfonctionnements.

En phase exploitation :

Des visites seront effectuées par un écologue afin de vérifier le bon fonctionnement et l'incidence positive des mesures mises en place lors de la phase chantier. La sauvegarde des milieux évités, le développement de la végétation, l'absence d'espèces exotiques



et envahissantes seront à notifier. Un rapport de visite sera rédigé par l'ingénieur écologue après chaque visite. Elles auront lieu à intervalles réguliers après la mise en place du parc agrivoltaïque : **N+1, N+2, N+3, N+5 puis tous les 5 ans** à partir de la cinquième année d'exploitation.

Coût de la mesure, de sa gestion et de son suivi

Les tarifs sont donnés à titre indicatif dans les mesures de suivi MS1 : Accompagnement et suivi écologique du site en phase chantier et MS2 : Suivi écologique du site en phase exploitation, dans l'EIE.



III. BILAN DES MESURES ET SYNTHESE DES IMPACTS RESIDUELS DU PROJET

Impact brut (avant mesures)			ME et MR appliquées		MC
Code	Description	Intensité	Description	Intensité	
IMP1	Impact du chantier sur l'état de surface du sol	Faible	-	Faible	-
IMP2	Modification de l'état de surface du sol en phase d'exploitation	Faible	-	Faible	-
IMP3	Impact du chantier sur l'imperméabilisation du sol	Faible	-	Faible	-
IMP4	Modification du régime d'écoulement des eaux en phase chantier	Faible	-	Faible	-
IMP5	Impact qualitatif sur les eaux en phase chantier	Modéré	MR2 : Réduction du risque de pollution accidentelle	Faible	-
IMP6	Impact qualitatif sur les eaux en phase d'exploitation	Faible	-	Faible	-
IMP7	Impact du chantier sur les zones humides	Modéré	MR1 : Réduction des impacts des tranchées sur les zones humides	Faible	-
IMP8	Impact sur les zones humides en phase chantier	Faible		Faible	-

IV.COMPATIBILITE DE L'OPERATION AVEC LES OBJECTIFS DES DOCUMENTS CADRES

1. SCHEMA D'AMENAGEMENT ET DE GESTION DES EAUX (DU BASSIN ADOUR GARONNE/ RHONE MEDITERRANEE)

1.1. Orientations fondamentales du SDAGE 2022-2027

Le SDAGE (Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux) du bassin Loire-Bretagne, a pour but de déterminer les objectifs ainsi que les orientations fondamentales **d'une gestion équilibrée de la ressource en eau** et les aménagements à réaliser pour les atteindre.

Les programmes et les décisions administratives dans le domaine de l'eau doivent être compatibles ou rendus compatibles avec les dispositions du SDAGE, et les autres décisions administratives doivent prendre en compte les dispositions de ces schémas directeurs.

Le SDAGE Loire-Bretagne 2022-2027 a été approuvé le 18 mars 2022. **Le SDAGE se décompose en 14 Chapitres détaillant les grandes orientations et dispositions.**

Orientations du SDAGE Loire-Bretagne	Compatibilité du projet
ORIENTATION FONDAMENTALE ET DISPOSITION 1 : REPENSER LES AMENAGEMENTS DES COURS D'EAU DANS LEUR BASSIN VERSANT	
1A – Préservation et restauration du bassin versant	Non concerné
1B – Prévenir toute nouvelle dégradation des milieux	Non concerné
1C – Restaurer la qualité physique et fonctionnelle des cours d'eau, des zones estuariennes et des annexes hydrauliques	Non concerné
1D – Assurer la continuité longitudinale des cours d'eau	Non concerné
1E – Limiter et encadrer la création de plans d'eau	Non concerné
1F – Limiter et encadrer les extractions de granulats alluvionnaires en lit majeur	Non concerné
1G – Favoriser la prise de conscience	Non concerné
1H – Améliorer la connaissance	Non concerné
1I – Préserver les capacités d'écoulement des crues ainsi que les zones d'expansion des crues et les capacités de ralentissement des submersions marines	Non concerné
ORIENTATION FONDAMENTALE ET DISPOSITION 2 : REDUIRE LA POLLUTION DES NITRATES	
2A - Lutter contre l'eutrophisation marine due aux apports du bassin versant de la Loire	Non concerné
2B - Adapter les programmes d'actions en zones vulnérables sur la base des diagnostics régionaux	Non concerné
2C - Développer l'incitation sur les territoires prioritaires	Non concerné
2D - Améliorer la connaissance	Non concerné
ORIENTATION FONDAMENTALE ET DISPOSITION 3 : REDUIRE LA POLLUTION ORGANIQUE, PHOSPHOREE ET MICROBIOLOGIQUE	
3A - Poursuivre la réduction des rejets ponctuels de polluants organiques et phosphorés	Non concerné
3B - Prévenir les apports de phosphore diffus	Non concerné
3C - Améliorer l'efficacité de la collecte des effluents	Non concerné
3D - Maîtriser les eaux pluviales par la mise en place d'une gestion intégrée à l'urbanisme	Non concerné
3E - Réhabiliter les installations d'assainissement non collectif non conformes	Non concerné
ORIENTATION FONDAMENTALE ET DISPOSITION 4 : MAITRISER ET REDUIRE LA POLLUTION PAR LES PESTICIDES	
4A - Réduire l'utilisation des pesticides et améliorer les pratiques	Non concerné



Orientations du SDAGE Loire-Bretagne	Compatibilité du projet
4B – Promouvoir les méthodes sans pesticides dans les collectivités et sur les infrastructures publiques	Non concerné
4C - Développer la formation des professionnels	Non concerné
4D - Accompagner les particuliers non agricoles pour supprimer l’usage des pesticides	Non concerné
4E - Améliorer la connaissance	Non concerné
ORIENTATION FONDAMENTALE ET DISPOSITION 5 : MAITRISER ET REDUIRE LES POLLUTIONS DUES AUX MICROPOLLUANTS	
5A - Poursuivre l’acquisition et la diffusion des connaissances	Non concerné
5B - Réduire les émissions en privilégiant les actions préventives	Non concerné
5C - Impliquer les acteurs régionaux, départementaux et les grandes agglomérations	Non concerné
ORIENTATION FONDAMENTALE ET DISPOSITION 6 : PROTEGER LA SANTE EN PROTEGEANT LA RESSOURCE EN EAU	
6A - Améliorer l’information sur les ressources et équipements utilisés pour l’alimentation en eau potable	Non concerné
6B - Finaliser la mise en place des arrêtés de périmètres de protection sur les captages	Non concerné
6C - Lutter contre les pollutions diffuses par les nitrates et pesticides dans les aires d’alimentation des captages	Non concerné
6D - Mettre en place des schémas d’alerte pour les captages	Non concerné
6E - Réserver certaines ressources à l’eau potable	Non concerné
6F - Maintenir et/ou améliorer la qualité des eaux de baignade et autres usages sensibles en eaux continentales et littorales	Non concerné
6G - Mieux connaître les rejets, le comportement dans l’environnement et l’impact sanitaire des micropolluants	Non concerné
ORIENTATION FONDAMENTALE ET DISPOSITION 7 : GERER LES PRELEVEMENTS D’EAU DE MANIERE EQUILIBREE ET DURABLE	
7A - Anticiper les effets du changement climatique par une gestion équilibrée et économe de la ressource en eau	Non concerné
7B - Assurer l’équilibre entre la ressource et les besoins en période de basses eaux	Non concerné
7C - Gérer les prélèvements de manière collective dans les zones de répartition des eaux et dans le bassin concerné par la disposition 7B-4	Non concerné
7D - Faire évoluer la répartition spatiale et temporelle des prélèvements, par stockage hors période de basses eaux	Non concerné
7E - Gérer la crise	Non concerné
ORIENTATION FONDAMENTALE ET DISPOSITION 8 : PRESERVER ET RESTAURER LES ZONES HUMIDES	
8A - Préserver et restaurer les zones humides pour pérenniser leurs fonctionnalités	Des zones humides sur critère végétation ont été entièrement évitées et seront ainsi préservées.
8B - Préserver les zones humides dans les projets d’installations, ouvrages, travaux et activités	Des mesures de réduction ont été mises en place afin de limiter les impacts sur les zones humides pédologiques.
8C – Préserver, gérer et restaurer les grands marais littoraux	Non concerné
8D - Favoriser la prise de conscience	Non concerné
8E - Améliorer la connaissance	Non concerné
ORIENTATION FONDAMENTALE ET DISPOSITION 9 : PRESERVER LA BIODIVERSITE AQUATIQUE	
9A - Restaurer le fonctionnement des circuits de migration	Non concerné
9B – Assurer une gestion équilibrée des espèces patrimoniales inféodées aux milieux aquatiques et de leurs habitats	Non concerné
9C – Mettre en valeur le patrimoine halieutique	Non concerné



Orientations du SDAGE Loire-Bretagne	Compatibilité du projet
9D - Contrôler les espèces envahissantes	Non concerné
ORIENTATION FONDAMENTALE ET DISPOSITION 10 : PRESERVER LE LITTORAL	
10A – Réduire significativement l'eutrophisation des eaux côtières et de transition	Non concerné
10B – Limiter ou supprimer certains rejets en mer	Non concerné
10C – Restaurer et / ou protéger la qualité sanitaire des eaux de baignade	Non concerné
10D – Restaurer et / ou protéger la qualité sanitaire des eaux des zones conchylicoles et de pêche à pied professionnelle	Non concerné
10E – Restaurer et / ou protéger la qualité sanitaire des eaux des zones de pêche à pied de loisir	Non concerné
10F – Aménager le littoral en prenant en compte l'environnement	Non concerné
10G – Améliorer la connaissance des milieux littoraux	Non concerné
10H – Contribuer à la protection des écosystèmes littoraux	Non concerné
10I – Préciser les conditions d'extraction de certains matériaux marins	Non concerné
ORIENTATION FONDAMENTALE ET DISPOSITION 11 : PRESERVER LES TÊTES DE BASSIN VERSANT	
11A - Restaurer et préserver les têtes de bassin versant	Non concerné
11B - Favoriser la prise de conscience et la valorisation des têtes de bassin versant	Non concerné
ORIENTATION FONDAMENTALE ET DISPOSITION 12 : FACILITER LA GOUVERNANCE LOCALE ET RENFORCER LA COHERENCE DES TERRITOIRES ET DES POLITIQUES PUBLIQUES	
12A - Des SAGE partout où c'est « nécessaire »	Non concerné
12B - Renforcer l'autorité des commissions locales de l'eau	Non concerné
12C - Renforcer la cohérence des politiques publiques	Non concerné
12D - Renforcer la cohérence des SAGE voisins	Non concerné
12E - Structurer les maîtrises d'ouvrage territoriales dans le domaine de l'eau	Non concerné
12F - Utiliser l'analyse économique comme outil d'aide à la décision pour atteindre le bon état des eaux	Non concerné
ORIENTATION FONDAMENTALE ET DISPOSITION 13 : METTRE EN PLACE DES OUTILS REGLEMENTAIRES ET FINANCIERS	
13A - Mieux coordonner l'action réglementaire de l'État et l'action financière de l'agence de l'eau	Non concerné
13B - Optimiser l'action financière de l'agence de l'eau	Non concerné
ORIENTATION FONDAMENTALE ET DISPOSITION 14 : INFORMER, SENSIBILISER, FAVORISER LES ECHANGES	
14A - Mobiliser les acteurs et favoriser l'émergence de solutions partagées	Non concerné
14B - Favoriser la prise de conscience	Non concerné
14C - Améliorer l'accès à l'information sur l'eau	Non concerné

2. SCHEMA D'AMENAGEMENT ET DE GESTION DES EAUX (SAGE)

Le schéma d'aménagement et de gestion des eaux est un outil de planification élaboré de façon concertée, sur un territoire cohérent, permettant une gestion efficace de la ressource en eau.

Le SAGE de l'Allier aval a été approuvé par la Commission locale de l'eau du 3 juillet 2015. Le périmètre couvert par le SAGE s'étend sur 6 344 km², se répartit sur trois régions (Auvergne-Rhône-Alpes, Bourgogne-Franche-Comté et Centre-Val-de-Loire), cinq départements et 463 communes.

Le projet de parc agrivoltaïque est inclus dans le périmètre du SAGE Allier Aval dont les principaux enjeux sont présentés ci-dessous :



Orientations du SAGE Allier Aval	Compatibilité du projet
ENJEU 1 : Mettre en place une gouvernance et une animation adaptées aux ambitions du SAGE et a son périmètre	
1.1.1 – Associer / informer la CLE pour l'ensemble des projets, plans et programme concernant la ressource en eau et les milieux aquatiques	Non concerné
1.1.2 – Mettre en place et animer des commissions techniques	Non concerné
1.1.3 – Missionner une structure porteuse	Non concerné
1.1.4 – Faciliter le portage local des programmes de gestion et d'intervention en compatibilité avec les objectifs du SDAGE	Non concerné
1.2.1 – Centraliser et valoriser les données relatives au territoire du SAGE	Non concerné
1.2.2- Acquérir de la connaissance sur la fonctionnalité et l'état des ressources en eau et des milieux aquatiques	Non concerné
1.3.1 – Communiquer, diffuser et informer sur la portée du SAGE et ses modalités de mise en œuvre	Non concerné
1.3.2 – Mettre en œuvre une information ciblée a destination des usagers du territoire	Non concerné
ENJEU 2 : Gérer les besoins et les milieux dans un objectif de satisfaction et d'équilibre à long terme	
2.1.1 – Améliorer et valoriser les connaissances et le suivi des ressources en eau souterraines	Non concerné
2.1.2 – Améliorer et valoriser la connaissance et le suivi quantitatif des eaux superficielles.	Non concerné
2.2.1 – Planifier et sécuriser les usages en tenant compte de la ressource	Non concerné
2.2.2 - Mettre en place un schéma de gestion de la nappe d'eau souterraine « Chaîne des Puys »	Non concerné
2.3.1 – Coordonner les protocoles de gestion de crise à l'échelle du SAGE Allier Aval	Non concerné
2.4.1 – Réduire les besoins en eau des collectivités, de leurs établissements publics et de la population	Non concerné
2.4.2 – Réduire les besoins pour l'irrigation agricole	Non concerné
2.4.3 – Promouvoir les pratiques économes dans l'artisanat, l'industrie et le tourisme	Non concerné
ENJEU 3 : Vivre avec / à côté de la rivière en cas de crue	
3.1.1 – Assurer une gestion du risque inondation et des cours d'eau cohérente à l'échelle du bassin versant	Non concerné
3.2.1 – Améliorer la connaissance et la prévention du risque inondation	Non concerné
3.2.2 – Faciliter l'accès à l'information du public et des élus et entretenir la mémoire du risque	Non concerné
3.3.1 – Préserver les zones inondables et identifier les zones naturelles d'expansion des crues	Non concerné
3.3.2- Réduire le ruissellement urbain et limiter les rejets d'eaux pluviales	Non concerné
3.3.3 – Réduire la vulnérabilité des biens situés en zones inondables	
ENJEU 4 : Restaurer et préserver la qualité de la nappe alluviale de l'Allier afin de distribuer une eau potable à l'ensemble des usagers du bassin versant	
4.1.1 – Améliorer et valoriser le réseau de suivi et de contrôle de la nappe alluviale	Non concerné
4.1.2 – Prévenir les situations de crise	Non concerné
4.2.1 – Contribuer à la réduction des pressions agricoles	Non concerné
4.2.2 – Identifier et traiter les sites pouvant générer et stocker les pollutions	Non concerné
4.2.3 – Limiter l'impact des anciennes et futures carrières sur la qualité de la nappe alluviale	Non concerné
ENJEU 5 : Restaurer les masses d'eau dégradées afin d'atteindre le bon état écologique et chimique demandé par la DCE	
5.1.1 – Définir les priorités en matière de stations d'épuration et de mise aux normes de réseaux d'assainissement	Non concerné



Orientations du SAGE Allier Aval	Compatibilité du projet
5.1.2 – Améliorer les conditions de collecte des effluents urbains et industriels et leur transport dans les réseaux	Non concerné
5.1.3 – Limiter les apports en sortie de stations d'épuration, en améliorant les capacités et les niveaux de traitement	Non concerné
5.1.4 – Identifier et valider les zones à enjeux environnementaux vis-à-vis de l'assainissement non collectif	Non concerné
5.1.5- Préserver et restaurer les haies et la ripisylve	Non concerné
5.1.6 – Renforcer la mise en place des bandes végétalisées	Non concerné
5.1.7 – Inciter à l'installation d'abreuvoirs et maîtriser l'accès aux cours d'eau par les animaux d'élevage dans les secteurs sensibles	Non concerné
5.1.8 – Améliorer la gestion des effluents d'élevage et des effluents des producteurs fromagers	Non concerné
5.1.9 – Pérenniser voire renforcer le réseau de suivi des produits phytosanitaires	Non concerné
5.1.10 – Engager des actions de réduction et d'amélioration de l'usage des produits phytosanitaires sur les zones prioritaires	Non concerné
5.1.11 – Etudier, si besoin, l'origine et l'impact des pollutions chroniques et ponctuelles par les substances dangereuses à l'échelle du bassin Allier aval et mieux connaître leur mode de transfert.	Non concerné
5.2.1 – Améliorer le dispositif de suivi existant	Non concerné
5.2.2 – Réaliser des diagnostics hydro-morphologiques sur les cours d'eau ou la cause de perturbations est mal connue	Non concerné
5.2.3 – Veiller à la non dégradation et à la restauration des milieux lors de projets d'aménagement	Non concerné
5.2.4 – Mettre en œuvre des actions de préservation et de restauration des cours d'eau	Non concerné
5.2.5 – Diagnostiquer l'impact des plans d'eau existants	Non concerné
5.2.6 – Limiter la création de plans d'eau et intervenir sur les plans d'eau les plus impactants	Non concerné
5.2.7 – Accompagner l'application de l'article L.214-17 du Code de l'Environnement relatif au classement des cours d'eau	Non concerné
5.2.8 – Mettre en place un plan d'action de restauration de la continuité écologique	Non concerné
5.2.9 – Engager et accompagner l'aménagement des obstacles à la continuité écologique	Non concerné
5.2.10 – Encadrer la création ou l'aménagement d'ouvrage faisant obstacle à la continuité écologique	Non concerné
ENJEU 6 : Empêcher la dégradation, préserver voire restaurer les têtes de bassin versant	
6.1.1 – Définir et mettre en œuvre une gestion adaptée sur les têtes de bassin versant	Non concerné
6.2.1 – Poursuivre les actions destinées à améliorer la qualité des eaux des lacs naturels en montagne	Non concerné
ENJEU 7 : Maintenir les biotopes et la biodiversité	
7.1.1 – Favoriser la gestion patrimoniale des espèces associées aux milieux aquatiques	Non concerné
7.1.2 – Prendre en compte l'enjeu milieu naturel dans la gestion des boisements	Non concerné
7.1.3 – Préserver et gérer les forêts alluviales notamment dans le Val d'Allier	Non concerné
7.2.1 – Mettre en place une animation pour assurer la surveillance de la prolifération des espèces exotiques et envahissantes	Non concerné
7.2.2 – Contrôler la prolifération et limiter la progression des espèces exotiques envahissantes	Non concerné



Orientations du SAGE Allier Aval	Compatibilité du projet
7.3.1 – Contribuer à la conservation de la Trame Verte et Bleue	Non concerné
7.4.1 – Protéger les zones humides dans les documents d’urbanisme et favoriser leur intégration dans les projets	Non concerné
7.4.2 – Engager un programme de préservation et de reconquête des zones humides	Non concerné
7.5.1 – Accompagner les activités touristiques et de loisirs	Non concerné
ENJEU 8 : Préserver et restaurer la dynamique fluviale de la rivière Allier en mettant en œuvre une gestion différenciée suivant les secteurs	
8.1.1 – Préserver l’espace de mobilité optimal de l’Allier par l’aménagement du territoire	Non concerné
8.1.2 – Encadrer la réalisation de tout aménagement ou ouvrage susceptible de faire obstacle au déplacement naturel de l’Allier	Non concerné
8.1.3 – Mettre en place un outil de suivi et de connaissance de l’évolution de la morphologie du lit de l’Allier	Non concerné
8.2.1 – Restaurer la dynamique fluviale dans l’espace de mobilité optimal	Non concerné
8.3.1 – Définir et mettre en œuvre un programme de réhabilitation et de gestion des anciennes gravières	Non concerné

PARTIE 9 CONCLUSION ET SITUATION REGLEMENTAIRE

La réglementation Loi sur l'Eau et le Code de l'Environnement affirment la nécessité de maîtriser les eaux pluviales sur les plans quantitatif et qualitatif dans les politiques d'aménagement du territoire. Il y a donc lieu, de vérifier si les Installations, les Ouvrages, les Travaux et/ou les Aménagements (IOTA) relèvent de l'obligation d'engager une procédure administrative au titre de l'article L.214-3 du code de l'Environnement.

Pour se faire, le législateur a établi deux régimes de classement (déclaration et autorisation) qui imposent au demandeur la réalisation d'une démarche administrative. Afin de définir le niveau de classement des IOTA, une nomenclature a été établie. Les IOTA soumis à autorisation entrent dans le champ de l'autorisation environnementale.

En plus d'être rendu compatible avec la réglementation liée à la Loi sur l'Eau et la nomenclature associée en application des articles L. 214-1 à L. 214-3 du Code de l'Environnement, le projet devra respecter les documents relatifs au risque inondation.

Suite à la présente étude hydraulique, voici l'analyse réglementaire Loi sur l'eau du projet agrivoltaïque des Monteniers à Vaumas.

I. RUBRIQUE 2.1.50 :

Rejet d'eaux pluviales dans les eaux douces superficielles ou sur le sol ou dans le sous-sol, la surface totale du projet, augmentée de la surface correspondant à la partie du bassin versant naturel dont les écoulements sont interceptés par le projet, étant :

Déclaration	Autorisation
Supérieure à 1 ha mais inférieure à 20 ha	Supérieure ou égale à 20 ha

La surface totale du projet, augmentée de celle de son bassin versant est d'environ 12,97 ha. La variation des coefficients de ruissellement entre l'état initial et la phase exploitation est de 10 %. La décision d'utiliser des matériaux drainants et perméables pour les pistes d'exploitation a permis de réduire la surface imperméabilisée, et ce dès le choix de l'implantation finale. Les pistes sont de plus perpendiculaires à la pente, ce qui ne provoquera pas de ravinement et de ruissellement supplémentaire. L'aménagement du parc a été pensé pour limiter au maximum les modifications hydrologiques.

Le caractère agrivoltaïque du parc garantit la présence d'un couvert végétal en phase chantier mais d'autant plus pendant la durée d'exploitation du parc. Des sursemis seront réalisés afin de protéger le site des ruissellements avant le début du chantier. Le mode de fonctionnement hydrologique actuel fonctionne, aucune trace de ruissellement n'a été identifiée.

Une mise en place d'ouvrages de gestion des eaux pourrait dégrader ce fonctionnement hydrologique, en augmentant les vitesses de ruissellement et en altérant les fonctionnalités hydrologiques des zones humides du site.

Pour toutes ces raisons et dans l'objectif de préserver le fonctionnement hydrologique actuel et les zones humides, un mode de gestion naturel des eaux sera à privilégier.

Le projet de parc agrivoltaïque des Monteniers ne nécessite pas la création d'ouvrage de gestion des eaux pluviales. Le projet n'est pas soumis à la rubrique 2.1.5.0 de la nomenclature IOTA.

II. RUBRIQUE 3.3.1.0 :

Assèchement, mise en eau, imperméabilisation, remblais de zones humides, la zone asséchée étant d'une superficie :

Déclaration	Autorisation
Supérieure à 0,1 ha mais inférieure à 1 ha	Supérieure ou égale à 1 ha

Les inventaires de terrain ont permis de recenser de vastes zones humides, notamment sur critère pédologique. Le projet a évité en partie les zones humides, notamment en implantant les éléments imperméabilisants hors zones humides. Les impacts potentiels sur les zones humides sont causés par les pieux battus et les tranchées de raccordement électrique sur 740,264 m². Les mesures mises en place permettent de réduire totalement les impacts des tranchées sur les zones humides.

Au total ce sont au maximum 0,264 m² qui seront altérés sur les 12,7 hectares du site d'étude. La surface totale de zone humide détruite ne dépasse pas 0,1 ha, de ce fait le projet de parc agrivoltaïque des Monteniers **n'est pas soumis à la rubrique 3.3.1.0 de la nomenclature IOTA**. De plus selon la doctrine de l'Allier, une compensation des zones humides altérées n'est attendue que si une des conditions suivantes est remplie :



- Le projet modifie substantiellement le coefficient de ruissellement à l'échelle du site d'étude.
- Le projet altère plus de 1000 m² de zones humides.
- Le projet nécessite d'entreprendre des travaux en cours d'eau pour accéder au site d'étude.

Le projet de parc agrivoltaïque des Monteniers ne remplit aucune des conditions citées, une compensation des zones humides altérées n'est donc pas nécessaire.



ANNEXES





INDEX DES ANNEXES

Annexe 1	Recapitulatif des echanges avec la DDT 03
Annexe 2	Resultats des essais de permeabilite
Annexe 3	Diagnostic Zones humides
Annexe 4	Etude Geotechnique
Annexe 5	Coefficients de Montana de la station de la Ferte Hauterive



ANNEXE 1 RECAPITULATIF DES ECHANGES AVEC LA DDT 03

Date	Echanges avec la DDT
01/07/2022	Concertation par mail en début de développement du projet pour connaître les attentes départementales (Gérald Neyrinck, chef du bureau eau et milieux aquatiques de la DDT03).
18/01/2023	Partage du diagnostic zone humide initial (Gérald Neyrinck, chef du bureau eau et milieux aquatiques de la DDT03).
14/02/2023	Visite du site étudié pour le projet par l'OFB, vis-à-vis du diagnostic Zones humides (Loïc Tamian).
17/02/2023	Réunion en visioconférence pour présenter le diagnostic Zones humides et les adaptations à prévoir sur l'implantation de la centrale (Gérald Neyrinck, chef du bureau eau et milieux aquatiques de la DDT03 - Loïc Tamian OFB)
25/05/2023	Réunion en visioconférence au cours de laquelle la DDT03 demande des corrections sur le diagnostic ZH initialement établi ; échange sur la réalisation possible des pistes d'exploitation interne (Gérald Neyrinck, chef du bureau eau et milieux aquatiques de la DDT03 - Loïc Tamian OFB)
25/07/2023	Validation par la DDT03, sur les conseils techniques de l'OFB, de la contre-expertise ZH réalisée, aujourd'hui présentée dans cette étude d'impacts (Gérald Neyrinck, chef du bureau eau et milieux aquatiques de la DDT03 - Loïc Tamian OFB)



ANNEXE 2 RESULTATS DES ESSAIS DE PERMEABILITE

Dimension de la zone mouillée :

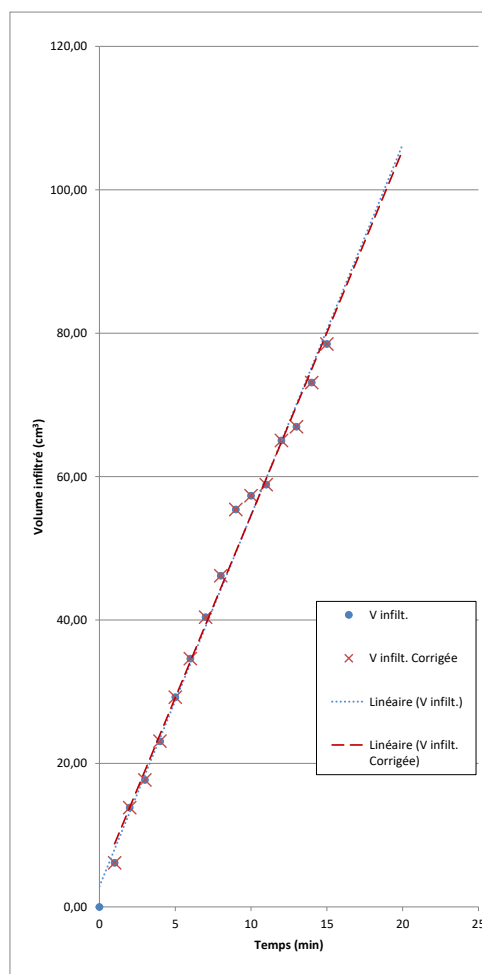
Diamètre : 10 cm
 Hauteur : 30 cm
 Section : 78,5 cm
 Périmètre : 31,4 cm
 Surface mouillée : 1 021,0 cm

Dimensions du tube d'essai :

Diamètre : 7 cm
 Section : 38,5 cm

Essai d'infiltration à charge constante

Temps (min)	Descente d'eau (mm)	Surface mouillée (cm²)	Volume infiltré (cm³)	Vitesse d'infiltration (cm/min)	Vitesse d'infiltration (mm/h)	Vitesse d'infiltration corrigée (mm/h)
0	0	1021	0,00	0,00000	0,00	0,00
1	1,6	1021	6,16	0,00603	3,62	3,62
2	3,6	1021	13,85	0,00754	4,52	4,52
3	4,6	1021	17,70	0,00377	2,26	2,26
4	6	1021	23,09	0,00528	3,17	3,17
5	7,6	1021	29,25	0,00603	3,62	3,62
6	9	1021	34,64	0,00528	3,17	3,17
7	10,5	1021	40,41	0,00565	3,39	3,39
8	12	1021	46,18	0,00565	3,39	3,39
9	14,4	1021	55,42	0,00905	5,43	5,43
10	14,9	1021	57,34	0,00188	1,13	1,13
11	15,3	1021	58,88	0,00151	0,90	0,90
12	16,9	1021	65,04	0,00603	3,62	3,62
13	17,4	1021	66,96	0,00188	1,13	1,13
14	19	1021	73,12	0,00603	3,62	3,62
15	20,4	1021	78,51	0,00528	3,17	3,17
16						
17						
18						
19						
20						
				2,88 mm/h	2,88 mm/h	
				8E-07 m/s	8E-07 m/s	



Perméabilité		Typologie du sol	Nature du sol	Aptitude à l'infiltration
m/s	mm/h ⁽²⁾			
$K < 10^{-6}$	$K < 4$	Sol très peu perméable	Argile	Nulle
$10^{-6} < K < 3 \cdot 10^{-6}$	$4 < K < 11$	Sol peu perméable	Sol argileux	Mauvaise
$3 \cdot 10^{-6} < K < 10^{-5}$	$11 < K < 36$	Sol de perméabilité médiocre	Sol limoneux	Faible
$10^{-5} < K < 2 \cdot 10^{-5}$	$36 < K < 72$	Sol assez perméable	Sable très fin	Bonne
$2 \cdot 10^{-5} < K < 5 \cdot 10^{-5}$	$72 < K < 180$	Sol perméable	Sable fin	
$K > 5 \cdot 10^{-5}$	$K > 180$	Sol très perméable	Sable moyen	Très bonne

Dimension de la zone mouillée :

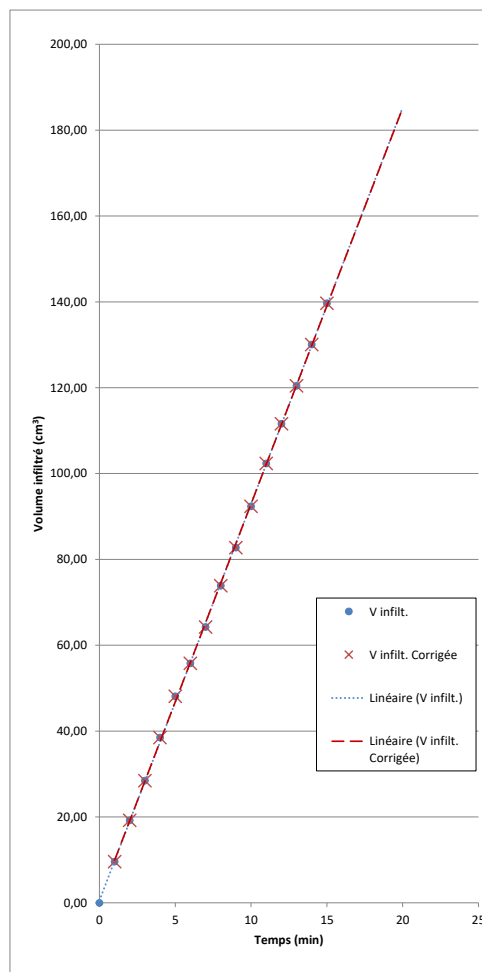
Diamètre : 10 cm
 Hauteur : 55 cm
 Section : 55,0 cm
 Périmètre : 31,4 cm
 Surface mouillée : 1 782,9 cm

Dimensions du tube d'essai :

Diamètre : 7 cm
 Section : 38,5 cm

Essai d'infiltration à charge constante

Temps (min)	Descente d'eau (mm)	Surface mouillée (cm²)	Volume infiltré (cm³)	Vitesse d'infiltration (cm/min)	Vitesse d'infiltration (mm/h)	Vitesse d'infiltration corrigée (mm/h)
0	0	1783	0,00	0,00000	0,00	0,00
1	2,5	1783	9,62	0,00540	3,24	3,24
2	5	1783	19,24	0,00540	3,24	3,24
3	7,4	1783	28,48	0,00518	3,11	3,11
4	10	1783	38,48	0,00561	3,37	3,37
5	12,5	1783	48,11	0,00540	3,24	3,24
6	14,5	1783	55,80	0,00432	2,59	2,59
7	16,7	1783	64,27	0,00475	2,85	2,85
8	19,2	1783	73,89	0,00540	3,24	3,24
9	21,5	1783	82,74	0,00496	2,98	2,98
10	24	1783	92,36	0,00540	3,24	3,24
11	26,6	1783	102,37	0,00561	3,37	3,37
12	29	1783	111,61	0,00518	3,11	3,11
13	31,3	1783	120,46	0,00496	2,98	2,98
14	33,8	1783	130,08	0,00540	3,24	3,24
15	36,3	1783	139,70	0,00540	3,24	3,24
16						
17						
18						
19						
20						
					2,94 mm/h	2,94 mm/h
					8,2E-07 m/s	8,2E-07 m/s



Perméabilité		Typologie du sol	Nature du sol	Aptitude à l'infiltration
m/s	mm/h ⁽²⁾			
$K < 10^{-6}$	$K < 4$	Sol très peu perméable	Argile	Nulle
$10^{-6} < K < 3 \cdot 10^{-6}$	$4 < K < 11$	Sol peu perméable	Sol argileux	Mauvaise
$3 \cdot 10^{-6} < K < 10^{-5}$	$11 < K < 36$	Sol de perméabilité médiocre	Sol limoneux	Faible
$10^{-5} < K < 2 \cdot 10^{-5}$	$36 < K < 72$	Sol assez perméable	Sable très fin	Bonne
$2 \cdot 10^{-5} < K < 5 \cdot 10^{-5}$	$72 < K < 180$	Sol perméable	Sable fin	
$K > 5 \cdot 10^{-5}$	$K > 180$	Sol très perméable	Sable moyen	Très bonne



ANNEXE 3

DIAGNOSTIC ZONES HUMIDES

DIAGNOSTIC ZONES HUMIDES

Projet de parc photovoltaïque

Département de l'Allier (03)
Commune de Vaumas



MAITRE D'OUVRAGE



CORFU SOLAIRE
3, Place Renaudel
69003 Lyon
Tél. : 06 38 38 44 42
n.dessus@corfu-solaire.com
RCS 838 577 708
www.corfu-solaire.com

RÉALISATION DE L'ÉTUDE



SAS CLIMAX INGENIERIE
4 rue Jean le Rond d'Alembert
81000 Albi
Tél. : 05 63 48 10 33
contact@artifex-conseil.fr
RCS 502 363 948
www.artifex-conseil.fr

AUTEURS DU DOCUMENT

Personne	Fonction	Contribution	Organisme
Vianney FRANSSENS	Chargé d'étude zones humides	Investigation de terrain (critère pédologique)	
Sylvain FOUQUE	Chargé d'études botaniste et zones humides	Investigation de terrain (critère végétation)	
Alexandra FEL	Chargé d'études botaniste et zones humides	Rédaction du diagnostic	

HISTORIQUE DE PUBLICATION

Version	Date	Commentaire	Relecteur	Valideur
V0	07/03/2023		Alexandre CASSAN	
V1	15/05/2023	Reprise suite à la relecture de CORFU SOLAIRE		
V2	16/06/2023	Mise à jour de l'étude suite à la réunion du 25/05/2023 avec la DDT (représentée par M. Neyrinck) et l'OFB (représenté par M. Tamian)		

SOMMAIRE

PARTIE 1 CONTEXTE REGLEMENTAIRE	4
1. Définition générale	4
2. Critères de définition et de délimitation des zones humides	5
2.1. Critère végétation	5
2.2. Critère pédologique	5
3. Fonctionnalité des zones humides	8
PARTIE 2 CONTEXTE DE L'ETUDE	10
1. Réglementation liée au projet	10
2. Aires d'étude	11
3. Localisation du projet	11
4. Contexte environnemental du site d'étude	13
4.1. Occupation du sol	13
4.2. Milieu physique	14
PARTIE 3 PROSPECTION ZONES HUMIDES	17
1. Analyse bibliographique	17
2. Analyse du critère de végétation	19
2.1. Méthodologie	19
2.2. Analyse des relevés de terrain	21
2.3. Conclusion – critère de végétation	26
3. Analyse du critère pédologique	26
3.1. Méthodologie	26
3.2. Inventaire de terrain et analyse des données	29
3.3. Conclusion – critère pédologique	31
PARTIE 4 CONCLUSION	35
PARTIE 5 AUTEURS DE L'ETUDE	37
ANNEXES	38
Annexe 1 Fiches descriptives des sondages pédologiques	

INDEX DES ILLUSTRATIONS

Illustration 1 : Synoptique d'identification des zones humides	6
Illustration 2 : Classes d'hydromorphie des sols	7
Illustration 3 : Présentation des fonctionnalités principales d'une zone humide	9
Illustration 4 : Localisation géographique du site du projet	12
Illustration 5 : Géologie du site d'étude	14
Illustration 6 : Cours d'eau aux abords du site d'étude	15
Illustration 7 : Zones humides au sein de l'aire d'étude éloignée	18
Illustration 8 : Extrait du tableau des habitats caractéristiques des zones humides	19
Illustration 9 : Extrait du tableau des espèces indicatrices de zones humides	20
Illustration 10 : Table de détermination du pourcentage de recouvrement	20
Illustration 11 : Habitats de végétation	24
Illustration 12 : Habitats de végétation caractéristiques de zones humides	25
Illustration 13 : Classes d'hydromorphie	28
Illustration 14 : Localisation des sondages pédologiques	30
Illustration 15 : Synthèse des sondages pédologiques	33
Illustration 16 : Synthèse des sondages pédologiques avec délimitation	34
Illustration 17 : Synthèse des critères végétation et pédologique	36

PARTIE 1 CONTEXTE REGLEMENTAIRE

1. DEFINITION GENERALE

Au niveau international, la définition des zones humides est donnée par la Convention de Ramsar. Les zones humides entendues au sens de cette convention, sont : « des étendues de marais, de fagnes, de tourbières ou d'eaux naturelles ou artificielles, permanentes ou temporaires, où l'eau est stagnante ou courante, douce, saumâtre ou salée, y compris des étendues d'eau marine dont la profondeur à marée basse n'excède pas six mètres ».

La législation française a mis en place une réglementation appropriée au territoire national avec une définition différente. Selon le code de l'environnement, les zones humides sont des « *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* » (Art. L.211-1).

L'inventaire de terrain permet l'identification des potentialités humides d'un secteur. Cet inventaire doit être réalisé conformément à l'**Arrêté du 24 juin 2008, modifié par l'arrêté du 1er octobre 2009, qui précise les critères de définition et de délimitation des zones humides en application des articles L. 214-7-1 et R. 211-108 du code de l'environnement.**

Cet inventaire est complété par la loi portant **création de l'Office Française de la Biodiversité (OFB)** du 26 juillet 2019 qui précise que « pour être considérée zone humide au sens réglementaire un espace doit satisfaire **les critères pédologiques ou les critères de végétation** des arrêtés de 2008 et 2009 ». Les critères pédologiques et de végétations sont donc **alternatifs**. De fait, deux critères principaux sont utilisés pour identifier une zone humide :

- Le critère végétation définit par :
 - Les habitats naturels,
 - Les espèces végétales,
- Le critère pédologique définit par :
 - L'hydromorphie des sols.

Les 2 premiers critères, rassemblés sous l'appellation « critère végétation » sont analysés lors des inventaires écologiques. Le 3^{ème} critère est analysé par la réalisation de sondages pédologiques afin de caractériser les sols du site.



Fourrés humides à Saules & Jonchaies
Avril 2022, Artifex



Prairies humides
Avril 2022, Artifex

2. CRITERES DE DEFINITION ET DE DELIMITATION DES ZONES HUMIDES

Conformément aux critères de définition et de délimitation des zones humides en application des articles L.214-7-1 et R.211-108 du code de l'environnement, un terrain peut être considéré comme une zone humide dès qu'il présente l'un des critères suivants :

2.1. Critère végétation

L'examen de la végétation (si elle existe) consiste à déterminer si celle-ci est hygrophile à partir des espèces végétales ou des habitats. Une zone humide est caractérisée par la présence d'au moins un des paramètres suivants :

- La présence d'au moins 50 % d'espèces végétales indicatrices de zones humides dans la liste des espèces dominantes (méthodologie de prospection et liste des espèces figurant à l'Annexe 2.1 de l'arrêté du 24 juin 2008) ;
- La présence d'un habitat indicateur de zone humide selon la typologie « CORINE Biotopes » (méthodologie de prospection et liste des habitats figurant à l'Annexe 2.2 de l'arrêté du 24 juin 2008).

2.2. Critère pédologique

L'analyse pédologique s'appuie sur la méthode figurant à l'annexe 1.2 de l'arrêté du 24 juin 2008 et sur l'annexe IV de la circulaire du 18 janvier 2010 ainsi que sur la liste des sols hydromorphes figurant à l'annexe 1.1 de l'arrêté du 24 juin 2008.

Ainsi, un sol hydromorphe est identifié selon l'examen de sondages pédologiques visant à vérifier leur correspondance avec les classes d'hydromorphie de zone humide définies par le Groupe d'Étude des Problèmes de Pédologie Appliquée (GEPPA, 1981 ; modifié). Les sols des zones humides correspondent :

- A des histosols (classe H du GEPPA) : sols qui connaissent un engorgement permanent en eau qui provoque l'accumulation de matières organiques peu ou pas décomposées ;
- A des réductisols (classe VI c et d du GEPPA) : sols qui 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 sols¹ présentant :
 - Des traits rédoxiques débutant à moins de 25 centimètres de profondeur dans le sol et se prolongeant ou s'intensifiant en profondeur (classe V a, b, c et d du GEPPA) ;
 - 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 (classe IV d du GEPPA).

L'illustration en page suivante présente la classification GEPPA des sols considérés comme humides.

Dans certains contextes particuliers (fluviosols développés dans des matériaux très pauvres en fer, le plus souvent calcaires ou sableux et en présence d'une nappe circulante ou oscillante très oxygénée ; podzols humiques et humoduriques), l'excès d'eau prolongée ne se traduit pas par les traits d'hydromorphie habituels facilement reconnaissables. 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.

Si l'une des caractéristiques citées précédemment est présente au niveau des terrains du site, le sol peut être considéré comme sol de zone humide.

Une synoptique d'identification des zones humides est présente en page suivante afin de faciliter la compréhension entre les différents critères. En suivant le tableau GEPPA permettant la classification des sols.

¹ Les sols de classes IVd et Va peuvent être exclus par le préfet de région après avis du CSRPN.

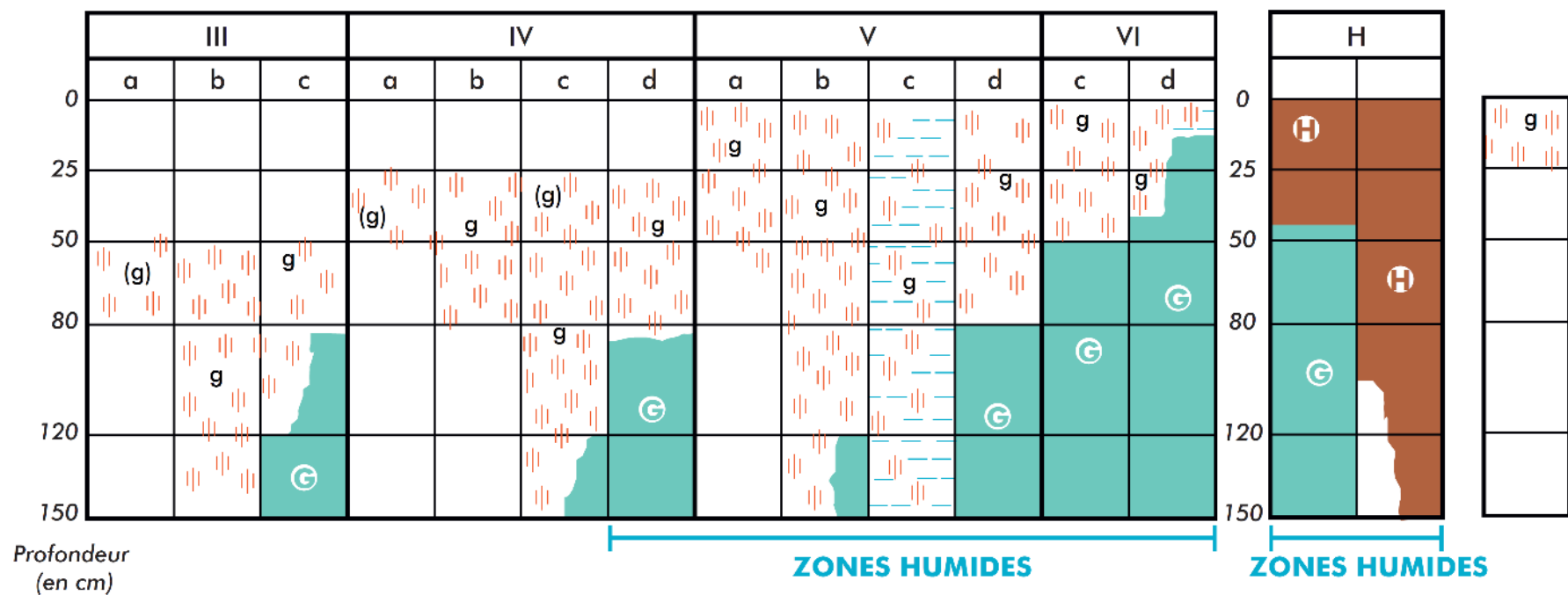
Illustration 1 : Synoptique d'identification des zones humides

Source : Artifex 2022



Illustration 2 : Classes d'hydromorphie des sols

Source : GEPPA 1981 ; Artifex 2022



Morphologie des sols correspondant à des «zones humides»

- Horizon rédoxique peu marqué
- Horizon rédoxique marqué
- Nappe
- Horizon réductique
- Horizon histique
- Absence de trait d'hydromorphie des sols

Le synoptique ci-après synthétise les critères de détermination des zones humides.

3. FONCTIONNALITE DES ZONES HUMIDES

Une fois les zones humides identifiées, il est possible de définir leurs fonctionnalités. Il existe deux types de zones humides, les zones humides fonctionnelles, ou altérées :

○ Zones humides fonctionnelles :

Ces zones sont marquées par une grande richesse biologique et diverses fonctions ce qui les représente comme de vraies infrastructures naturelles. Les fonctions et les services rendus par ces milieux sont nombreux :

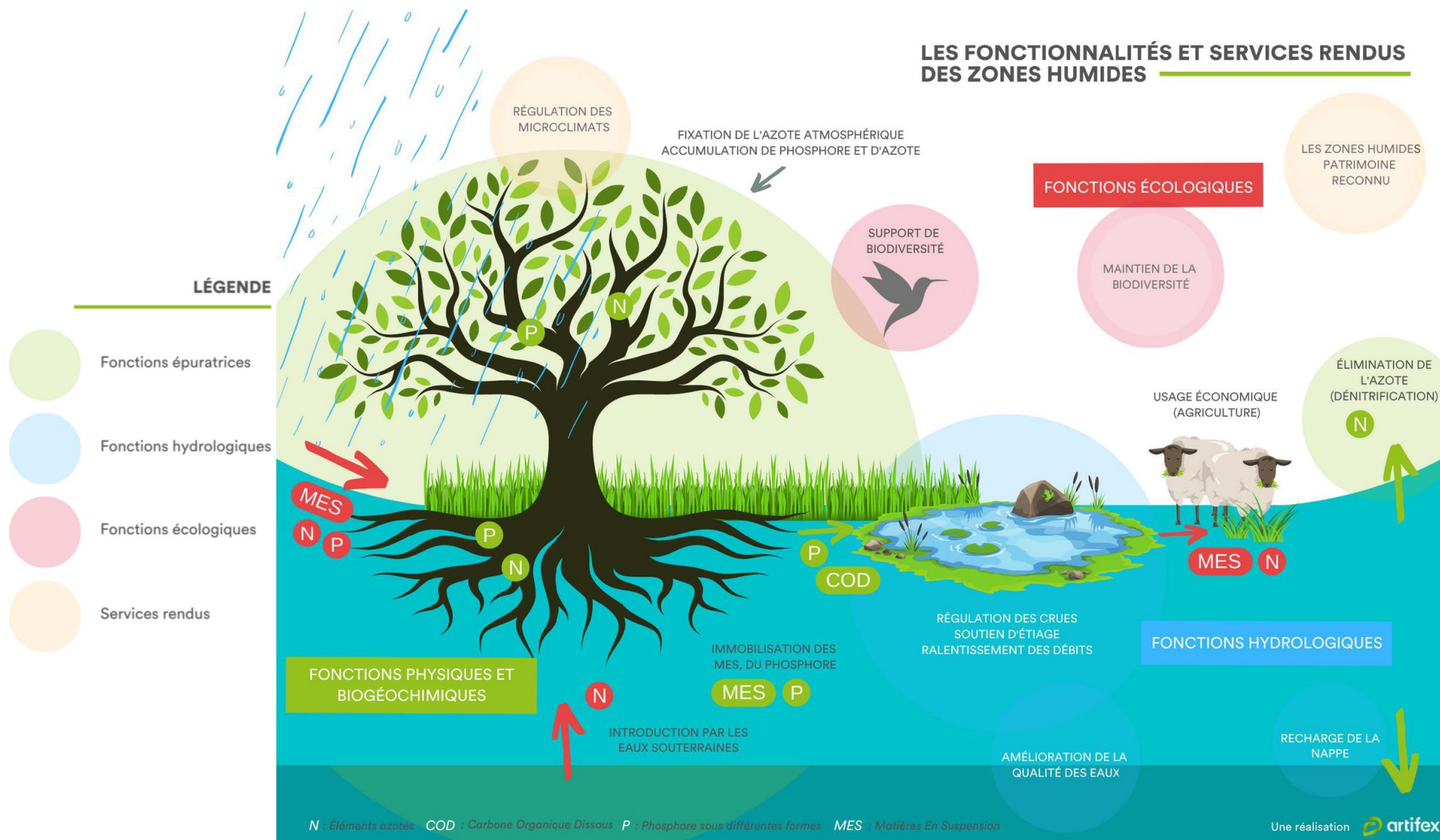
- ❖ **Fonctions hydrologiques.** Les milieux humides sont des « **éponges naturelles** », permettant de **réguler les crues** en stockant l'eau et en retardant les ruissellements, ce qui en fait un rôle essentiel dans la prévention contre les inondations. A contrario, ils permettent de **soutenir les débits d'étiages** en période de sécheresse en restituant progressivement les eaux stockées en période pluvieuses. Enfin, le **rechargement des nappes phréatiques** est assuré par l'infiltration des apports d'eau stockés.
- ❖ **Fonctions physiques et biogéochimiques.** Les zones humides sont les « **reins** » de la **planète** permettant l'amélioration de la qualité de l'eau. Ce sont des **filtres physiques** : elles piègent les matières en suspension, les polluants, et les nutriments par le biais des végétaux. Ce sont également des **filtres biologiques** : elles régulent les éléments nutritifs (azote, nitrates, phosphates) par des processus de dénitrification et de déphosphatation, généralement responsables d'une eutrophisation des milieux aquatiques.
- ❖ **Fonctions écologiques.** Les zones humides constituent de véritables **réservoirs de biodiversité**. Elles présentent un véritable intérêt patrimonial, en se caractérisant par de nombreux habitats et en hébergeant de nombreuses espèces. Véritable support de biodiversité, elles offrent des zones d'alimentation, de reproduction, d'abris, de refuge, de repos (étape migratoire pour les oiseaux), pour une multitude d'espèces animales et végétales et assurent ainsi des fonctions vitales pour leur cycle de vie.
- ❖ **Les autres services rendus par les zones humides.** Elles participent à la régulation du climat. Elles constituent de véritables puits à carbone. Influencent localement les précipitations et la température atmosphérique via les phénomènes de transpiration et d'évapotranspiration, et peuvent modérer les effets de sécheresse. Elles ont également des valeurs économiques, touristiques, récréatives, culturelles, patrimoniales, éducatives, esthétiques, scientifiques, des services de production et d'approvisionnement, pour la santé humaine.

○ Zone humide altérée :

Il s'agit d'une zone qui a perdu une partie de ses fonctions à la suite d'aménagements anthropiques (drains, remblais, mise en culture, etc.). Néanmoins, elle reste une zone humide au titre du code de l'environnement.

Illustration 3 : Présentation des fonctionnalités principales d'une zone humide

Source : SAGE RFBB ; Réalisation : Artifex 2022



PARTIE 2 CONTEXTE DE L'ETUDE

1. REGLEMENTATION LIEE AU PROJET

Le régime de l'évaluation environnementale actuel résulte notamment du décret n°2016-1110 du 11 août 2016 relatif à la modification des règles applicables à l'évaluation environnementale des projets, plans et programmes.

Ce décret a institué le modèle actuel de l'autorisation environnementale unique.

Le régime en est désormais codifié aux articles L122-1 à L122-15 du code de l'environnement, concernant la partie législative, ainsi qu'aux articles R122-1 à R122-27 du code de l'environnement, concernant la partie réglementaire.

L'évaluation environnementale est un processus constitué de :

- L'élaboration d'un rapport d'évaluation des incidences sur l'environnement par le maître d'ouvrage du projet, soit l'étude d'impact,
- La réalisation des consultations prévues, notamment la consultation de l'autorité environnementale, qui rend un avis sur le projet, et sur le rapport d'évaluation des incidences sur l'environnement, et la consultation du public.
- L'examen des informations contenues dans le rapport d'évaluation et reçues dans le cadre des consultations par l'autorité autorisant le projet.

L'annexe à l'article R 122-2 du Code de l'environnement, précédemment cité précise les projets soumis soit à évaluation environnementale de manière systématique, soit après un examen au cas par cas.

Dans cette liste, à la rubrique Energie, ligne 30, il est indiqué :

Catégories d'aménagements, d'ouvrages et de travaux	Projets soumis à évaluation environnementale	Projets soumis à la procédure de « cas par cas »
30. Installations photovoltaïques de production d'électricité (hormis celles sur toitures, ainsi que celles sur ombrières situées sur des aires de stationnement).	Installations d'une puissance égale ou supérieure à 1 MWc, à l'exception des installations sur ombrières	Installations d'une puissance égale ou supérieure à 300 kWc

Une étude d'impact environnementale est donc nécessaire dans le cadre de la demande de permis de construire.

L'étude d'impact environnementale comprendra un diagnostic écologique ayant pour objectif d'analyser le contexte écologique du site d'étude retenu et de déterminer ses enjeux afin d'affiner le projet d'aménagement. Dans le cadre de cette étude, l'analyse de la végétation (habitats et espèces) permettra de définir la présence de zones humides et de les délimiter sur le critère de la végétation.

L'Arrêté du 24 juin 2008 modifié par l'arrêté du 1er octobre 2009 et complété par la loi portant création de l'OFB (26 juillet 2019) précise que pour être considérée zone humide un espace doit satisfaire les critères végétations ou les critères pédologiques. **Ainsi, l'absence du critère de végétation sur le site d'étude ne suffit plus à considérer l'absence de zone humide.**

Les prospections de zone humide ont porté sur l'ensemble du site d'étude, présenté ci-après, ainsi que sur les terrains périphériques qui, sous réserve de la présence d'une zone humide, pourraient être impactés par la création du projet de parc photovoltaïque, nous parlerons alors d'impact indirect.



2. AIRES D'ETUDE

La société CORFU SOLAIRE porte un projet de parc photovoltaïque au sol sur la commune de Vaumas dans le département de l'Allier (03).

Le tableau suivant présente les aires d'étude considérées dans le présent diagnostic zones humides. Celles-ci sont représentées sur la carte ci-dessous.

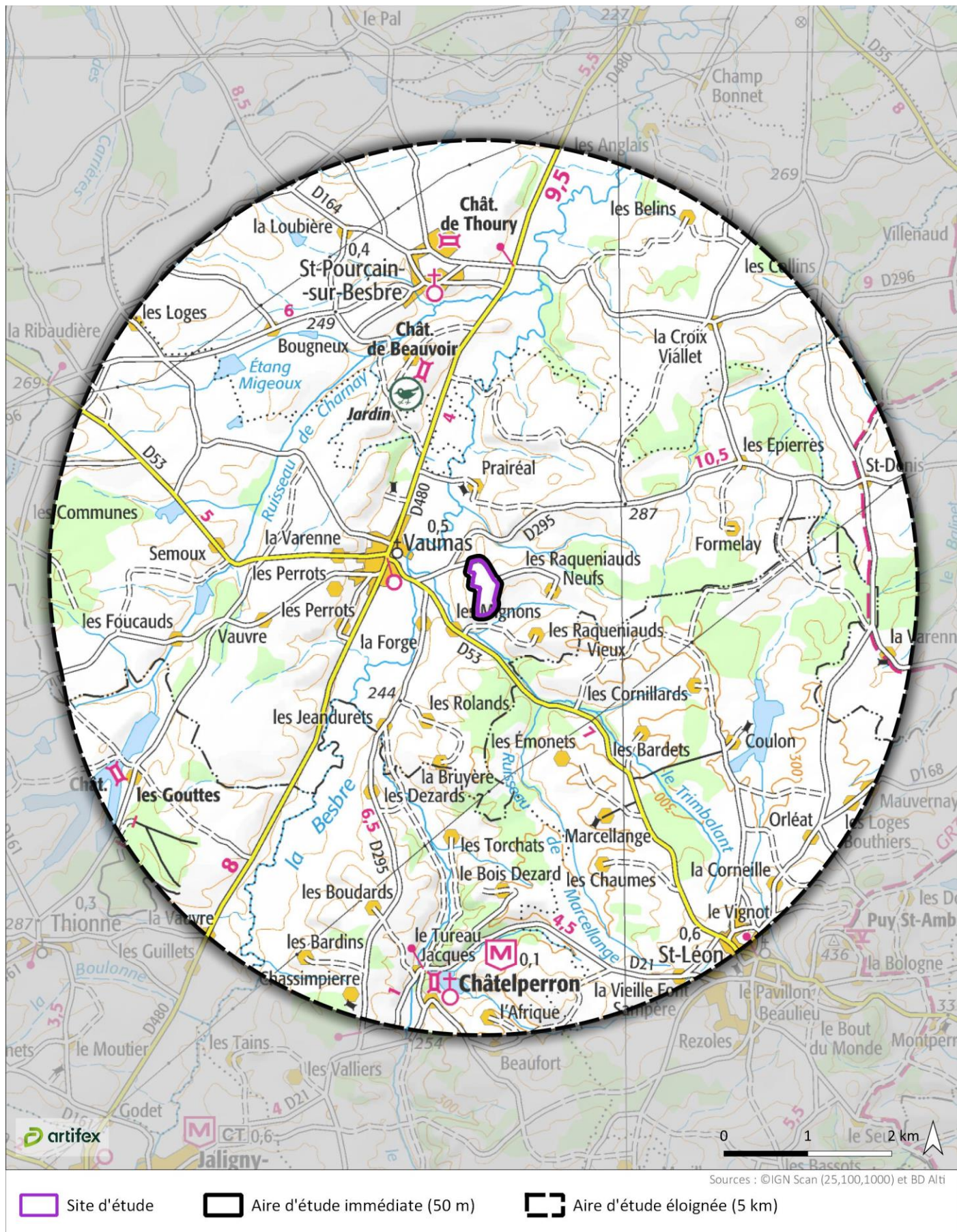
Définition	Emprise
Aire d'étude éloignée	Rayon de 5 km
Il s'agit de la zone qui englobe tous les impacts potentiels. Elle est définie sur la base des éléments physiques du territoire facilement identifiables ou remarquables, des frontières biogéographiques ou des éléments humains ou patrimoniaux remarquables.	
Aire d'étude immédiate	Rayon de 50 m
Cette aire d'étude correspond à une bande de quelques dizaines à plusieurs centaines de mètres autour du site d'étude. Il s'agit de l'aire des études environnementales au sens large du terme : milieu physique, milieu humain, milieu naturel, habitat, santé, sécurité, etc. Elle permet de prendre en compte toutes les composantes environnementales du site d'accueil du projet.	
Site d'étude	
Il s'agit de la zone au sein de laquelle l'opérateur envisage d'implanter son projet. Cette emprise potentielle, commune à toutes les thématiques, est généralement déterminée par la maîtrise foncière du projet. Le site d'étude englobe l'implantation du projet en intégralité.	

3. LOCALISATION DU PROJET

Le site d'étude et son aire d'étude immédiate (zone tampon de 50 m) couvrent une superficie totale de 22,5 ha.

Illustration 4 : Localisation géographique du site du projet

Réalisation : Artifex 2022



4. CONTEXTE ENVIRONNEMENTAL DU SITE D'ETUDE

4.1. Occupation du sol

Le site d'étude est très majoritairement couvert par des pâtures. Il faut noter la présence, au sein de ces milieux, d'une zone plus rudérale au Nord du site, jouxtant un tapis de Scirpe des marais et d'un petit boisement de frênes et chênes au Sud-Est. Par ailleurs, le site d'étude est traversé d'Est en Ouest par une haie arbustive et comporte quelques fossés humides et arbres isolés.



Tapis de Scirpe des marais sur le site d'étude
Sylvain Fouque (ARTIFEX), 25-07-2022



Pâture sur le site d'étude
Sylvain Fouque (ARTIFEX), 25-07-2022



Bosquet arboré sur le site d'étude
Sylvain Fouque (ARTIFEX), 25-07-2022



Haie arbustive sur le site d'étude
Sylvain Fouque (ARTIFEX), 25-07-2022

4.2. Milieu physique

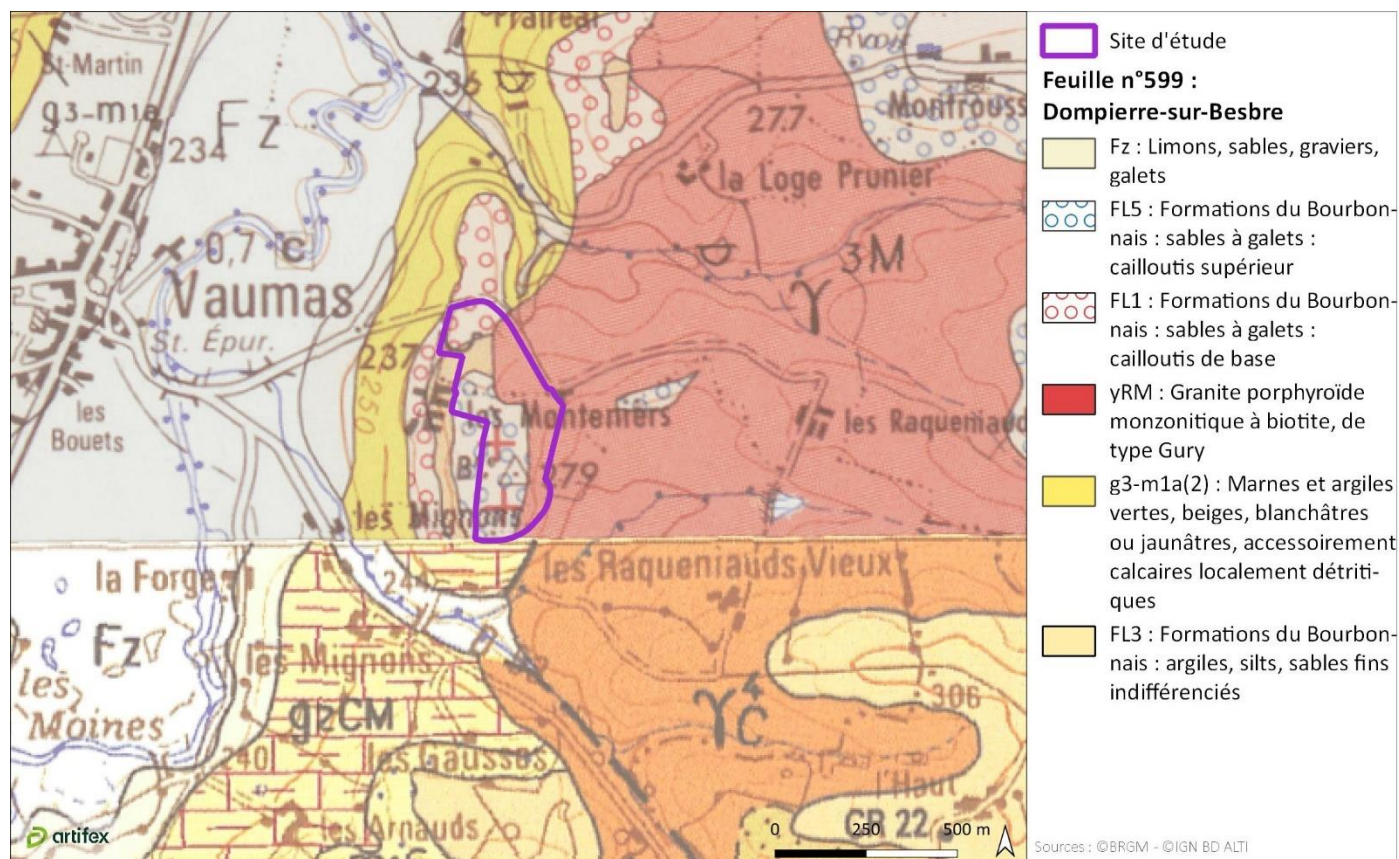
4.2.1. Sol

D'un point de vue géologique, le site d'étude prend place au droit de plusieurs formations successives :

- o Formations différenciées du Bourbonnais (FL1, FL3 et FL5) principalement composés de sables, de galets intercalés d'un niveau d'argiles ;
- o Granite porphyroïde monzonitique à biotite (yRM) présentant des mégacristaux de feldspath potassique, souvent moins bien individualisés que ceux du granite de Chevagnes. Les quartz y sont plus volumineux, atteignant souvent 6 à 7 mm. Ces quartz habituellement hyalins, prennent parfois un aspect laiteux. Les biotites, moins abondantes, sont plus dispersées.

Illustration 5 : Géologie du site d'étude

Réalisation : Artifex 2022



Le site d'étude s'inscrit globalement au droit de formations sableuses plutôt perméables à l'Ouest et granitiques à l'Est et donc plutôt imperméables. Les matériaux issus des formations du Bourbonnais au Nord du site d'étude ont été exploités.

4.2.2. Eau superficielle

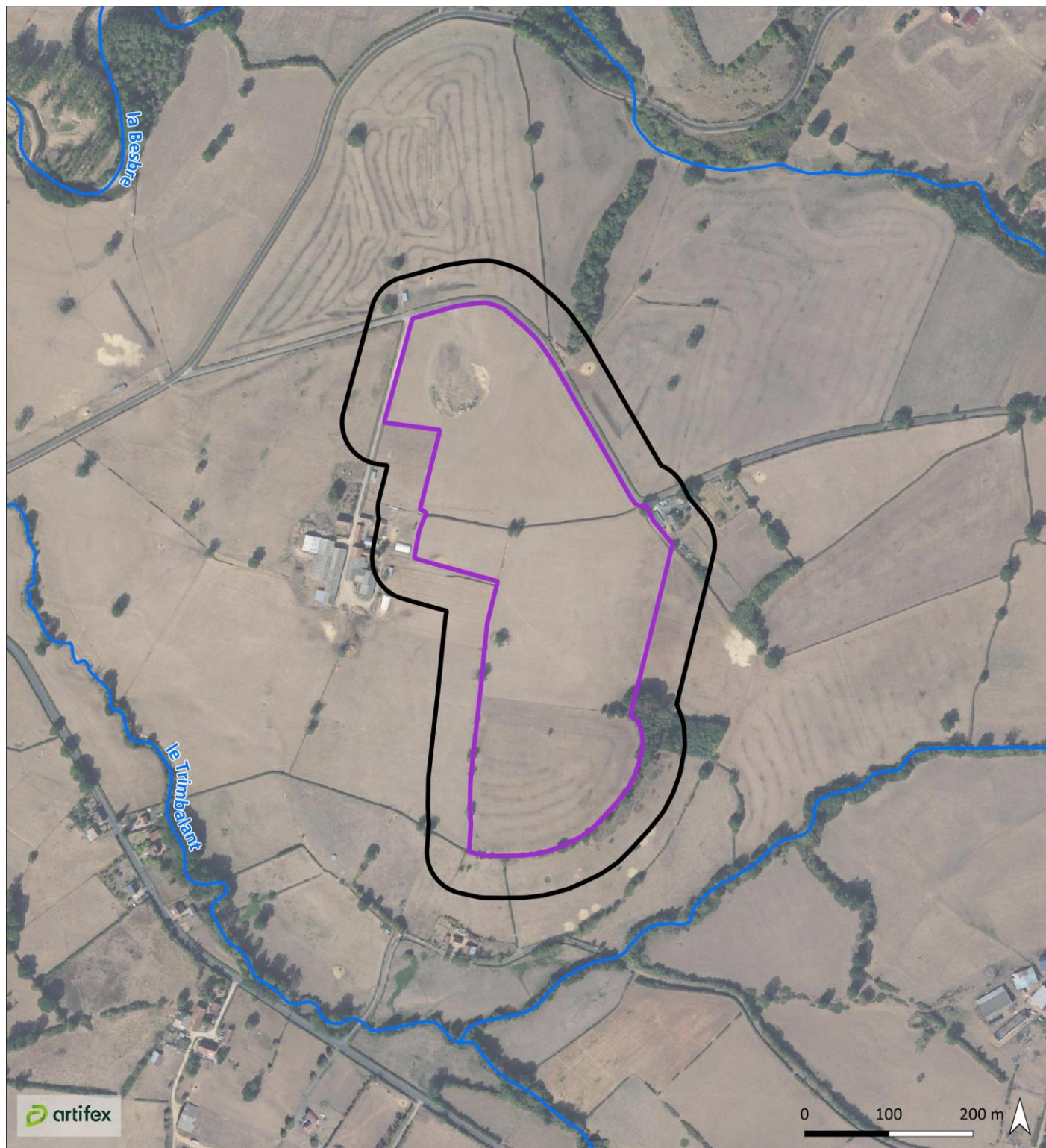
Le **contexte hydraulique** du site est lié à la nature géologique du secteur. On note la présence d'un écoulement intermittent, localisé en fond de thalweg au Nord-Est de l'aire d'étude immédiate identifié sur le terrain, mais non recensé par la BD TOPAGE.

Le cours d'eau le permanent plus proche, **le Trimbalant** passe à 170 m au Sud du site et s'écoule globalement de l'Est vers l'Ouest, en direction de **la Besbre**, dans laquelle il se jette et qui passe à 780 m à l'Ouest du site d'étude. On note également la présence d'un cours d'eau permanent à 280 mètres au nord du site d'étude qui s'écoule de l'Est vers l'Ouest et qui rejoint **la Besbre**.

La cartographie des cours d'eau localisés aux abords du site est présentée à la page suivante.

Illustration 6 : Cours d'eau aux abords du site d'étude

Réalisation : Artifex 2022



Sources : ©IGN Orthophotographie, BD Alti et BD Topage

- | | |
|---|--|
|  Site d'étude | Cours d'eau |
|  Aire d'étude immédiate (50 m) |  Intermittent |
| |  Permanent |

4.2.3. Eau souterraine

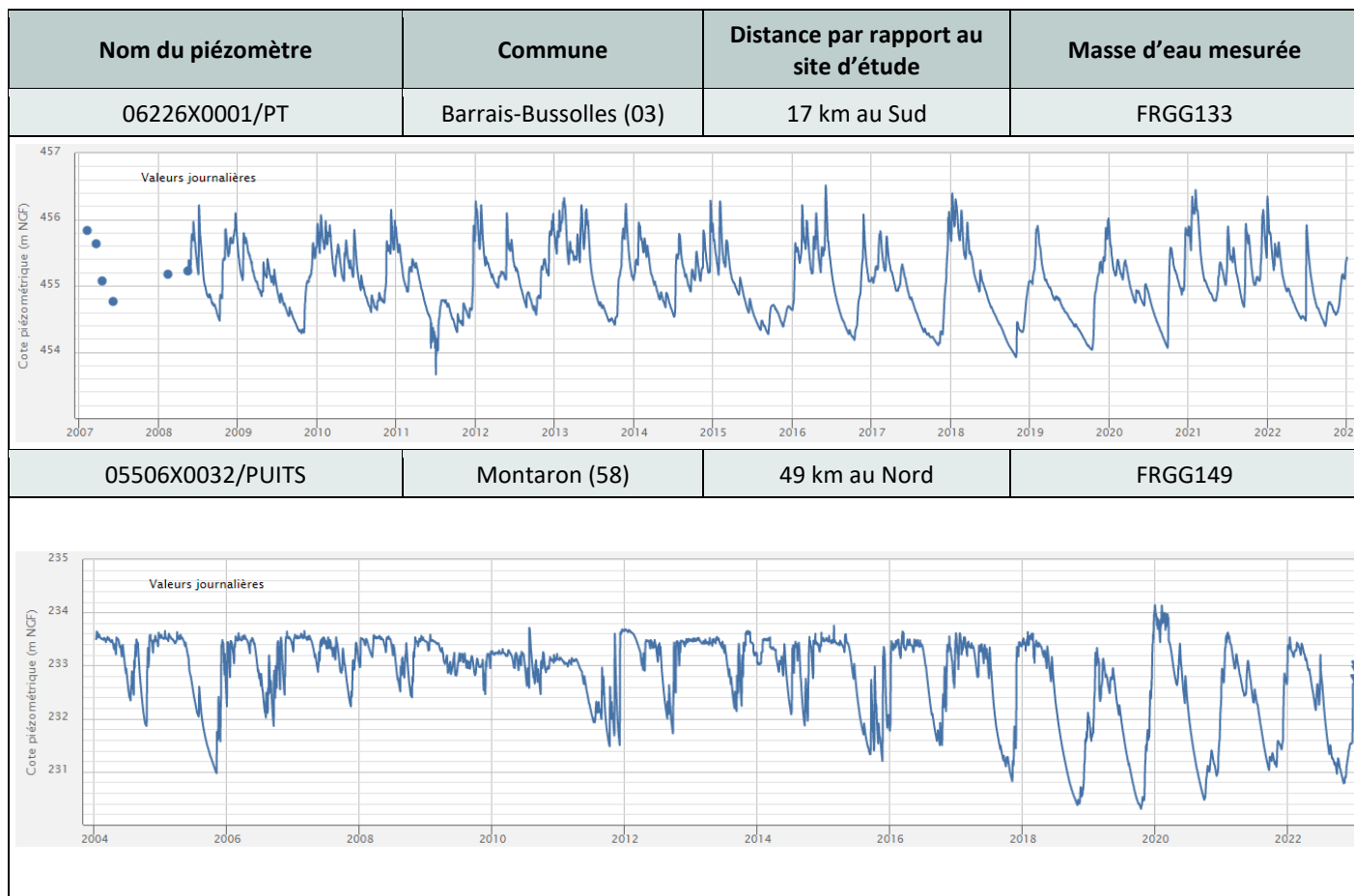
Les données disponibles sur le site de l'Agence de l'eau du Bassin Loire-Bretagne, informent sur les caractéristiques et l'état des masses d'eau souterraines recoupant le site d'étude.

Au droit du site d'étude, on distingue 2 masses d'eau souterraines, indiquées de la plus superficielle à la plus profonde dans le tableau ci-dessous :

Surface ↓ Profondeur	FRGG133 – Bassin versant de la Loire - Madelaine Socle – non karstique Superficie : 1188 km ²
	FRGG149 – Sables et argiles du Bourbonnais du Mio-Pliocène et complexe multicouche des Limagnes Dominante sédimentaire – Non karstique Superficie : 2651 km ²

Plusieurs piézomètres sont présents au niveau des masses d'eau souterraines identifiées au droit du site d'étude. Ceux-ci donnent des indications sur la **hauteur d'eau** des nappes d'eau souterraines.

Le tableau suivant présente les chroniques piézométriques enregistrées au niveau des masses d'eau souterraines (mesure de la profondeur relative de la masse d'eau en fonction du temps) :



De manière générale, une baisse du niveau piézométrique peut être liée à un déficit de précipitation et donc de recharge de la nappe et/ou à l'augmentation des prélèvements. C'est généralement un phénomène apparaissant en période sèche. À l'inverse, une augmentation du niveau piézométrique est due à une recharge de la nappe grâce aux précipitations, cumulée ou non à une diminution des prélèvements.

Les masses d'eau FRGG133 et FRGG149 présentent toutes deux des cycles réguliers avec peu d'évolution depuis les années 2000. Les cycles bas tendent à s'accroître pour la masse d'eau FRGG149.



PARTIE 3 PROSPECTION ZONES HUMIDES

1. ANALYSE BIBLIOGRAPHIQUE

Le site d'étude ne recoupe aucune zone humide avérée ou probable. Les données sont issues du SAGE Dore, de la pré-localisation des zones humides du bassin Loire-Bretagne et de la pré-localisation des zones humides du bassin versant de l'Allier aval.

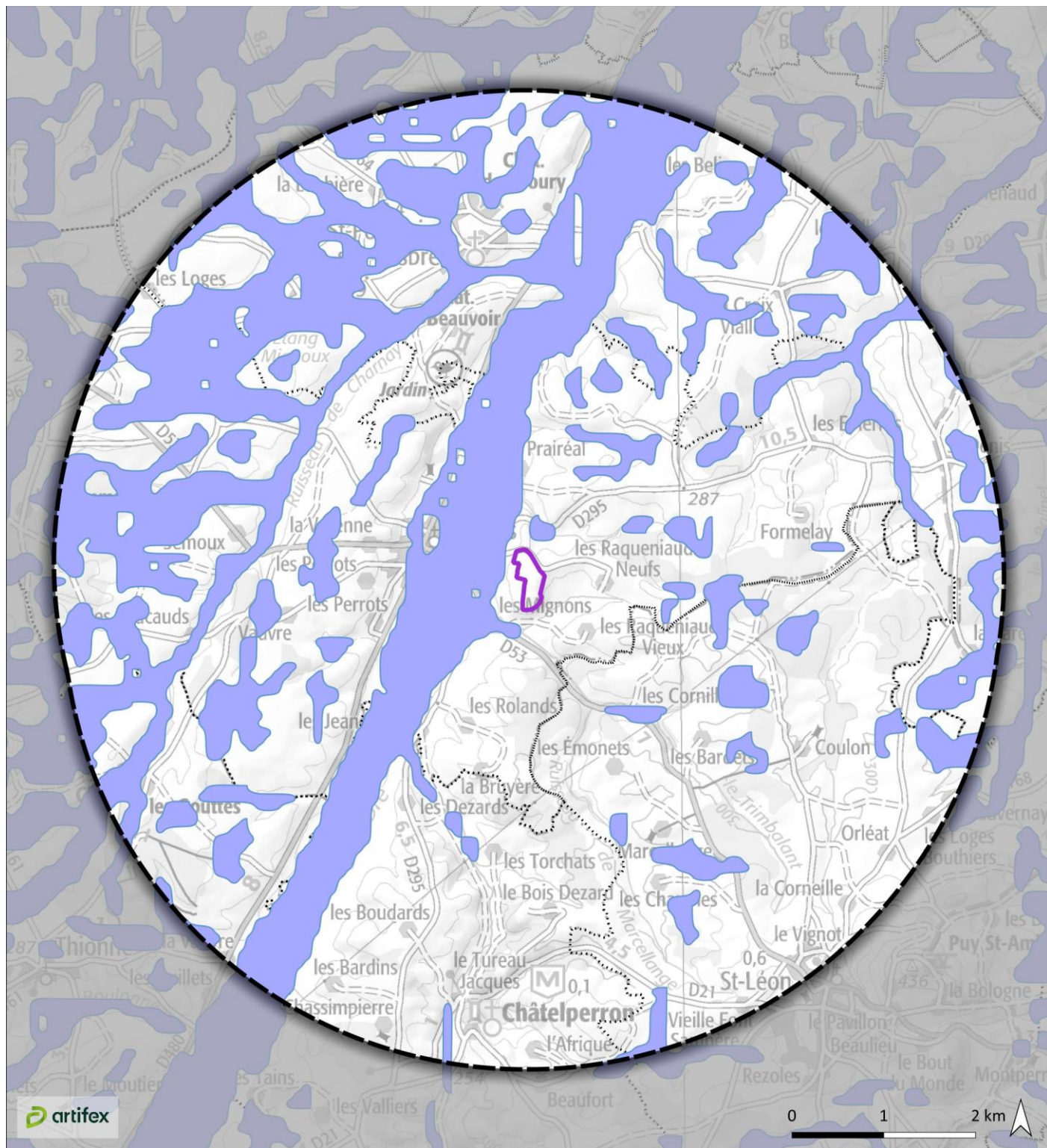
L'inventaire de ces zones humides est issu d'un travail de synthèse et d'analyses des données existantes (Inventaire SIEL, Natura 2000, orthophotographies, données géologiques ...) permettant une pré-localisation des zones humides.

Ces données proposent une modélisation des enveloppes qui, selon les critères géomorphologiques et climatiques, sont susceptibles de contenir des zones humides au sens de l'arrêté du 24 juin 2008 modifié

La cartographie des zones humides identifiées dans l'aire d'étude éloignée du site d'étude est présente à la page suivante.

Illustration 7 : Zones humides au sein de l'aire d'étude éloignée

Réalisation : Artifex 2022



Sources : ©IGN AdminExpress 2022, BD Alti et Scan (25,100,1000) - ©RPDZH

- Site d'étude
- Aire d'étude éloignée (5 km)

- Zones humides**
- Probables

2. ANALYSE DU CRITERE DE VEGETATION

2.1. Méthodologie

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

L'étude des habitats naturels et de la flore est réalisée sur l'ensemble du site d'étude ainsi que sur sa zone tampon (environ 50 m autour du site). Les investigations sur le terrain sont réalisées à une période où les espèces sont à un stade de développement permettant leur détermination. La période incluant la floraison des principales espèces est privilégiée. Afin de dresser la cartographie des habitats du site et d'étudier la flore présente, le site est parcouru de manière à couvrir l'ensemble des différents types de milieux, mais en donnant une importance particulière aux milieux reconnus à enjeux.

2.1.1. Critère habitat de végétation

L'examen des habitats consiste à effectuer un relevé phytosociologique conformément aux pratiques en vigueur et à déterminer s'ils correspondent à un ou des habitats caractéristiques de zones humides. Sinon, il convient de vérifier les indications fournies par l'examen des sols. Les habitats sont caractérisés suivant le système d'information européen sur la nature EUNIS (complété par la nomenclature CORINE Biotopes). Sur cette base, un espace peut être considéré comme humide si les habitats qui le composent figurent comme habitats caractéristiques de zones humides dans la liste de l'Annexe II B de l'Arrêté du 24 juin 2008 modifié. La limite de la zone humide correspond alors au contour de cet espace auquel sont joints, le cas échéant, les espaces identifiés comme humides d'après le critère relatif aux sols.

A noter que l'annexe II B de l'Arrêté du 24 juin 2008 modifié² précise **2 codifications** d'habitats humides.

La mention d'un **habitat coté « H »** signifie que cet habitat, ainsi que, le cas échéant, tous les habitats de niveaux hiérarchiques inférieurs sont caractéristiques de zones humides.

Dans certains cas, l'habitat d'un niveau hiérarchique donné ne peut pas être considéré comme systématiquement ou entièrement caractéristique de zones humides, soit parce que les habitats de niveaux inférieurs ne sont pas tous humides, soit parce qu'il n'existe pas de déclinaison typologique plus précise permettant de distinguer celles typiques de zones humides. Pour ces **habitats cotés « p »** (pro parte), de même que pour les habitats qui ne figurent pas dans ces listes (c'est-à-dire ceux qui ne sont pas considérés comme caractéristiques de zones humides), il n'est pas possible de conclure sur la nature humide de la zone à partir de la seule lecture des données ou cartes relatives aux habitats. Une expertise des sols ou des espèces végétales doit être réalisée conformément aux modalités énoncées aux annexes de l'Arrêté du 24 juin 2008 modifié.

Illustration 8 : Extrait du tableau des habitats caractéristiques des zones humides

Source : Annexe II table B ; Arrêté du 24 juin 2008 modifié²

CODE CORINE	HABITAT	HABITATS de zones humides
37.83	Mégaphorbiaies pyrénéo-ibériques.	p.
37.85	Mégaphorbiaies corses à Cymbalaria.	p.
37.86	Mégaphorbiaies corses à Doronicum.	H.
38	Prairies mésophiles.	p.
38.1	Pâtures mésophiles	p.
38.11	Pâturages continus.	p.

² L'annexe II B de l'Arrêté du 24 juin 2008 modifié est consultable sur le site legifrance.gouv.fr.

2.1.2. Critère espèces végétales

Le premier de ces deux critères (habitat) est privilégié. Le critère flore est utilisé seulement dans certains cas spécifiques (habitats naturels complexes, milieux dénaturés, etc.).

L'examen des espèces végétales, si des espèces hygrophiles sont identifiées, est réalisé par placettes (zone de 1,5 à 10 m de rayon), par secteur homogène du point de vue des conditions mésologiques. Sur chacune des placettes, l'examen de la végétation vise à vérifier si elle est caractérisée par des espèces dominantes indicatrices de zones humides. En cas de présence d'une zone humide, sa délimitation se fait en positionnant les placettes d'étude de part et d'autre de la limite supposée.

Une estimation visuelle du pourcentage de recouvrement des espèces pour chaque strate de végétation est réalisée, en travaillant par ordre décroissant de recouvrement. Ainsi, l'Arrêté du 24 juin 2008 modifié définit la méthodologie d'analyse suivante (pour chaque strate) :

- Noter le pourcentage de recouvrement des espèces ;
- Les classer par ordre décroissant ;
- Etablir une liste des espèces dont les pourcentages de recouvrement cumulés permettent d'atteindre 50 % du recouvrement total de la strate ;
- Ajouter les espèces ayant individuellement un pourcentage de recouvrement supérieur ou égal à 20 %, si elles n'ont pas été comptabilisées précédemment.

Ainsi, pour chaque strate, une liste d'espèces dominantes est ainsi obtenue. Les 3 listes (strate herbacée, arbustive et arborescente) sont regroupées. Si celles-ci montrent que la moitié au moins des espèces figurent dans la liste des espèces indicatrices de zones humides mentionnée dans l'annexe II A de l'Arrêté du 24 juin 2008, le milieu est considéré comme humide ; sinon il convient de vérifier les indications fournies par l'examen des sols.

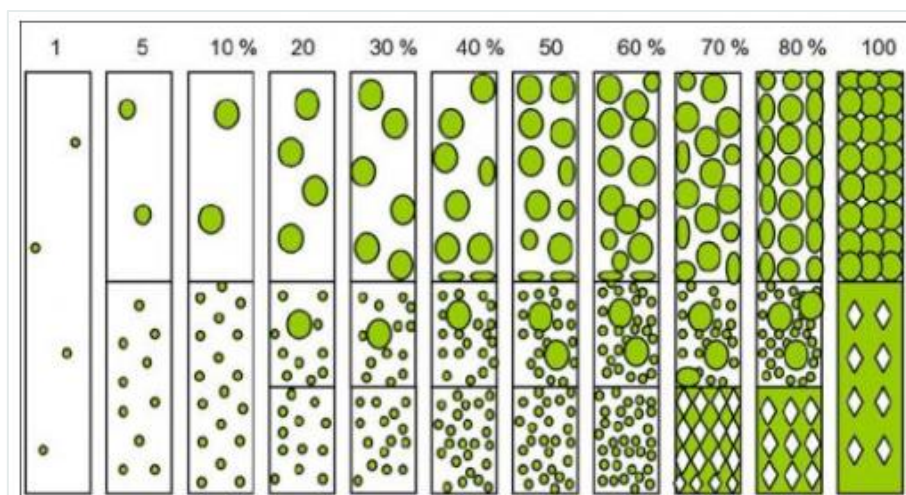
Illustration 9 : Extrait du tableau des espèces indicatrices de zones humides

Source : Annexe II table A ; Arrêté du 24 juin 2008 modifié

CODE FVF	NOM COMPLET (nomenclature de la flore vasculaire de France)
79865	Achillea ageratum L.
79921	Achillea ptarmica L.
80009	Aconitum burnatii Gayer.
80037	Aconitum napellus L.
80086	Acorus calamus L.
80185	Adenostyles briquetii Gamisans.

Illustration 10 : Table de détermination du pourcentage de recouvrement

Source : N Fromont d'après PRODON



2.1.3. Inventaire de terrain

Dans le cas de ce projet, les visites de terrain dédiées à la flore et aux habitats naturels et réalisées par le **bureau d'études ARTIFEX** ont été effectuées aux dates suivantes :

Chargé de mission		Dates	Thématique
	Sylvain FOUQUE	09/06/2022	Habitats / Flore
	Sylvain FOUQUE	25/07/2022	Habitats / Flore
	Sylvain FOUQUE	28/07/2022	Habitats / Flore
	Sylvain FOUQUE	24/04/2023	Habitats / Flore

2.2. Analyse des relevés de terrain

Des inventaires de terrain ont été effectués entre juin et juillet 2022 afin de caractériser la végétation du site d'étude et de son aire d'étude immédiate. Les photographies ci-après présentent les principaux habitats de végétation qui occupent le site d'étude.



Tapis de Scirpe des marais sur le site d'étude (zone humide)
Sylvain Fouque (ARTIFEX), 25-07-2022



Pâturage sur le site d'étude
Sylvain Fouque (ARTIFEX), 09-06-2022



Milieux rudéraux sur le site d'étude
Sylvain Fouque (ARTIFEX), 09-06-2022



Haie arbustive sur le site d'étude
Sylvain Fouque (ARTIFEX), 09-06-2022

2.2.1. Habitats humides

Dans le site d'étude et son aire d'étude immédiate, plusieurs habitats humides ont été recensés selon le critère « habitats de végétation » (au titre de l'Arrêté du 24 juin 2008 modifié). Il s'agit des habitats naturels suivants :

- Forêts riveraines à Frênes et Aulnes [G1.21] ;
- Tapis de Scirpe des marais [C3.42A] ;
- Prairies à Joncs à tépales aigus [E3.42] ;
- Fossés humides [E3.4].

Ces habitats couvrent une superficie totale de 0,34 ha sur le secteur étudié.

2.2.2. Habitats *pro parte*

Pour les 11 habitats *pro parte* suivants, totalisant 21,25 ha, le critère « espèces végétales » ne permet pas de conclure sur la nature humide de l'habitat, car aucun de ces habitats *pro parte* n'est recouvert à plus de 50% d'espèces hygrophiles référencées dans l'annexe II A de l'Arrêté du 24 juin 2008. Une étude pédologique est donc nécessaire :

- Frênaies-chênaies subatlantiques à Primevères [G1.A13] ;
- Bois de Robiniers [G1.C3] ;
- Prébois de Robiniers [G5.61] ;
- Mosaïques de fourrés et bosquets [F3.1111 x G1.A13] ;
- Pâturages piquetés de ligneux [E2.113 x F3.1111] ;
- Pâturages collinéens subatlantiques [E2.113] ;
- Milieux surpâturés [E2.111 x H5.6] ;
- Végétations herbacées anthropiques [E5.11] ;
- Zones rudérales (tas de fumier) [E5.11] ;
- Coupes forestières récentes, occupées précédemment par des Robiniers [G5.81] ;
- Haies arbustives [F3.1111].

Le tableau ci-dessous liste les habitats composant le site d'étude et son aire d'étude immédiate :

Habitats	Code EUNIS	Code CORINE biotope	Code UE (Natura 2000)	Déterminant ZNIEFF	Zones humides	Surface (ha) ou longueur (m)
Forêts riveraines à Frênes et Aulnes	G1.21	44.3	91E0*	Déterminant sous conditions	Humide	0,07 ha
Tapis de Scirpe des marais	C3.24A	53.14A	-	-	Humide	0,12 ha
Frênaies-chênaies subatlantiques à Primevères	G1.A13	41.23	-	Déterminant sous conditions	<i>Pro parte</i>	0,17 ha
Bois de Robiniers	G1.C3	83.324	-	-	<i>Pro parte</i>	0,01 ha
Prébois de Robiniers	G5.61	31.8D	-	-	<i>Pro parte</i>	0,08 ha
Mosaïques de fourrés et de bosquets	F3.1111 x G1.A13	31.8111 x 41.23	-	-	<i>Pro parte</i>	0,22 ha
Pâturages piquetés de ligneux	E2.113 x F3.1111	38.112 x 31.8111	-	-	<i>Pro parte</i>	0,27 ha
Pâturages collinéens subatlantiques	E2.113	38.112	-	-	<i>Pro parte</i>	19,21 ha
Milieux surpâturés	E2.111 x H5.6	38.111	-	-	<i>Pro parte</i>	0,55 ha



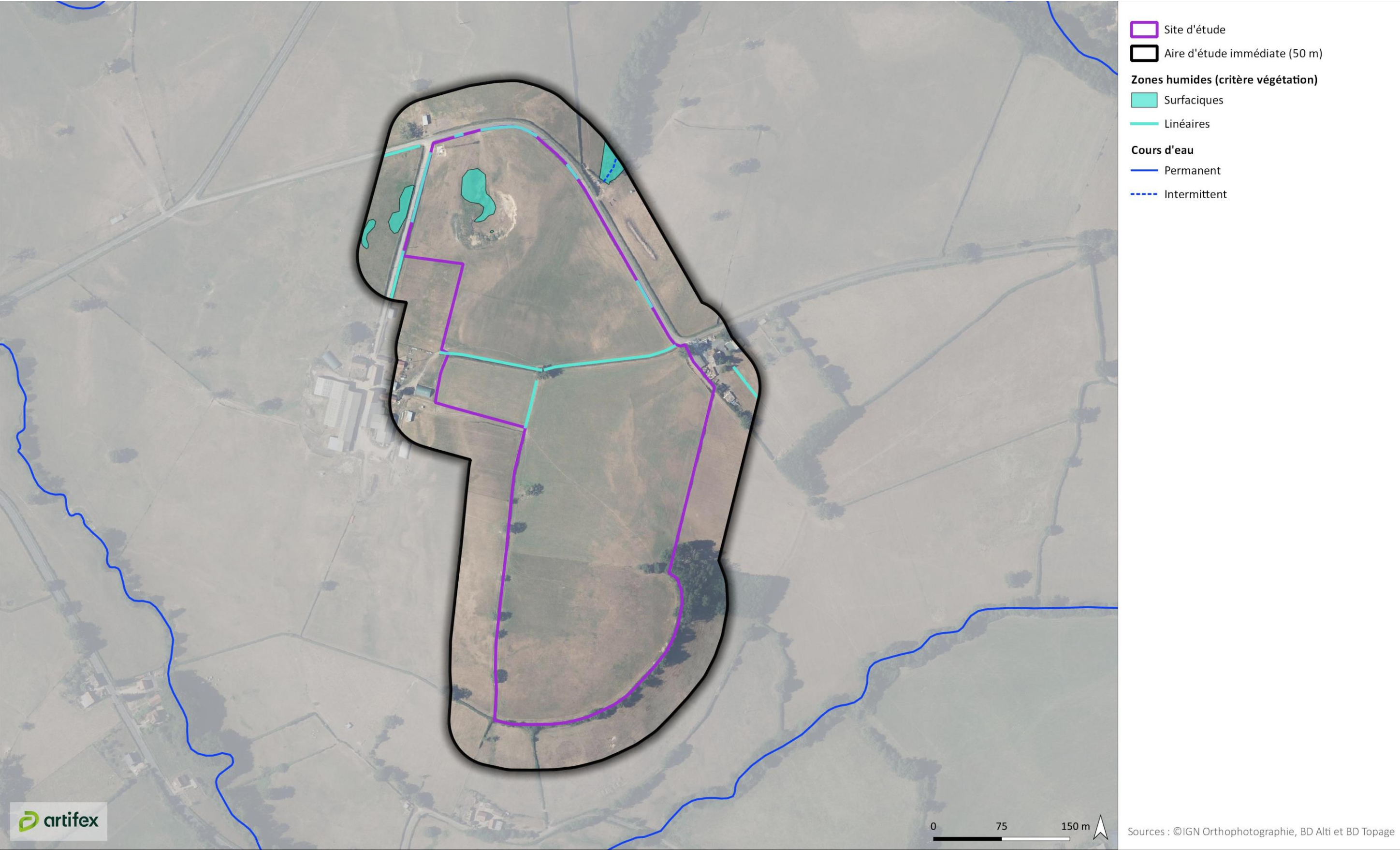
Habitats	Code EUNIS	Code CORINE biotope	Code UE (Natura 2000)	Déterminant ZNIEFF	Zones humides	Surface (ha) ou longueur (m)
Prairies à Joncs à tépales aigus	E3.42	37.22	-	Déterminant sous conditions	Humide	0,09 ha
Végétations herbacées anthropiques	E5.11	87.1	-	-	Pro parte	0,40 ha
Zones rudérales (tas de fumier)	E5.11	87.1	-	-	Pro parte	0,07 ha
Coupes forestières récentes, occupées précédemment par des Robiniers	G5.81	31.87	-	-	Pro parte	0,14 ha
Chemins agricoles	J4.2	86.2	-	-	Non caractéristique de zone humide	0,21 ha
Réseaux routiers et accotements	J4.2	86.2	-	-	Non caractéristique de zone humide	0,48 ha
Cours de ferme et stocks de matériaux	J4.6	86.2	-	-	Non caractéristique de zone humide	0,28 ha
Antennes	J2	86.3	-	-	Non caractéristique de zone humide	0,01 ha
Bâtiments agricoles	J2.42	86.2	-	-	Non caractéristique de zone humide	0,08 ha
Bâtiments résidentiels	J2.1	86.2	-	-	Non caractéristique de zone humide	0,01 ha
Fossés humides	E3.4	37.2	-	-	Humide	0,06 ha
Haies arbustives	F3.1111	31.8111	-	-	Pro parte	2384 m
Cours d'eau intermittents	C2	24.1	-	-	Aquatique	31 m
Superficie totale						22,48 ha
Superficie Zone humide totale						0,34 ha

L'illustration ci-après présente la cartographie des habitats ainsi que la localisation des zones humides selon le critère de végétation.

Illustration 11 : Habitats de végétation
Réalisation : Artifex 2023



Illustration 12 : Habitats de végétation caractéristiques de zones humides
Réalisation : Artifex 2023



2.3. Conclusion – critère de végétation

Selon le critère de végétation, 4 habitats humides ont été observés sur l'ensemble du site d'étude augmenté de son aire d'étude immédiate.

Au total, les habitats caractéristiques de zones humides identifiés occupent une surface cumulée d'environ 0,34 ha.

3. ANALYSE DU CRITERE PEDOLOGIQUE

3.1. Méthodologie

Une première analyse permet de déterminer les zones présentant une sensibilité. Cette analyse se base sur les **données bibliographiques** (carte pédologique, topographique, inventaires existants...), les inventaires écologiques s'ils ont eu lieu et les observations de terrain.

Des **sondages pédologiques** sont ensuite effectués dans les zones faisant l'objet d'une sensibilité.

Les investigations de terrain relatives à la prospection de zone humide sur critère pédologique sont effectuées conformément à la réglementation en vigueur. L'examen des sols porte prioritairement sur des points à situer de part et d'autre de la frontière supposée de la zone humide, suivant des transects perpendiculaires à cette frontière. Le nombre, la répartition et la localisation précise de ces points dépendent de la taille et de l'hétérogénéité du site, avec 1 sondage par secteur homogène du point de vue des conditions mésologiques. L'arrêté du 24 juin 2008 modifié, précise les critères de définition et de délimitation des zones humides en application des articles L. 214-7-1 et R. 211-108 du code de l'environnement :

- L'observation des traits d'hydromorphie peut être réalisée toute l'année mais la fin de l'hiver et le début du printemps sont les périodes idéales pour constater sur le terrain la réalité des excès d'eau.
- Chaque sondage pédologique doit être d'une profondeur de l'ordre de 1,20 mètre dans la mesure du possible. A noter que l'absence de trait d'hydromorphie dans les 50 premiers centimètres induit l'absence de zone humide.
- L'examen du sondage pédologique vise à vérifier la présence de traits hydromorphiques traduisant des horizons histiques, rédoxiques ou réductiques.

Il s'agit de sondages réalisés à la tarière manuelle Edelman d'une profondeur généralement comprise entre 0,6 et 1,20 m. Si aucune trace hydromorphique n'est identifiée dans les 50 premiers centimètres du sol, le sondage est stoppé.

Si ces caractéristiques sont présentes, le sol peut être considéré comme sol de zone humide. En leur absence, il convient de vérifier les indications fournies par l'examen de la végétation ou, le cas échéant pour les cas particuliers des sols, les résultats de l'expertise des conditions hydrogéomorphologiques.

L'observation des traits d'hydromorphie peut être réalisée toute l'année mais la fin de l'hiver et le début du printemps sont les périodes idéales pour constater sur le terrain la réalité des excès d'eau.


Résultats de prospections pédologiques à la tarière Edelman
Source : Artifex 2022

Ces investigations permettent de sortir des carottes (échantillons représentatifs de la pédologie du site), afin de les analyser. La caractérisation d'une zone humide sur la base de relevés pédologiques passe par l'observation de traits hydromorphiques dans le sol qui sont principalement marqués par les phénomènes suivants :

- Traits histiques : colorations brunes dues à la décomposition de la matière organique ;
- Traits réductiques : colorations uniformes gris - bleuâtres/verdâtres dues à la réduction du fer (milieu anaérobie) ;
- Traits rédoxiques : colorations orange-rouille dues à l'oxydation du fer (milieu aérobie).


Traits histiques
Source : Artifex

Traits réductiques
Source : Artifex

Traits rédoxiques
Source : Artifex

Ces traits sont plus ou moins représentés et marqués dans les sols suivant les conditions de formation de la zone humide.

Rappel :

Pour être considéré comme une zone humide, le sol (et la présence de ces traits) doit se conformer à la classification d'hydromorphie des sols, en référence aux classes du tableau du Groupe d'Etude des Problèmes de Pédologie Appliquée (GEPPA).

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

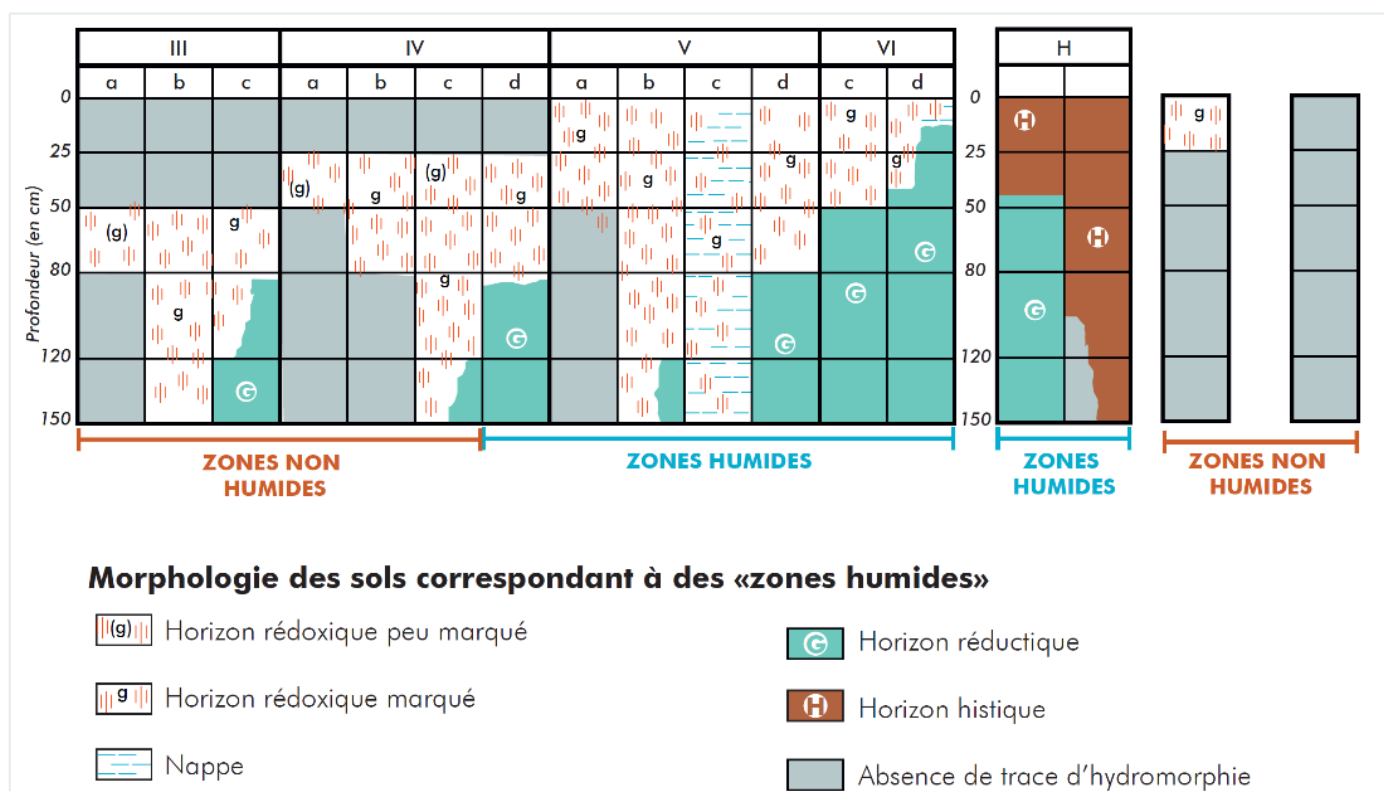
- D'horizons histiques (ou tourbeux) débutant à moins de 50 centimètres de la surface du sol et d'une épaisseur d'au moins 50 centimètres ;
- Ou de traits réductiques débutant à moins de 50 centimètres de la surface du sol ;
- Ou de traits rédoxiques débutant à moins de 25 centimètres de la surface du sol et se prolongeant ou s'intensifiant en profondeur ;
- Ou de traits rédoxiques 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.

Dans les horizons rédoxiques (Horizon g) ou pseudo-gleys, on distingue des traits d'oxydation du fer (couleur rouille). Ces horizons caractérisent des sols temporairement engorgés par l'eau.

Dans les horizons réductiques (Horizon G) ou gley, on distingue des traits de réduction du fer (couleur grise), le fer est réparti de manière homogène et est en quasi permanence sous forme réduite. Ces horizons, sont caractéristiques d'un engorgement permanent ou quasi-permanent par l'eau.

Illustration 13 : Classes d'hydromorphie

Source : GEPPA 1981 ; Artifex 2022



Si ces caractéristiques sont présentes, le sol est considéré comme hydromorphe. En leur absence, il convient de vérifier les indications fournies par l'examen de la végétation ou, le cas échéant pour les cas particuliers des sols, les résultats de l'expertise des conditions hydro- géomorphologiques³.

³ Pour certain type de sol (fluviosol) le lessivage important ne permet pas d'observer de trait d'hydromorphie. La mise en place d'un suivi piézométrique est donc nécessaire afin de déterminer si la présence de la nappe dans la couche supérieure du sol (50 premiers centimètres) est durable, traduisant la présence d'une zone humide, ou non.

3.2. Inventaire de terrain et analyse des données

Sur le site d'étude, le sol se compose d'environ 15 à 20 cm de terre végétale puis d'un substrat principalement sablo-caillouteux pouvant être plus ou moins humide. L'épaisseur de sol superficiel analysée sur le site est variable, entre 20 et 120 cm.

Lors des investigations sur le terrain, l'examen des sols doit porter prioritairement sur des points à situer de part et d'autre de la frontière supposée de la zone humide, suivant des transects perpendiculaires à cette frontière. Le nombre, la répartition et la localisation précise de ces points dépendent de la taille et de l'hétérogénéité du site, avec 1 point (= 1 sondage) par secteur homogène du point de vue des conditions mésologiques.

Ces sondages pédologiques ont été répartis de façon stratégique en fonction de la présence de végétation hygrophile, des habitats *pro parte*, de la géomorphologie du site, en s'appuyant sur la composition géologique des sols .

Les points de sondage sont présentés sur la carte ci-après.



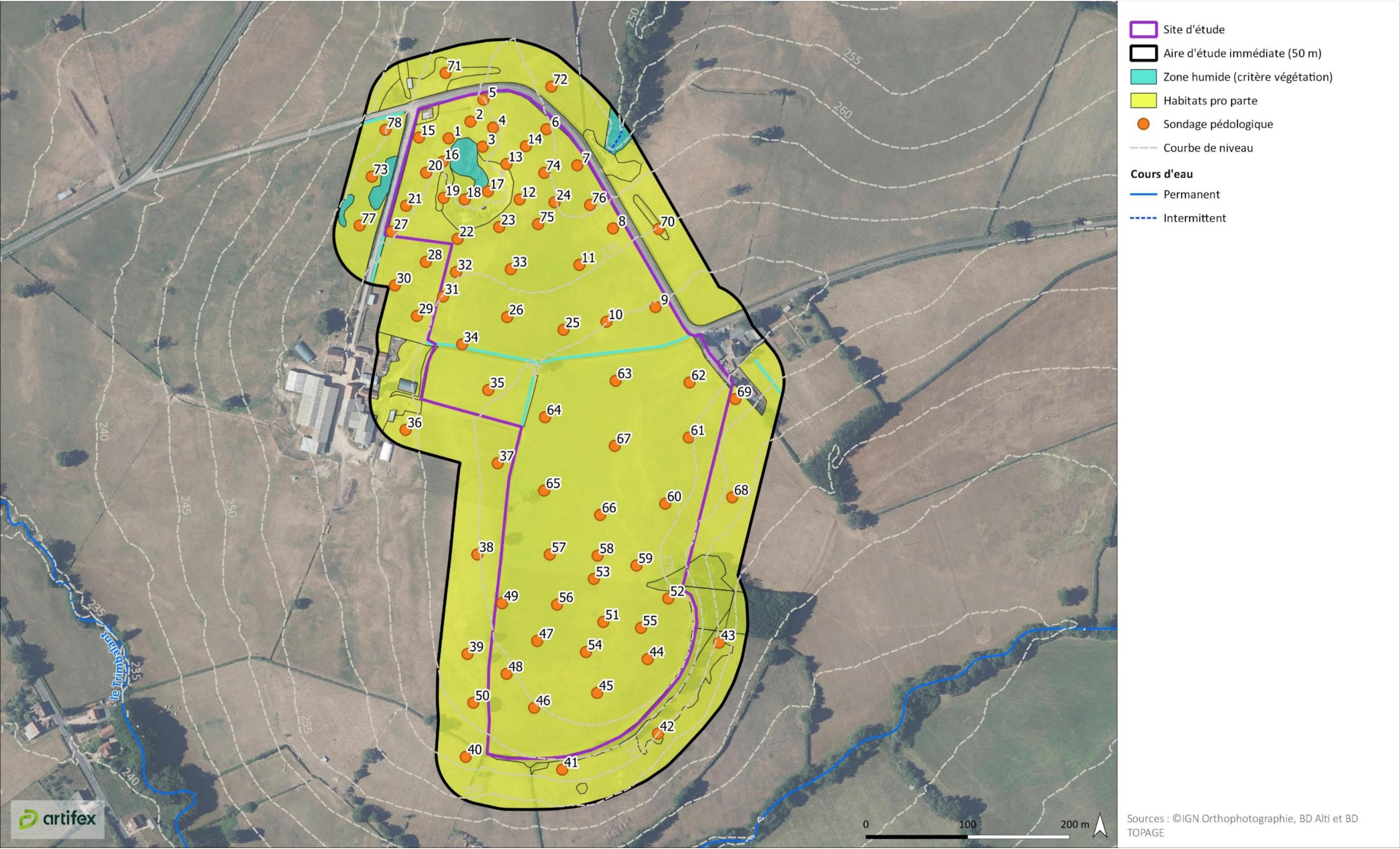
Sondage sur le site de Vaumas

Vianney Franssens, 26-11-2022

Dans le cas de ce projet, Vianney Franssens a réalisé trois journées de terrain afin d'effectuer une identification de zone humide sur critère pédologique :

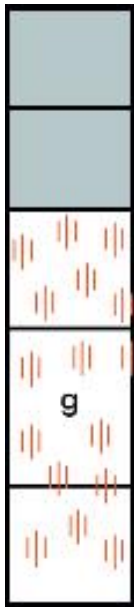
Chargé de mission		Dates	Thématique
	Vianney FRANSSENS	26, 27 et 28/11/2022	Prospection pédologique de zones humides

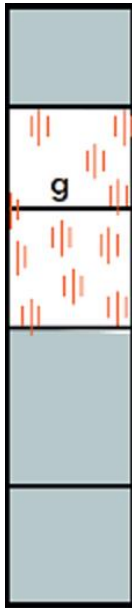
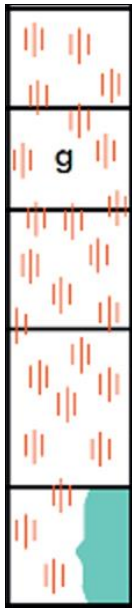
Illustration 14 : Localisation des sondages pédologiques
Réalisation : Artifex 2023



3.3. Conclusion – critère pédologique

Le tableau ci-après présente une synthèse des analyses pédologiques, caractérisées sur la base des classes d'hydromorphie du GEPPA présentées précédemment.

Sondage	Coupe de sondage	Description	Photographie	Classement GEPPA	Zone humide - critère pédologique
N° 3, 4, 17, 18, 16, 21, 39, 40, 41, 42, 44, 45, 46, 48, 50, 51, 52, 53, 55, 56, 59, 60, 61, 68 et 75		Aucune trace d'hydromorphie		I	Non
N° 1, 27, 32, 73, 77 et 78		Traces d'hydromorphie après 50 cm se poursuivant en profondeur		III	Non

N° 12, 13, 20, 24, 28, 35, 54, 58, et 71		Traces d'hydromorphie après 25 cm se poursuivant en profondeur		IVb	Non
N° 2, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 14, 15, 19, 22, 23, 25, 26, 29, 30, 31, 33, 34, 36, 37, 38, 43, 47, 49, 57, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 69, 70, 72, 74 et 76		Trace d'oxydation dès le début du sondage se poursuivant et/ou s'intensifiant en profondeur		V	Oui

Une fiche descriptive accompagnée d'une photographie d'un sondage caractéristique de la classe du GEPPA rencontrée sur le site est présentée en **Annexe 1**

38 prélèvements ont démontré la présence de zones humides sur le site d'étude.

La surface occupée par les zones humides identifiées selon le critère pédologique est de 109 492 m².

La carte ci-après localise le résultat des différents sondages pédologiques réalisés.

Illustration 15 : Synthèse des sondages pédologiques
Réalisation : Artifex 2023

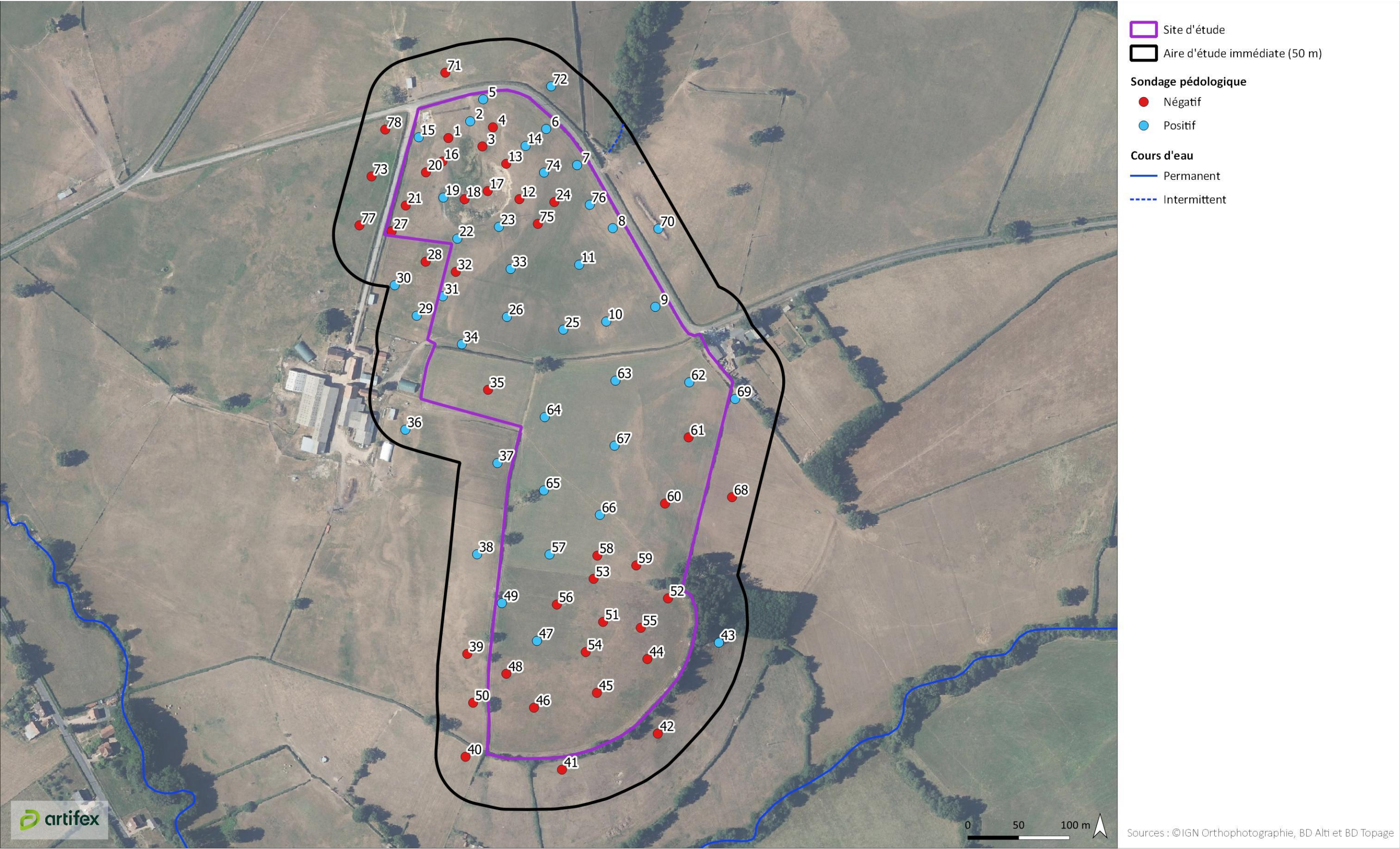
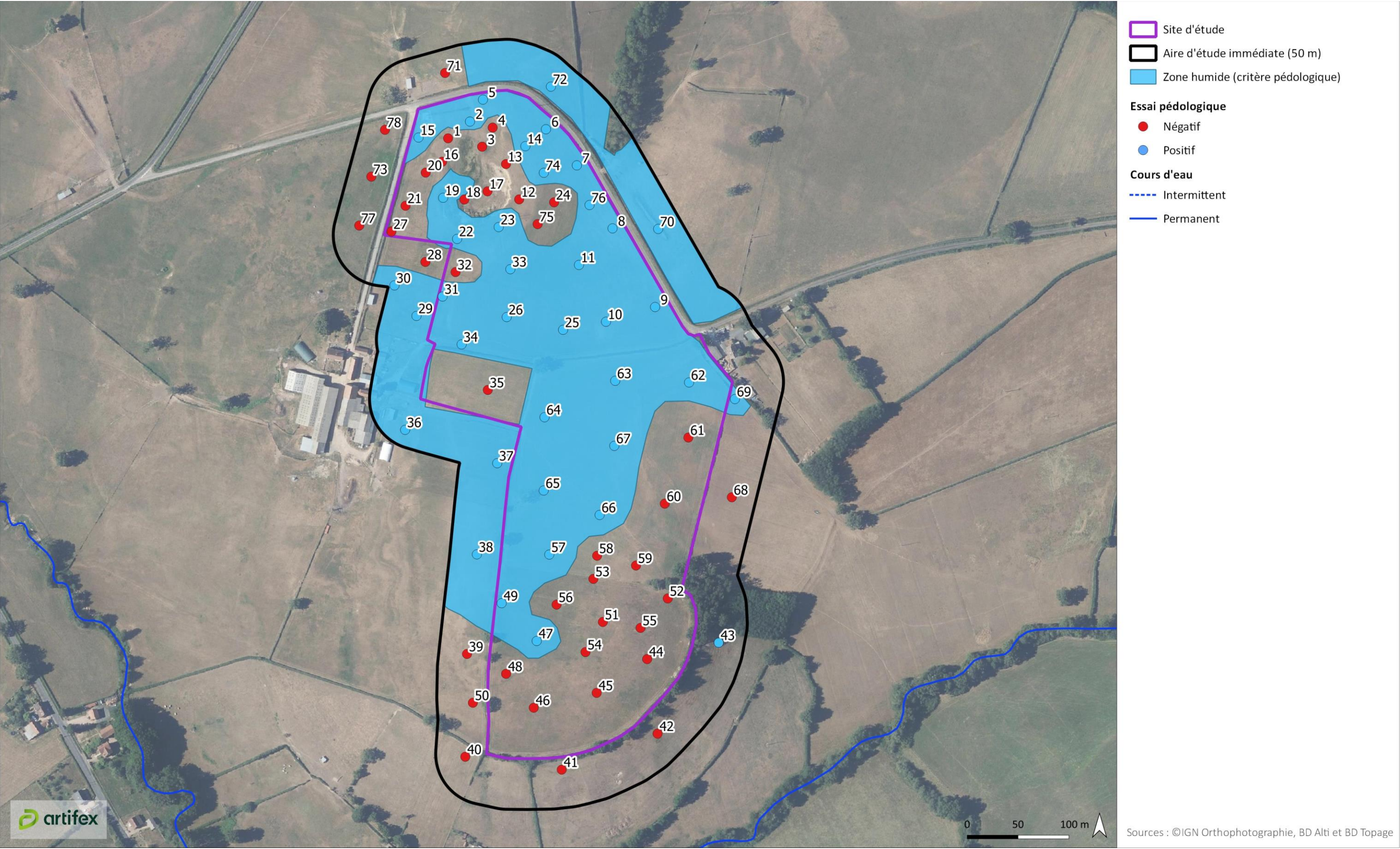


Illustration 16 : Synthèse des sondages pédologiques avec délimitation
Réalisation : Artifex 2023



PARTIE 4 CONCLUSION

Conformément à la réglementation, et notamment l'article R211-108 du code de l'environnement, les critères à prendre en compte pour la définition des zones humides sont relatifs « à la morphologie des sols liée à la présence prolongée d'eau d'origine naturelle et à la présence éventuelle de plantes hygrophiles. Celles-ci sont définies à partir de listes établies par région biogéographique [...] ». »

Dans le cadre des analyses réalisées sur le site d'étude de Vaumas, relatif au projet de parc photovoltaïque de la société CORFU SOLAIRE, il ressort :

- La présence de 4 habitats caractéristiques de zones humides ;
- La présence de sols hydromorphes caractéristiques de zones humides.

Ainsi, la synthèse de ces éléments traduit la présence de zones humides au niveau du site d'étude de Vaumas. La surface de zones humides identifiées par les deux critères au sein du site d'étude et de son aire d'étude immédiate est de 11,3 ha.

La carte à la page suivante synthétise les résultats d'observation des critères végétation et pédologique. Elle représente les zones humides identifiées dans leur totalité.

Suivant l'implantation du projet, des impacts directs ou indirects peuvent apparaître :

- **L'impact direct** est généré par la superposition du projet sur les zones humides induisant la destruction de celles-ci. Une réduction de surface ou la destruction complète du milieu peu avoir lieu.
- **L'impact indirect** apparaît quand les modifications d'alimentation des zones humides sont altérées. Ce qui peut induire, la perte des fonctionnalités existantes. D'autres facteurs peuvent entrer en jeu comme l'assèchement, le drainage, le prélèvement d'eau, le remblaiement des terres et la pollution et rompre l'équilibre des écosystèmes. Une zone humide en dehors de l'emprise projet peut donc être impactée par celui-ci. L'aire d'étude immédiate est donc importante.

Suivant l'implantation retenue des impacts directs ou indirects peuvent apparaître. L'analyse de ces impacts devra alors avoir lieu afin de quantifier les surfaces de zones humides impactées par le projet. Un guide compensatoire sera alors produit afin de compenser l'impact du projet sur les zones humides. L'analyse des impacts et le guide compensatoire feront l'objet d'une autre prestation.

Le **SDAGE Loire Bretagne 2022-2027** précise que « Les maîtres d'ouvrage de projets impactant une zone humide cherchent une autre implantation à leur projet, afin d'éviter de dégrader la zone humide. À défaut d'alternative avérée et après réduction des impacts du projet, dès lors que sa mise en œuvre conduit à la dégradation ou à la disparition de zones humides, la compensation vise prioritairement le rétablissement des fonctionnalités.

À cette fin, les mesures compensatoires proposées par le maître d'ouvrage doivent prévoir la création ou la restauration de zones humides, cumulativement :

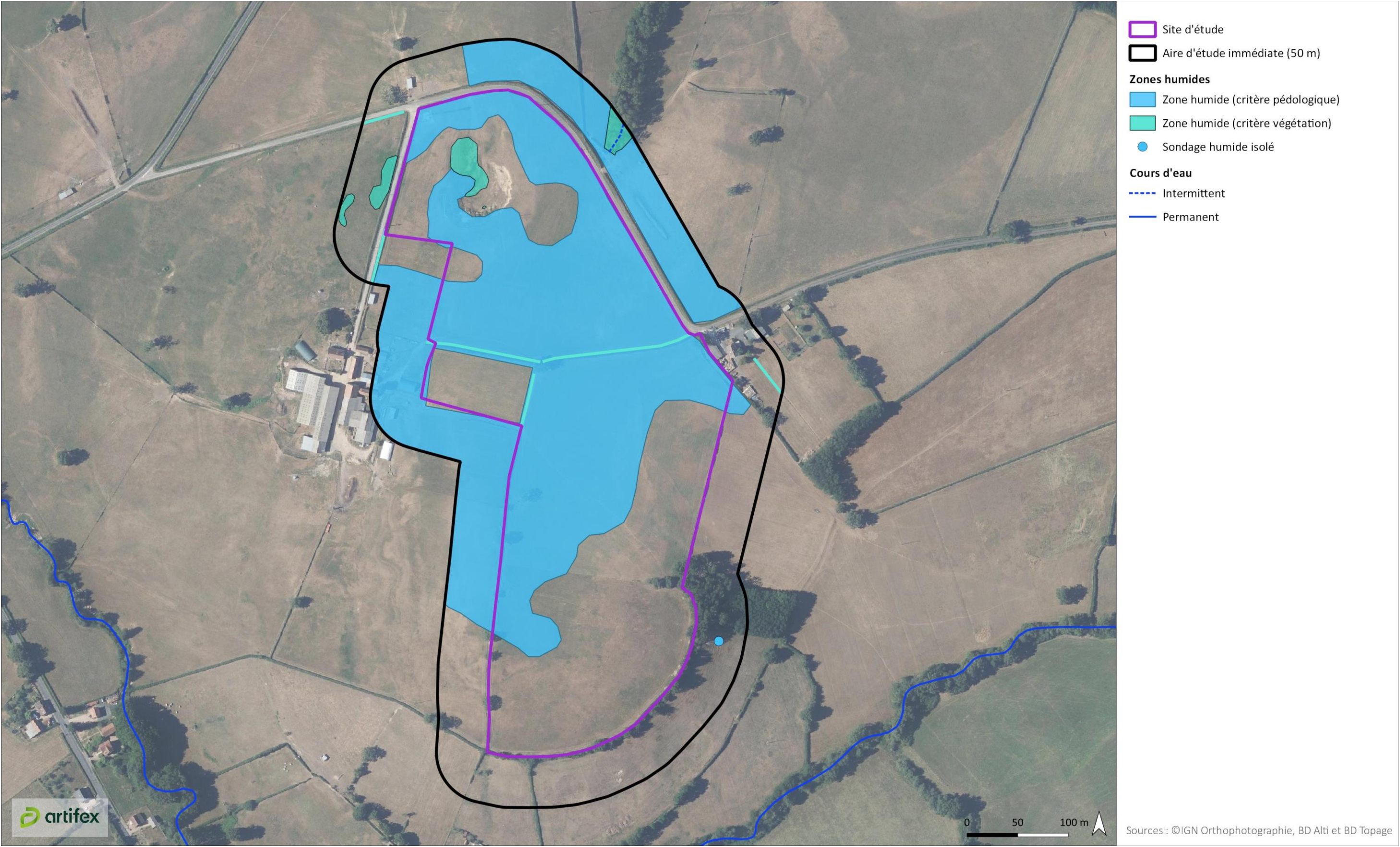
- équivalente sur le plan fonctionnel,
- équivalente sur le plan de la qualité de la biodiversité,
- dans le bassin versant de la masse d'eau.

En dernier recours, et à défaut de la capacité à réunir les trois critères listés précédemment, la compensation porte sur une surface égale à au moins 200 % de la surface, sur le même bassin versant ou sur le bassin versant d'une masse d'eau à proximité.

Conformément à la réglementation en vigueur et à la doctrine nationale « éviter, réduire, compenser », les mesures compensatoires sont définies par le maître d'ouvrage lors de la conception du projet et sont fixées, ainsi que les modalités de leur suivi, dans les actes administratifs liés au projet (autorisation, récépissé de déclaration...).

La gestion et l'entretien de ces zones humides compensées sont de la responsabilité du maître d'ouvrage et doivent être garantis à long terme.

Illustration 17 : Synthèse des critères végétation et pédologique
Réalisation : Artifex 2023



PARTIE 5 AUTEURS DE L'ETUDE

Les personnes suivantes ont contribué à la réalisation de la présente étude :

Personne(s)	Contribution	Organisme
FRANSSENS Vianney	Sondages pédologiques	
FEL Alexandra	Rédaction partie végétation	
FOUQUE Sylvain	Rédaction partie végétation et relecture	
ESCULIER Vincent	Rédaction partie pédologie	
CASSAN Alexandre	Rédaction partie pédologie, relecture / validation	

Alexandre CASSAN

Chef de projet – Expert zones humides - Pôle Environnement

Alexandre est diplômé de la Faculté des Sciences et Techniques de Limoges d'une licence Diagnostic et Aménagement des Ressources en Eaux. Son expérience acquise au sein de structures privées et publiques lui permet de répondre aux attentes techniques et réglementaires de projets variés. Il intègre ARTIFEX début 2018 au sein du pôle Environnement en tant que chargé d'études Eau et Milieux Aquatiques. Ses compétences lui permettent la réalisation d'études hydrauliques, de dossiers loi sur l'eau, de diagnostics zones humides et compensatoires, etc. Il accompagne et conseille les porteurs de projet sur les aspects hydrauliques, hydrologiques et zones humides.

Vincent ESCULIER

Chargé d'études – Pôle environnement

Vincent est Titulaire d'un DESS Ingénierie de l'eau, mesures et méthode de l'Université Michel de Montaigne Bordeaux 3. Après une quinzaine d'années passées dans un Bureau d'Etudes spécialisé dans la réalisation de dossiers ICPE dans le domaine des carrières, Vincent a intégré le Bureau d'Etudes ARTIFEX en février 2021. Ses compétences dans le milieu de la géologie et de l'hydrogéologie lui permettent de réaliser des missions liées à la caractérisation de zone humides sur des projets variés.

Alexandra FEL

Chargée d'études – Ecologue botaniste

Alexandra FEL est titulaire du Master 2 « Biodiversité Ecologie, Environnement » de l'Université Joseph Fourier de Grenoble. Ses premières expériences (association naturaliste, enseignement en lycée, sensibilisation du public sur différentes thématiques liées à la biodiversité), ainsi que son expérience de 5 ans en bureau d'études comme écologue généraliste sur toute la moitié Sud de la France lui confèrent une vision d'ensemble des problématiques liées aux milieux naturels rencontrées sur les différents types de projet. Elle se spécialise aujourd'hui dans l'étude de la flore et des habitats naturels chez ARTIFEX.

Sylvain FOUQUE

Chargé d'études – Ecologue botaniste

Sylvain FOUQUE est un botaniste titulaire d'un diplôme d'ingénieur spécialisé dans la gestion des milieux naturels. Il bénéficie de 13 années d'expérience en tant que chargé d'études botaniste en bureau d'études, dans le quart Sud-Est de la France. Il a ainsi acquis diverses connaissances sur les protocoles d'étude de la faune et de la flore, les réglementations associées et l'application de la logique ERC dans de nombreux projets, notamment d'ICPE. Il intègre le pôle Biodiversité d'ARTIFEX en 2021.

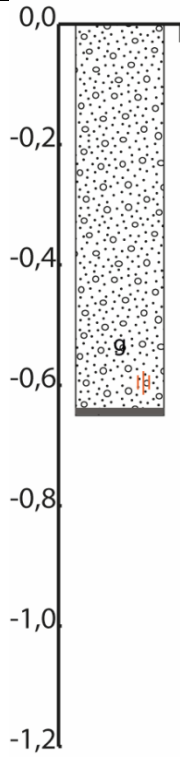


ANNEXES

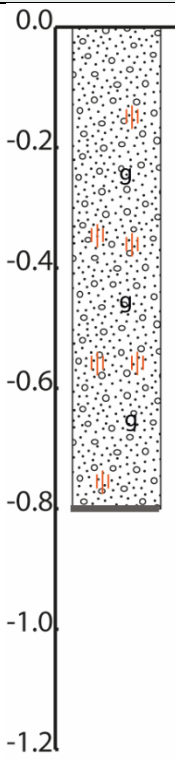


ANNEXE 1 FICHES DESCRIPTIVES DES SONDAGES PEDOLOGIQUES

Sondage de classe I du GEPPA (Sondage n°21)		
Vue d'ensemble du profil	Profondeur (m)	Description
	0.0	Substrat sablo-caillouteux
	-0.2	Pas de trait rédoxique visible
	-0.4	
	-0.6	
	-0.8	Refus de tarière suite à la présence de cailloux/galets
	-1.0	Profondeur atteinte : 70 cm
	-1.2	
Photographies du sondage		
 Localisation du sondage	 Echantillon du profil	
Conclusion		
Sol de classe I du GEPPA non caractéristique de zone humide.		

Sondage de classe III du GEPPA (Sondage n°32)		
Vue d'ensemble du profil	Profondeur (m)	Description
		Substrat sablo-caillouteux Apparition de traits rédoxiques > 5% à partir de 55 cm. Refus de tarière suite à la présence de cailloux/galets Profondeur atteinte : 65 cm
Photographies du sondage		
		
Localisation du sondage	Echantillon du profil	
Conclusion		
Sol de classe III du GEPPA non caractéristique de zone humide.		

Sondage de classe IVb du GEPPA (Sondage n°24)		
Vue d'ensemble du profil	Profondeur (m)	Description
	0,0 -0,2 -0,4 -0,6 -0,8 -1,0 -1,2	Substrat sablo-caillouteux Apparition de traits rédoxiques > 5% à partir de 35 cm. Refus de tarière suite à la présence de cailloux/galets Profondeur atteinte : 70 cm
Photographies du sondage		
		
Localisation du sondage	Echantillon du profil	
Conclusion		
Sol de classe IVb du GEPPA non caractéristique de zone humide.		

Sondage de classe V du GEPPA (Sondage n°10)		
Vue d'ensemble du profil	Profondeur (m)	Description
		Substrat sablo-caillouteux Apparition de traits rédoxiques > 5% à partir de 15 cm. Profondeur atteinte : 80 cm Refus de tarière suite à la présence de cailloux/galets
Photographies du sondage		
 Localisation du sondage	 Echantillon du profil	
Conclusion		
Sol de classe V du GEPPA caractéristique de zone humide.		



artifex

SAS CLIMAX INGENIERIE - 4 rue Jean le Rond d'Alembert
81000 Albi
Tél. : 05 63 48 10 33 - contact@artifex-conseil.fr - RCS 502 363 948
www.artifex-conseil.fr





ANNEXE 4 ETUDE GEOTECHNIQUE



RAPPORT

Étude Géotechnique de conception Phase Avant-Projet (G2 AVP)

Centrale Photovoltaïque VAUMAS Lieu-dit "Les Monteniers"

Référence : 2301599DIJON				Mission G2 Phase AVP		
Indice	Date	Modifications Observations	Nbre pages	Établi par	Vérifié par	Approuvé par
			Texte + annexes			
0	03/06/23	Première émission		M.CHIARADIA	F-O.CHAMPEL	F-O.CHAMPEL
A	29/06/23	Résultats des essais labo + couche de forme voiries	30+4	M.CHIARADIA 	F-O.CHAMPEL	F-O.CHAMPEL
B						
C						

Nb : l'indice le plus récent de la même mission, annule et remplace les indices précédents

AGENCE DIJON
 2 Bis rue Champeau
 21800 QUETIGNY
 Tél : 03.80.48.93.21
 Mail : agence.dijon@geotec.fr

Siège social :
 9 bld de l'Europe 21800 QUETIGNY - Tél. : 03.80.48.93.20
 SAS au capital de 952 200 € - Siret 778 196501 00028
 Code NAF 7112B – Qualité OPQIBI
 Membre SYNTEC, USG et UPDS - www.geotec.fr

SOMMAIRE

1. CADRE D'INTERVENTION	3
1.1 INTERVENANTS	3
1.2 PROJET, DOCUMENTS REÇUS ET HYPOTHESES	3
1.3 MISSION	4
2. CONTEXTE DU SITE ET CONTENU DE LA RECONNAISSANCE	5
2.1 LE SITE	5
2.2 CONTENU DE LA RECONNAISSANCE	5
2.3 IMPLANTATION ET NIVELLEMENT DES SONDAGES	6
3. CADRE GEOLOGIQUE – RESULTATS DE LA RECONNAISSANCE	7
3.1 NATURE ET CARACTERISTIQUES DES SOLS	7
3.2 RISQUES NATURELS ET ANTHROPIQUES	9
3.3 HYDROGEOLOGIE	10
3.4 RESULTATS DES MESURES DE RESISTIVITE	10
3.5 POLLUTION	11
4. TERRASSEMENTS	11
4.1 EXTRACTION	11
4.2 TRAFICABILITE EN PHASE CHANTIER	11
4.3 SUJETIONS D'EXECUTION	11
4.4 MISE HORS D'EAU	12
5. ETUDE DES OUVRAGES GEOTECHNIQUES	13
FONDATION DES STRUCTURES DES PANNEAUX PHOTOVOLTAÏQUES (NF P 94-262 EUROCODE 7 – FONDATIONS PROFONDES)	13
5.2 FONDATIONS DES POSTES DE TRANSFORMATION ET DE LIVRAISON PAR RADIER	19
5.3 ADAPTATION AU SOL DES NOUVELLES VOIRIES LEGERES ET LOURDES	21
6. RECOMMANDATIONS POUR LA MISE AU POINT DU PROJET	23
CONDITIONS GENERALES	24
ENCHAÎNEMENT DES MISSIONS D'INGENIERIE GEOTECHNIQUE	27
TABLEAU 2 - CLASSIFICATION DES MISSIONS D'INGENIERIE GEOTECHNIQUE	28
ANNEXES	30
- ANNEXE 1 : PLAN DE SITUATION	
- ANNEXE 2 : PLANS D'IMPLANTATION DES SONDAGES	
- ANNEXE 3 : SONDAGES ET ESSAIS	
- ANNEXE 4 : ESSAIS DE LABORATOIRE	

1. CADRE D'INTERVENTION

1.1 INTERVENANTS

A la demande de **TERRE ET LAC** et pour le compte de **CORFU SOLAIRE** – 3 Place Pierre Renaudel – 69003 LYON, **GEOTEC** a réalisé la présente étude sur le site suivant :

- parcelles cadastrales n°60, 61, 62, 63, 66, 67, 83 et 84 (section C) sur la commune de Vaumas (03).

1.2 PROJET, DOCUMENTS REÇUS ET HYPOTHESES

Les documents suivants ont été mis à la disposition de GEOTEC :

Document	Émetteur	Date	Échelle	Cote altimétrique
CCTP – études géotechniques	Corfu solaire	31/01/2023	-	-
Plan de masse du projet		15/02/2023	1/2500	-
Plan de coupe des structures		23/11/2022	1/100	-

D'après les informations fournies, le projet consiste en la réalisation d'un parc de panneaux photovoltaïques posés sur des structures métalliques, d'une surface d'environ 12,6 ha. De plus, le site sera équipé de 3 postes de transformation et de livraison. L'aménagement du site comprendra également une piste d'exploitation.

En l'absence d'informations précises, les charges transmises par les structures sont supposées être limitées à :

- Appuis des modules :
 - 10 kN / poteau (≈ 1.0 t) en traction à l'ELS.
 - 14 kN / poteau (≈ 1.4 t) en compression à l'ELS.
- Postes de transformation et de livraison : 25 kN / m² (≈ 2.5 t / m²) à l'ELS.

Ces charges devront être calculées avec précision par le BET Structures ou l'entreprise, et transmises à GEOTEC si elles diffèrent de celles prises par hypothèse.

Le référentiel retenu par le maître d'Ouvrage dans le cadre du présent projet est l'Eurocode 7.

1.3 MISSION

Conformément à son offre Réf. **2301599DIJON** du **17 mars 2023**, GEOTEC a reçu pour mission de déterminer les possibilités de fondation des panneaux photovoltaïques et des postes électriques, ainsi que les conditions d'adaptation au sol des voiries.

Cette étude repose sur des investigations géotechniques réalisées par GEOTEC et correspond à la mission G2 AVP d'étude géotechnique de conception phase Avant-Projet selon les termes de la norme NF P 94-500 révisée en novembre 2013, relative aux missions géotechniques (extraits joints).

Il est rappelé que la phase avant-projet de la mission d'étude géotechnique de conception G2 doit être complétée par les phases Projet et DCE/ACT puis par des missions de réalisation G3 (étude et suivi de conception réalisée par le géotechnicien de l'entreprise) et G4 (géotechnique d'exécution) afin de limiter les aléas géotechniques qui peuvent apparaître en cours ou après réception des ouvrages. GEOTEC reste à la disposition des intervenants, et notamment de l'équipe de maîtrise d'œuvre, pour l'exécution des missions complémentaires de conception G2 et G4, la mission G3 étant réalisée par les entreprises de travaux.

L'exploitation et l'utilisation de ce rapport doivent respecter les « Conditions générales » données en fin de rapport.

Remarque : toutes les abréviations utilisées dans ce rapport sont conformes à la norme XP 94-010 hormis les suivantes :

- NGF : nivellement général de la France défini selon l'IGN69
- Rd : résistance dynamique apparente (formule des Hollandais)
- TA : terrain actuel

*

* *

2. CONTEXTE DU SITE ET CONTENU DE LA RECONNAISSANCE

2.1 LE SITE

Le terrain étudié, d'une emprise de 12,6 ha, se situe sur les parcelles cadastrales n°60, 61, 62, 63, 66, 67, 83 et 84 (section C), sur la commune de Vaumas (03).

Le site correspond actuellement à des terrains de pâture.

Une ancienne carrière superficielle est présente au Nord du site. Aucun panneau ne sera implanté sur cette zone.

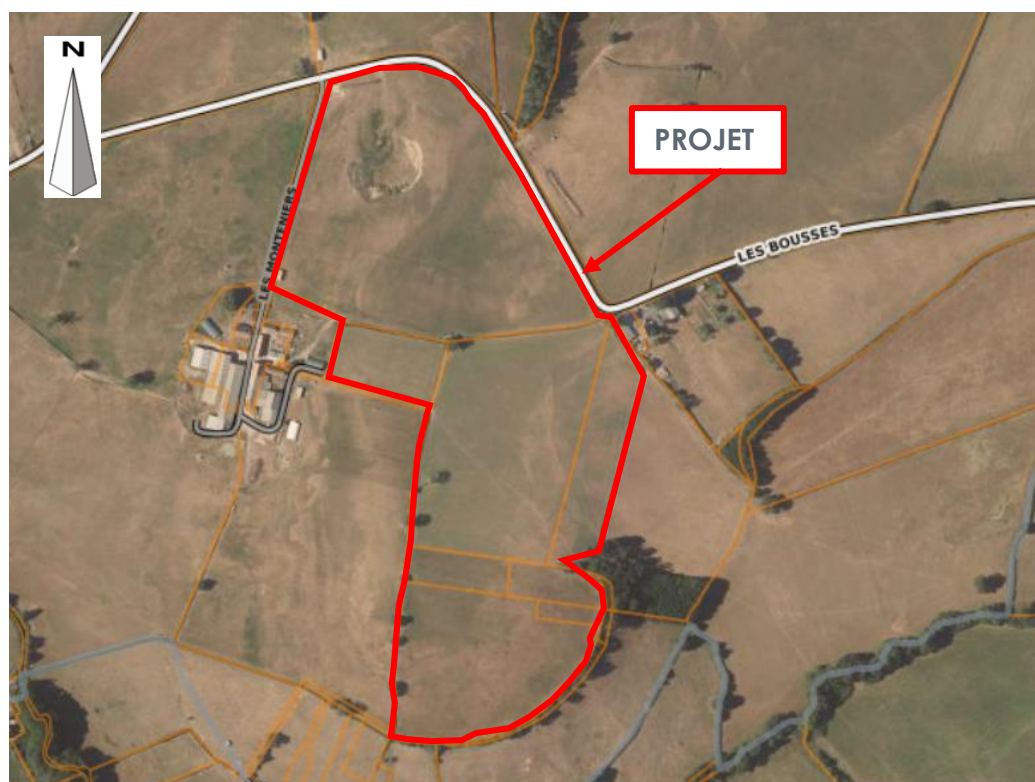


Figure 1: Vue aérienne du site (sans échelle)

Le terrain présente une légère butte dans sa partie Sud. Des pentes +/- raides sont donc présentes en périphérie de cette butte. L'altitude actuelle au droit de nos sondages et essais varie entre les cotes 264.09 m NGF et 279.07 m NGF.

2.2 CONTENU DE LA RECONNAISSANCE

La campagne de reconnaissance réalisée dans le cadre de la mission G2-AVP a consisté en l'exécution de :

- **5 sondages géologiques et pressiométriques** (SP1 à SP3) réalisés à la tarière en diamètre 63 mm à l'aide d'une sondeuse de marque GEOTEC type TB175 et descendus jusqu'à la profondeur de 5.00 m/TA. Ces sondages ont permis de visualiser la nature des différentes couches de sol traversées et d'observer les éventuelles venues d'eau.

Des essais pressiométriques ont été réalisés selon un intervalle compris entre 1.00 m et 1.50 m dans les sondages précédents afin de mesurer les caractéristiques mécaniques des sols en profondeur.

- **10 sondages géologiques** (F1 à F10) réalisés à la pelle mécanique et descendus jusqu'à une profondeur de 2.50 m/TA. Ces fouilles ont permis de visualiser la nature des différentes couches de sol traversées et d'observer les éventuelles venues d'eau.
- **12 essais au pénétromètre dynamique** (P1 à P12) réalisés à l'aide d'un pénétromètre dynamique de type DPM30C. Ils ont été descendus jusqu'à 5.00 m/TA au droit des essais P1, P5 et P6 et poussés au refus à une profondeur variant entre 2.05 m et 4.08 m/TA au droit des autres essais. Ils ont permis de mesurer en continu la résistance de chaque horizon traversé en termes d'homogénéité et de portance.
- **4 mesures de résistivité électrique** selon la méthode de Wenner avec un appareil de type Chauvin Arnoux CA 6470N TERCA 3.
- **Des essais de laboratoire** ont été réalisés sur des échantillons de sol, prélevés dans les sondages précédents, et ont consisté en :
 - 4 identifications GTR (teneur en eau, VBS, granulométrie, limites d'Atterberg) ;
 - 4 essais IPI selon la norme NF P 94-078 ;
 - 3 agressivités du sol vis-à-vis du béton selon la norme NF EN 206-1 ;
 - 3 corrosivités du sol vis-à-vis de l'acier selon la norme DIN 50929-3.

2.3 IMPLANTATION ET NIVELLEMENT DES SONDAGES

La position des sondages et essais figure sur le schéma d'implantation en annexe.

L'implantation a été réalisée au mieux des conditions d'accès et au mieux de la précision des plans remis pour la campagne de reconnaissance.

Les sondages et essais ont été nivelés par nos soins à l'aide d'un GPS. Les cotes NGF relevées des têtes des sondages figurent sur les coupes fournies en annexe.

Les profondeurs sont comptées par rapport au Terrain Actuel (TA).

*

* *

3. CADRE GEOLOGIQUE – RESULTATS DE LA RECONNAISSANCE

D'après la carte géologique de DOMPIERRE-SUR-BESBRE au 1/50 000 éditée par le BRGM et notre connaissance du secteur, la géologie attendue est la suivante :

- les formations du Bourbonnais constitués de :
 - sable à galets et cailloutis au Nord (FL1) ;
 - argiles, silts, sables fins indifférenciés en partie Nord (FL3) ;
 - sable à galets et cailloutis au Sud (FL5) ;
- un substratum granitique avec son altération à l'Est du site.

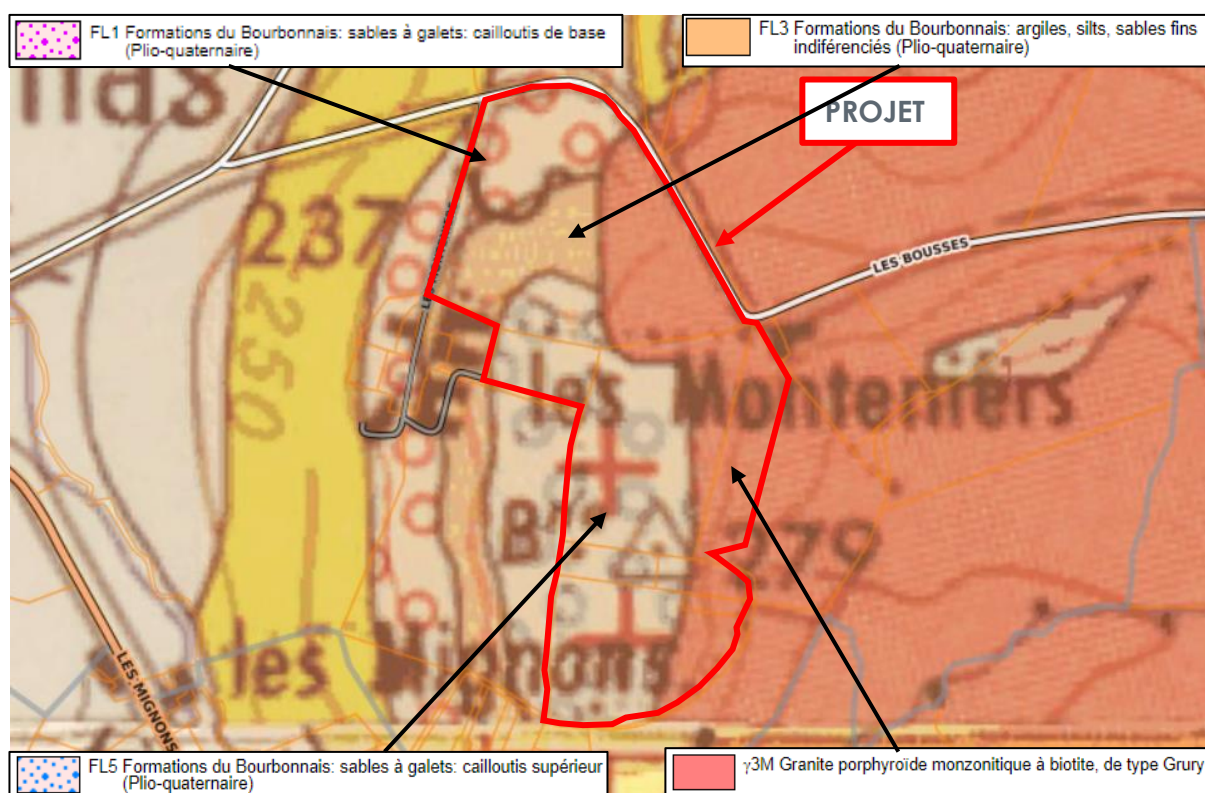


Figure 2: extrait de la carte géologique du BRGM (sans échelle)

3.1 NATURE ET CARACTERISTIQUES DES SOLS

La campagne de reconnaissance a mis en évidence sous environ 20 à 30 cm de terre végétale les formations suivantes :

- **des horizons argilo-limoneux, sableux à sablo-argileux +/- compacts et à quelques passages de galets et graviers**, observés jusqu'en fond des sondages F1 à F6, F8 à F10, SP1 et SP3. Ces matériaux correspondent aux horizons constituant les formations du Bourbonnais. Il s'agit principalement de sols fins avec une succession de niveaux plus sableux, plus argileux et avec une dominante principalement sablo-argileux. Quelques niveaux plus graveleux peuvent s'intercaler. Compte tenu des variations lithologiques constatées dans nos fouilles, il est impossible de définir une succession simple de niveaux

géologiques et généralisable à l'ensemble du site. C'est pourquoi, nous avons volontairement regroupés ces horizons en une seule couche. Mécaniquement, ces horizons peuvent présenter des niveaux compacts. Des refus au pénétromètre dynamique (P2, P3, P4, P7, P8, P9, P10, P11 et P12) ont par ailleurs été observés à une profondeur comprise entre 2.05 m et 4.08 m/TA.

Leurs caractéristiques mécaniques sont faibles à élevées telles que :

$$1.27 \leq p_l^* \leq 1.93 \text{ MPa}$$

$$9.40 \leq E_M \leq 17.70 \text{ MPa}$$

$$0.60 \leq R_d \leq 25.00 \text{ MPa}$$

Refus $R_d \geq 50 \text{ MPa}$ (essais P2, P3, P4, P7, P8, P9, P10, P11 et P12)

Les essais en laboratoire réalisés sur des échantillons prélevés au droit des sondages F1, F4, F7 et F9, ont donné les résultats suivants :

Classification GTR/IPI

Sondages	F1	F4	F7	F9
Profondeur (m)	0.30-0.60	0.30-0.70	0.30-0.80	0.30-0.80
W _n (%)	13.3	18.3	21.8	19.5
D max (mm)	10.0	12.0	13.0	6.0
% < 2 mm	97.9	96.2	95.5	97.8
% < 80 µm	83.4	64.2	61.8	70.4
Limite de liquidité W _L (%)	36.8	37.3	-	38.8
Limite de plasticité W _P (%)	21.5	22.8	-	23.3
Indice de plasticité I _p	15.3	14.5	-	15.5
VBS (g/100g)	-	-	2.64	-
IPI (W _{nat})	10.2	5.6	1.6	4.7
Classe GTR	A_{2 s}	A_{2 m}	A_{2 th}	A_{2 h}

Il s'agit de sols principalement fins, argilo-sableux, moyennement plastiques et sensibles à l'eau.

- **un sable légèrement limoneux rouge et noir (arène granitique)**, observé jusqu'en fond de la fouille F7 et jusqu'à environ 2.00 m/TA au droit de SP2. Il s'agit d'une arène granitique (altération du granite).

Ses caractéristiques mécaniques sont très élevées telles que :

$$p_l^* \leq 3.66 \text{ MPa (valeur unique)}$$

$$E_M \leq 29.30 \text{ MPa (valeur unique)}$$

- **un granite +/- altéré**, observé uniquement au droit du SP2 jusqu'à 5.00 m/TA (profondeur d'arrêt du sondage). Il s'agit du substratum granitique local, observé uniquement à l'Est du site.

Ses caractéristiques mécaniques sont très élevées telles que :

$$4.90 \leq p_l^* \leq 4.93 \text{ MPa}$$

$$58.20 \leq E_M \leq 107.90 \text{ MPa}$$

NOTA : Compte tenu de la nature des sols identifiés et de la méthode de forage utilisée au-delà des sols reconnus à la pelle mécanique (sondages semi-destructif à la tarière de diamètre 63 mm), la nature précise et les limites mesurées entre chaque formation restent approximatives. Au besoin, la limite et la nature des terrains devra être confirmée en phase projet et/ou exécution (missions G2 et/ou G3) par des sondages complémentaires spécifiques (carottages, etc ...).

3.2 RISQUES NATURELS ET ANTHROPIQUES

Selon le décret n° 2010-1255 du 22 octobre 2010 portant sur la délimitation des zones de sismicité, le site est localisé en zone de sismicité 2 (faible).

D'après la consultation du site « www.georisques.gouv.fr », la commune a fait l'objet de 8 arrêtés de reconnaissances de catastrophe naturelle. Les listes de ces arrêtés sont données sur la figure ci-dessous.

Arrêtés CATNAT sur la commune de VAUMAS

Code national CATNAT	Date début événement	Date fin événement	Date publication arrêté	Date publication jo	Libelle commune	Libelle risque Jo
NOR19821118	06/11/1982	10/11/1982	18/11/1982	19/11/1982	VAUMAS	Tempête
NOR19821118	06/11/1982	10/11/1982	18/11/1982	19/11/1982	VAUMAS	Inondations et/ou Coulées de Boue
INTE9900627A	25/12/1999	29/12/1999	29/12/1999	30/12/1999	VAUMAS	Mouvement de Terrain
INTE9900627A	25/12/1999	29/12/1999	29/12/1999	30/12/1999	VAUMAS	Inondations et/ou Coulées de Boue
INTE2014522A	01/01/2019	30/09/2019	17/06/2020	10/07/2020	VAUMAS	Sécheresse
INTE1914147A	01/07/2018	31/12/2018	21/05/2019	22/06/2019	VAUMAS	Sécheresse
INTE1726132A	31/05/2017	31/05/2017	26/09/2017	27/10/2017	VAUMAS	Inondations et/ou Coulées de Boue
INTE0400656A	01/07/2003	30/09/2003	25/08/2004	26/08/2004	VAUMAS	Sécheresse

D'après les données issues de la carte du BRGM relative à l'aléa retrait-gonflement des argiles, le site est localisé en zone d'exposition forte à moyenne.

D'après les données issues de la carte du BRGM relative aux phénomènes de remontées de nappes, le site n'est a priori pas concerné par cet aléa.

Compte tenu de l'ancienne exploitation du site au Nord (carrière), il n'est pas impossible que des remblais soient présents sur site et qui n'auraient pas été identifiés par nos sondages. Par ailleurs, l'existence de vestiges de construction enterrés n'est pas exclue au droit du site.

Les terrains reconnus sont pour partie d'origine sédimentaire et peuvent, par définition, présenter des variations latérales de faciès importantes (dépôts lenticulaires). Ainsi, il sera toujours possible d'observer des niveaux essentiellement sableux voire argileux au sein du faciès sablo-argileux reconnus en grande partie sur site. Cette particularité s'accompagne d'une hétérogénéité des caractéristiques des terrains.

Le toit du substratum granitique correspond à une surface d'érosion. Par conséquent, il sera toujours possible de rencontrer des sur-profondeurs ou des remontées du toit du substratum plus importantes que celles observées dans nos sondages.

3.3 HYDROGEOLOGIE

Lors de notre campagne de reconnaissance (avril et mai 2023), des arrivées d'eau ont été observées seulement au sein des sondages F5 (1.20 m/TA), F7 (0.70 m/TA et SP1 (4.70 m/TA).

Nos relevés ayant un caractère ponctuel et instantané, ils ne permettent pas de préciser l'ensemble des circulations d'eau qui peuvent se produire en période pluvieuse significative et/ou en période hivernale.

Le contexte hydrogéologique du site est celui d'infiltrations et de circulations gravitaires cheminant de manière aléatoire à la faveur des horizons les plus perméables.

3.4 ANALYSE DE L'AGRESSIVITE DU SOL VIS-A-VIS DES BETONS

Les résultats des analyses d'agressivité des sols prélevés vis-à-vis des bétons indiquent qu'il s'agit de sols de **classe d'exposition <XA1** (environnement à faible agressivité chimique), dans le cadre de la norme NF EN 206-1 concernant les bétons (partie 1 : spécification, performances, production et conformité). Les résultats complets du laboratoire Eurofins sont fournis en annexe.

3.5 ANALYSE DE LA CORROSIVITE DU SOL VIS-A-VIS DES ACIERS SELON LA NORME ALLEMANDE DIN 50929-3

Des essais de corrosivité du sol vis-à-vis de l'acier ont été réalisés sur des échantillons de sols prélevés au droit des sondages F3 (0.30-1.00 m/TA), F4 (0.70-1.20 m/TA) et F9 (0.80-1.50 m/TA). Les résultats complets du laboratoire Eurofins sont fournis en annexe.

3.6 RESULTATS DES MESURES DE RESISTIVITE

Des mesures de résistivité ont été réalisées selon le dispositif de Wenner (cf. plan d'implantation des mesures). Les PV d'essais sont fournis en annexe. Les résultats sont les suivants :

	Mesures	Ecartement des électrodes		
		$\alpha = 5 \text{ m}$	$\alpha = 15 \text{ m}$	$\alpha = 30 \text{ m}$
Résistivité moyenne (axe A et B)	RE1	104.0	71.2	55.6
	RE2	60.0	68.3	67.9
	RE3	111.8	196.5	184.7
	RE4	505.8	332.7	197.0

3.7 POLLUTION

Lors de notre intervention, nous n'avons détecté aucun indice évident de pollution dans les sondages réalisés (c'est-à-dire sous une forme détectable visuellement ou olfactivement).

Il n'est toutefois pas impossible que le terrain soit imprégné de substances polluantes. Cependant, la recherche de polluant n'est pas l'objet d'une mission géotechnique en général ni de notre mission en particulier.

4. TERRASSEMENTS

D'après les informations transmises, il n'est pas prévu de terrassements importants. Il sera donc considéré des terrassements de faible amplitude, d'une hauteur maximale au plus de 1.00 m en déblai comme en remblai.

4.1 EXTRACTION

Dans les sols meubles superficiels (*argile sableuse, sables argileux etc...*) les travaux de terrassement ne poseront pas de problèmes particuliers d'exécution. Les déblais pourront être extraits par des engins à lame ou à godet.

En cas de rencontre du granite à faible profondeur, les travaux de terrassement pourront nécessiter l'emploi d'engins de forte puissance (BRH, ripper).

Compte tenu de la sensibilité à l'eau des sols superficiels du site, il sera impératif de réaliser les travaux par temps sec. On préférera des travaux en rétro avec remblaiement à l'avancement en s'assurant qu'aucun engin ne circule sur le fond de forme.

Si des pluies se produisent pendant les travaux ou si les précipitations sont abondantes durant la période précédant les travaux, des adaptations seront nécessaires (cloutage du fond de forme, drainage, traitement à la chaux, etc.) pouvant engendrer un surcoût non négligeable.

4.2 TRAFICABILITE EN PHASE CHANTIER

Compte tenu de la fraction argileuse comprise dans les terrains superficiels, un traitement du fond de forme pourra s'avérer nécessaire pour assurer la traficabilité sur le site et ce plus particulièrement en période pluvieuse (cloutage du fond de forme et mise en place d'une couche de forme épaisse à l'avancement, drainage, etc.). Cela pourra engendrer un surcoût non négligeable.

Cette structure de chantier pourra être intégrée à la structure de voirie, après suppression des matériaux pollués par la circulation de chantier.

4.3 SUJETIONS D'EXECUTION

Les règles de l'art seront respectées et notamment :

- drainage permanent de la plate-forme (*gravitaire, tranchées, pompage ...*) ;

- si malgré ces précautions, le drainage n'est pas suffisant, on devra prendre les dispositions suivantes : cloutage, géotextile, traitement au liant hydraulique,...

4.4 MISE HORS D'EAU

4.4.1 Phase provisoire

Lors de notre campagne de reconnaissance (avril et mai 2023), des arrivées d'eau ont été observées seulement au sein des sondages F5 (1.20 m/TA), F7 (0.70 m/TA et SP1 (4.70 m/TA).

En fonction de la date de réalisation des terrassements, des arrivées d'eau sont toujours possibles. Un pompage provisoire pourra alors être nécessaire afin d'épuiser ces venues d'eau éventuelles au niveau des fouilles des fondations. Ce matériel devra être présent sur site en phase travaux.

Dans tous les cas, nous conseillons fortement de travailler en période climatique favorable.

De plus, le terrassement des arases sera réalisé en toit ou pointe de diamant inversée avec drains et fossés périphériques en pied de talus pour évacuer les eaux superficielles vers un exutoire soit gravitairement soit par pompage et éviter leur stagnation lors de la phase travaux.

4.4.2 Phase définitive

Toute infiltration d'eau au niveau des fondations sera proscrite. Les eaux de ruissellement seront soigneusement collectées (gouttières, contre-pente, ...) et évacuées vers un exutoire dimensionné de manière et implanté de manière non dangereuse pour le projet et les avoisinants.

*

* *

5. ETUDE DES OUVRAGES GEOTECHNIQUES

FONDATION DES STRUCTURES DES PANNEAUX PHOTOVOLTAÏQUES (NF P 94-262 EUROCODE 7 – FONDATIONS PROFONDES)

5.1.1 Préambule

Nos sondages ont mis en évidence sur une grande partie du site la présence d'horizons argilo-limoneux, sableux à sablo-argileux +/- compacts correspondant aux formations du Bourbonnais (voir §3.1).

Dans ce secteur, la réalisation de fondations profondes de type « pieux battus » est envisageable.

Des essais préalables seront toutefois nécessaires pour confirmer la faisabilité de cette technique vis-à-vis des terrains, notamment dans les couches compactes où des refus au pénétromètre dynamique ont été observés à faible profondeur (P2, P3, P4, P7, P8, P11).

Au droit de deux sondages (SP2 et F7), réalisés à l'Est du projet, nous avons reconnu un substratum granitique avec ses horizons d'altération sus-jacents. Dans ces terrains, la compacité du sol ne permettra pas d'envisager une solution de fondations profondes de type « pieux battus », il faudra donc s'orienter sur des pieux de type « pieux forés » (micropieux de classe 1 bis, catégorie 17).

Afin de délimiter plus précisément la zone granitique, une nouvelle campagne de sondage pourra être réalisée dans le cadre d'une mission G2PRO.

5.1.2 Approche de calcul (section 7 - norme NF EN 1997-1) :

La norme NF EN 1997-1 (Eurocode 7 – Partie 1) traite des aspects généraux du calcul géotechnique, en s'appuyant sur l'Annexe Nationale et des normes nationales complémentaires, en particulier la norme NF P 94-262 « Fondations profondes ».

Selon la norme NF P 94-262 (Eurocodes 7 – Fondations profondes), il convient de vérifier que :

- la valeur de calcul à l'ELS de la charge axiale F_d transmise par le pieu est inférieure ou égale à la valeur de calcul de la charge de fluage de compression $R_{c;cr;d}$ tel que :

$$F_d \leq R_{c;cr;d}$$

- la valeur de calcul à l'ELU de la charge de compression axiale $F_{c;d}$ est inférieure ou égale à la valeur de calcul de la portance $R_{c;d}$ tel que :

$$F_{c;d} \leq R_{c;d}$$

- La valeur de calcul à l'ELU de la charge de traction axiale $F_{t;d}$ est inférieure ou égale à la valeur de la résistance limite de traction R_t tel que :

$$F_{t;d} \leq R_{t;d}$$

Selon les termes de la NF P 94-262, les charges admissibles en compression sont données par les formules :

$$A \text{ l'ELS : } R_{c;cr;d} = \Gamma_1.R_s + \Gamma_2.R_b$$

$$A \text{ l'ELU : } R_{c;d} = \Gamma_1.R_s + \Gamma_2.R_b$$

Tandis que les charges admissibles en traction sont données par :

$$A \text{ l'ELS : } R_{t;cr;d} = \Gamma_1.R_s$$

$$A \text{ l'ELU : } R_{t;d} = \Gamma_1.R_s$$

Avec :

R_b : résistance limite de pointe, avec $R_b = A \cdot k_p \cdot p_{le}^*$ (NB : ce terme est négligé du fait des faibles diamètres de pieux)

R_s : résistance limite en frottement latéral, avec $R_s = \pi \cdot D \cdot \sum h_i \cdot q_{si}$

A est la section du pieu et P son périmètre (pieu à section quelconque),

k_p le facteur de portance, p_{le} la pression limite nette équivalente,

q_{si} : le frottement latéral limite dans la couche i d'épaisseur h_i .

Usuellement, pour ce type de structures, les diamètres des pieux sont bien inférieurs à 250 mm. Dans ce cas, **le terme de pointe (R_b) sera négligé dans les calculs** qui suivent et la capacité portante des pieux tout comme leur résistance à la traction seront calculés uniquement à partir de la résistance en frottement (R_s).

D'après la norme NF P 94-262, les coefficients de sécurité globaux (Γ_1) retenus en compression et en traction sont les suivants pour la méthode pressiométriques et des **pieux de classe 5, catégorie 13 (pieux battus acier ouverts)**. Les coefficients (Γ_2) n'apparaissent pas puisque le terme de pointe est négligé.

Type de pieu	Γ_1	ELS qp	ELS carac	ELU fond	ELU acc
Classe 5, cat. 13	compression	0.503	0.615	0.719	0.791
Classe 5, cat. 13	traction	0.503	0.615	0.719	0.791

D'après la norme NF P 94-262, les coefficients de sécurité globaux (Γ_1) retenus en compression et en traction sont les suivants pour la méthode pressiométriques et des **micropieux de classe 1 bis, catégorie 17 (micropieux de type I)**. Les coefficients (Γ_2) n'apparaissent pas puisque le terme de pointe est négligé.

Type de pieu	Γ_1	ELS qp	ELS carac	ELU fond	ELU acc
Classe 1 bis, cat. 17	compression	0,413	0,505	0,590	0,649
Classe 1 bis, cat. 17	traction	0,250	0,340	0,465	0,509

5.1.3 Paramètres géotechniques pour une ébauche dimensionnelle :

Conformément à l'Eurocode 7, **pour un pieu isolé exécuté selon le mode tube métallique battu ouvert** (classe 5, catégorie 13 selon la norme NF P 94-262) et sur la base des sondages pressiométriques SP1 et SP3 réalisés dans les formations du Bourbonnais, on retiendra pour le dimensionnement les paramètres géotechniques synthétisés dans le tableau suivant.

Type de sol	p_L^* retenue [MPa]	Courbe selon NF P 94-62	$\alpha_{\text{pieu-sol}}$	q_s [kPa]
Terre végétale et mort terrain – épaisseur minimale 1.00 m	-	-	-	-
Argile sableuse/sable argileux	1.66	Q2	0.7	46.3

NB : Pour les pieux de type BAO, mis en œuvre par vibrofonçage, et non pas par battage, il y a lieu de faire un abattement de 30% sur les valeurs de q_s .

Conformément à l'Eurocode 7, pour **des micropieux de classe 1 bis, catégorie 17 (micropieux de type I)** et sur la base du sondage SP2 (seul sondage pressiométrique réalisé dans le substratum granitique), on retiendra pour le dimensionnement les paramètres géotechniques synthétisés dans le tableau suivant.

Type de sol	p_L^* retenue [MPa]	Courbe selon NF P 94-62	$\alpha_{\text{pieu-sol}}$	q_s [kPa]
Terre végétale et mort terrain – épaisseur minimale 1.00 m	-	-	-	-
Arène granitique	3.66	Q2	1*	90**
Granite	4.92	Q5	1.6*	200**

* micropieu assimilé à un foré simple pour le $\alpha_{\text{pieu-sol}}$

** q_s max

Lors de la phase Projet de la mission G2, les caractéristiques ci-avant et les pré-dimensionnements ci-après devront être détaillés/précisés en affinant les zonages en fonction des caractéristiques mécaniques mesurées au moyen des éventuelles reconnaissances complémentaires.

Les prédimensionnements ci-après sont réalisés :

- aux ELS quasi-permanent et ELU fondamental ;

- avec la méthode pressiométrique ;
- selon les « modèles de terrain » ;
- pour des efforts verticaux de compression et de traction ;
- en considérant une neutralisation des terrains sur 1 m sous la tête de pieu.

Remarque : les dimensionnements des pieux devront également prendre en compte notamment le frottement négatif, les efforts horizontaux, les moments, les efforts de traction et les contraintes de sismicité.

A titre d'exemple, pour un pieu exécuté selon le mode tube métallique battu ouvert, avec un profilé type C90x46.5x18x2.5, descendu à différentes profondeurs, le prédimensionnement est le suivant :

Type de pieu retenu	Périmètre du pieu	Longueur du pieu (m)	Charges $R_{c;d}$ et $R_{c;d} -$ compression		Charge $R_{t;d} -$ ELU traction (kN)
	m		ELS Q_p (kN)	ELU FOND (kN)	
Profil C : 90 x 46.5 x 18 x 2.5	0.273	3.00	12.7	18.2	21.7
Profil C : 90 x 46.5 x 18 x 2.5	0.273	4.00	19.1	27.3	30.4

Ce prédimensionnement n'est donné qu'à titre d'exemple. D'autres profilés pourront être utilisés pour le projet et donneront des résultats différents.

Nous rappelons la nécessité de réaliser des essais préalables pour confirmer la faisabilité de cette technique vis-à-vis des terrains et également valider les capacités portantes en compression et traction.

A titre d'exemple, pour un **micropieu isolé Ø 200 mm exécuté selon la méthode micropieu de type I** descendu à 2 m de profondeur/TA au droit de SP2, on retiendra le prédimensionnement suivant :

Diamètre du pieu (mm)	Longueur du pieu (m)	Charges $R_{c;d}$ et $R_{c;d} -$ compression		Charge $R_{t;d} -$ ELU traction (kN)
		ELS Q_p (kN)	ELU FOND (kN)	
200	2.00	23.4	33.4	31.9

Ces prédimensionnements ne sont donnés qu'à titre d'exemple.

Il conviendra néanmoins, après définition précise des charges, de vérifier que ces prédimensionnements permettent une reprise de l'ensemble des cas de charges (y compris les efforts de traction qui pourraient notamment être dus à l'action du vent sur les panneaux, les efforts horizontaux...).

5.1.4 Effet de groupe

La présence de pieux très proches les uns des autres induit une interaction entre ces éléments. Cette interaction impacte :

- le comportement transversal ;
- l'état limite de mobilisation globale du sol.

L'effet de groupe devra être calculé sur la base de la norme NFP94-262 annexes H, I et J.

5.1.5 Tassements

Sous réserve d'une exécution soignée des pieux et du respect des hypothèses précitées, les tassements théoriques absolus et différentiels seront faibles.

5.1.6 Sujétions d'exécution

Les pieux seront réalisés selon les Règles de l'Art par une entreprise spécialisée et qualifiée en fondations profondes, conformément aux normes européennes d'exécution des pieux.

Il conviendra de prévoir soit une protection des pieux métalliques contre la corrosion, soit prévoir une épaisseur sacrificielle qui pourra être définie en fonction de la durée de vie de l'ouvrage dans le cadre des prochaines missions géotechniques.

Pour traverser des éventuels horizons de forte consistance et atteindre l'ancrage nécessaire, l'entreprise devra mettre en œuvre le matériel adapté, ce qui pourra conduire à la réalisation de préforage et de fait à modifier le choix du type de pieu.

Le type de pieux et la mise en œuvre devront prendre en compte :

- la compacité des sols argilo-sableux et sablo-argileux et le rendement par rapport au temps de battage dans ces sols ;
- les risques de refus au sein des sols argilo-sableux et sablo-argileux (préforage nécessaire) ;
- l'agressivité des terrains et des eaux souterraines ;
- la boulangerie des terrains ;
- les problèmes de traficabilité pouvant être rencontrés sur le site.

5.1.7 Contrôles

Le type de contrôle à réaliser dépendra de la classe de conséquence de l'ouvrage et de sa catégorie géotechnique (cf. Annexe P de la norme NF P 94-262), à définir par le Maître d'Ouvrage.

Des essais préalable et/ou de conformité seront à réaliser pour valider le dimensionnement des profilés de la phase G2PRO ainsi que la méthodologie d'exécution, vis-à-vis des charges verticales (efforts de traction) et des vis-à-vis des efforts horizontaux (effort de cisaillement).

Réalisation au minimum d'un essai de cisaillement tous les 5 000 m² et d'un essai de traction, tous les 2 500 m², sur un même profilé, par modèle géotechnique et par type de profilé.

Les paliers de chargement (chargement horizontal, puis vertical) seront les suivants : 50% ELS, 100 % ELS, 100 % ELU et 150 % ELU. La durée minimum des paliers est de 15 min pour le premier essai de chaque type de profilé et de modèle géotechnique. Cette durée des paliers pourra se réduire à quelques

minutes pour les essais suivants, en l'absence de fluage notable sur le premier essai. Cette durée pourra être différente en fonction des modèles géotechniques (durée plus longue en zone argileuse et durée plus courte en zone peu ou non argileuses).

En l'absence d'éléments transmis, la rupture est considérée atteinte pour un déplacement latéral (sous effort horizontal) de 20 mm au niveau du TA et un déplacement vertical de 10 mm.

Les essais préalables et/ou de conformité seront utilisés pour le dimensionnement ou pour optimiser le dimensionnement de la mission G2 PRO sous réserve :

- de respecter la procédure notée ci-avant,
- d'augmenter la durée minimum des paliers à 60 minutes (afin de vérifier l'absence de fluage et conformément à la norme sur les essais d'arrachement NFP 94-150-2 pour les essais en traction et NFP 94-151 pour les efforts transversaux) pour le premier essai de chaque type de profilé et modèle géotechnique concernés, doublé d'un essai « court ». Si essai « long » concluant, durée du palier raccourcie à 15 min.

Les essais de contrôle sont nécessaires en phase exécution afin de confirmer les paramètres de dimensionnement considérés. Ces essais devront suivre la méthodologie décrite ci-après.

Réalisation, au minimum, d'un essai de traction pour 50 profilés réalisés (par type de profilé, par profondeur et par modèle géotechnique).

Pour les micropieux, il convient d'admettre l'équivalence entre les résultats d'un essai de compression et d'un essai de traction.

Les essais de contrôle seront menés jusqu'à une charge de 1.4 fois l'effort à l'ELS quasi-permanent. La durée minimum du palier sera de 15 min pour le premier essai et pourra être réduit à quelques minutes en l'absence de fluage.

5.1.8 Remarque importante

Pour les pieux battus, dans le cas où un pré-forage est réalisé et/ou dans tous les cas où une injection de béton autour du profilé est réalisée, il conviendra de reprendre l'ensemble des calculs précédents en considérant des pieux forés.

5.2 FONDATIONS DES POSTES DE TRANSFORMATION ET DE LIVRAISON PAR RADIER

Au stade de la mission, les niveaux finis de ces ouvrages ne sont pas encore connus. On considéra toutefois qu'ils seront calés sensiblement au même niveau que le terrain actuel.

Par ailleurs, nous considérons une charge d'exploitation maximale de 25 kN/m² au droit des radiers.

5.2.1 Principe de fondation – niveaux d'assise

Les postes de transformation et de livraison seront fondés par **des radiers porteurs rigides** sollicitant soit **l'argile sableuse ou les sables argileux**, par l'intermédiaire d'une couche de forme (ou couche de réglage ou béton de propreté), à condition que la structure permette une bonne répartition des charges.

5.2.2 Contrainte limites de calcul

Compte tenu des éléments de projet (hypothèses décrites au § 1.2), la contrainte moyenne maximale développée sur les radiers sera supposée limitée à :

$$q = 0.025 \text{ MPa à l'ELS } q_p$$

Cette contrainte moyenne correspond à un coefficient de sécurité vis-à-vis de la rupture de :

$$F \gg 2.76$$

Lors des études de projet, il conviendra de s'assurer que les concentrations de contraintes conduisent à des déformations admissibles pour la structure.

5.2.3 Tassements

Moyennant une exécution soignée du remblai technique ou de la couche de forme, les tassements seront négligeables.

5.2.4 Conception en phase projet

Lors des études de projet (G2 PRO), il conviendra de s'assurer que les concentrations de contraintes conduisent à des déformations admissibles pour la structure, ce qui pourra nécessiter un calcul itératif intégrant les charges, leur répartition, la géométrie du radier et le comportement du sol.

Ces calculs itératifs permettront de définir les modules k_v en fonction des concentrations de charge et du modèle géotechnique retenu.

5.2.5 Dispositions constructives

La garde au gel sera assurée par une bêche périphérique descendue à 0.80m / sol extérieur fini.

5.2.6 Sujétions d'exécution

Le radier sera mis en place après décapage de la terre végétale et de la frange superficielle sur une épaisseur minimale de 0.50 m et après la mise en œuvre d'une couche de forme d'une épaisseur minimale de 0.50 m débordant d'autant du radier.

Après mise à niveau du fond de forme, celui-ci sera reconditionné. Son compactage sera adapté à la nature du sol et aux conditions climatiques au moment des travaux. Ceux-ci devront être réalisés dans de bonnes conditions météorologiques. Si des pluies se produisent pendant les travaux ou si les précipitations sont abondantes durant la période précédant les travaux, des adaptations seront nécessaires (cloutage du fond de forme, drainage, traitement à la chaux, etc.) pouvant engendrer un surcoût non négligeable.

Toute poche décompressée ou de moindre consistance détectée lors des terrassements devra être purgée et substituée dans les règles de l'Art avec un matériau granulaire insensible à l'eau de type 0/80 mm (D₃ selon le GTR) et compacté à **q₄**. Il en sera de même pour les rattrapages de niveau et les éventuels hors profils.

Le béton de propreté du radier sera coulé sur la couche de forme propre (*passant à 80 µm < 5 %*) bien graduée (*ES > 30, et compris dans le fuseau de Talbot*), constituée de matériaux concassés nobles de classe D₃ ou équivalent et compacté à l'énergie de compactage **q₃**.

Tous les travaux devront être réalisés selon les règles de l'Art.

5.2.7 Contrôles

La couche de forme sera réceptionnée par essais à la plaque, selon le mode opératoire LCPC avec comme valeurs cibles :

$$EV2 > 50 \text{ MPa}$$

$$EV2 / EV1 < 2,2$$

*

*

*

5.3 ADAPTATION AU SOL DES NOUVELLES VOIRIES LEGERES ET LOURDES

En l'absence d'éléments transmis, nous supposerons des voiries établies en profil rasant, sans nécessité de terrassements importants.

Le projet comporte des voiries lourdes et des voiries légères principalement.

5.3.1 Préparation de la plateforme

Après décapage du terrain superficiel sur une épaisseur minimale de 0.30 à 0.50 m (et la totalité de la terre végétale), le fond de forme sera constitué soit par l'argile sableuse soit par les sables argileux et correspondra à une arase de type PST2-AR1 à minima si les sols se trouvent dans un état hydrique moyen (m). Cependant à long terme, la portance peut chuter rapidement sous l'action des eaux météoriques et conduire à une arase de classe inférieure PST1-AR1 voire PST0-AR0 (portance nulle) en situation météorologique défavorable.

Si des pluies se produisent pendant les travaux ou si les précipitations sont abondantes au cours des 2 mois précédant les travaux, des adaptations seront nécessaires (cloutage, surépaisseur de purge, traitement à la chaux...) pouvant engendrer un surcoût non négligeable.

Toute poche décomprimée de moindre consistance (horizon argileux décomprimé) ou évolutive (poche organique, remblais impropres) mis en évidence lors des terrassements seront systématiquement purgées en profondeur et substituées par un concassé insensible à l'eau de classe D₃ ou équivalent, et compacté à q₄.

Les rattrapages de hors profils liés au calage de la voirie et les substitutions après purge seront réalisés à l'aide d'un concassé de carrière propre et insensible à l'eau de classe D₃ et de granulométrie 0/100 mm ou équivalent, compacté à q₄.

Le compactage du fond de forme sera adapté à la nature du sol et aux conditions climatiques au moment des travaux. Compte tenu de la sensibilité à l'eau des sols du site, **nous recommandons de réaliser les travaux en période sèche.**

5.3.2 Couche de forme

D'après les éléments fournis, il sera recherché des portances de plates-forme support de chaussée suivantes :

- une portance de 30 MPa pour les pistes légères (module de réception EV2 $\geq$ 30 MPa par essai à la plaque) ;
- une portance de 50 MPa pour les pistes lourdes (module de réception EV2 $\geq$ 50 MPa par essai à la plaque) ;

La couche de forme sera réalisée à l'aide d'un concassé de **carrière propre de classe D₃₁ ou équivalent (passant à 80 μ m < 5 %)**, bien gradué ($ES > 30$, et compris dans le fuseau de Talbot) et compacté par couche à l'objectif de densification q₃.

Sur une PST2-AR1 constituée d'une argile limoneuse de portance à la plaque EV2 $\geq$ 15 MPa, il sera nécessaire de mettre en œuvre **une couche de forme d'au moins 0.30 m (dont 0.10 m de finition) et**

intercalage d'un géotextile à l'interface PST/couche de forme afin de permettre l'obtention d'une plateforme de portance 30 MPa à l'EV2.

Sur une PST2-AR1 constituée d'une argile limoneuse de portance à la plaque EV2 ≥ 15 MPa, il sera nécessaire de mettre en œuvre **une couche de forme d'au moins 0.50 m (dont 0.10 m de finition)** afin de permettre l'obtention d'une plateforme de portance 50 MPa à l'EV2.

Attention en cas d'arase trop humide ou inconsistante, un reclassement d'arase sera nécessaire par un cloutage ou substitution du fond de forme avec un matériau type 0/200 mm.

Dans tous les cas, les épaisseurs de couche de forme seront à adapter selon les portances réelles mesurées en fond de forme lors des travaux, grâce à des planches d'essais à la plaque.

Compte tenu du caractère sensible des matériaux du site, on préférera des travaux en rétro avec remblaiement et compactage à l'avancement en s'assurant qu'aucun engin ne circule sur le fond de forme.

5.3.3 Essais de contrôle

La couche de forme sera réceptionnée par essais à la plaque mode opératoire LCPC afin de s'assurer que les valeurs cibles suivantes ont bien été atteintes :

$$EV2 \geq 50 \text{ MPa}$$

$$EV2 / EV1 \leq 2.2$$

Sans ces essais et contrôles réalisés et/ou suivis par GEOTEC ou son mandataire dans le cadre d'une mission G4 de supervision géotechnique d'exécution, GEOTEC ne saurait engager sa responsabilité sur ces travaux (ce qui n'exonère pas l'entreprise de son auto contrôle au titre de sa mission G3).

5.3.4 Prédimensionnement de la structure de chaussée

La structure de chaussée devra être dimensionnée suivant la classe de trafic et hypothèses en vigueur (durée de vie, taux d'accroissement...) selon **le nouveau Manuel de dimensionnement des chaussées neuves à faibles trafics du CEREMA/IDRRIM – 2020**.

5.3.5 Sujétions particulières

On veillera à limiter les infiltrations d'eau au niveau de ces sols supports de chaussée (*fossés, drainage...*).

Les couches de chaussée seront mises en œuvre, compactées et contrôlées suivant les spécifications en vigueur.

Il sera notamment nécessaire, pendant l'exécution du chantier de terrassement de se prémunir contre l'action des eaux de pluie par réglage des plates-formes avec une pente transversale de 3 à 4 % dirigée vers les fossés qui eux-mêmes seront pentés vers des exutoires.

6. RECOMMANDATIONS POUR LA MISE AU POINT DU PROJET

Le présent rapport constitue le compte rendu et fixe la fin de la mission d'étude géotechnique d'avant-projet. Cette mission G2 AVP confiée à GEOTEC a permis de donner les hypothèses géotechniques à prendre en compte en fonction des données fournies et des résultats des investigations, et présente certains principes d'adaptation au sol des ouvrages géotechniques projetés.

Les principales incertitudes qui subsistent concernant le contexte géotechnique du site et le projet sont notamment :

le projet lui-même (implantation précise, calage altimétrique, descentes de charges définitives des panneaux et des postes) ;

l'emprise de la zone « granitique » observée au droit de SP2 et conditionnant le type de fondation (préforage et pieux moulés) ;

les variations géologiques entre nos points de sondage pouvant affecter le battage des pieux ;

la qualité des fonds des fouilles de fondations et des arases des plateformes, et les éventuelles purges à prévoir ;

la présence éventuelle de poches de matériaux de moindre consistance et/ou décomprimés au niveau des sols d'assise (matériaux sensibles à l'eau) ;

les circulations d'eau superficielles en période pluvieuse, difficilement quantifiables,

la traficabilité du fond de forme en phase chantier.

Ces incertitudes peuvent avoir une incidence importante sur le coût final des ouvrages géotechniques : il conviendra d'en tenir compte lors de la mise au point du projet. A cet effet, la mise en œuvre de l'ensemble des missions géotechniques (G2PRO, G2 DCE/ACT, G3 et G4) devra suivre la présente étude (mission G2 AVP).

Nous restons à l'entière disposition des Responsables du Projet pour tout renseignement complémentaire.

*

*

*

CONDITIONS GENERALES

1. Avertissement, préambule

Toute commande et ses avenants éventuels impliquent de la part du cocontractant, ci-après dénommé « le Client », signataire du contrat et des avenants, acceptation sans réserve des présentes conditions générales.

Les présentes conditions générales prévalent sur toutes autres, sauf conditions particulières contenues dans le devis ou dérogation formelle et explicite. Toute modification de la commande ne peut être considérée comme acceptée qu'après accord écrit du Prestataire.

2. Déclarations obligatoires à la charge du Client, (DT, DICT, ouvrages exécutés)

Dans tous les cas, la responsabilité du Prestataire ne saurait être engagée en cas de dommages à des ouvrages publics ou privés (en particulier, ouvrages enterrés et canalisations) dont la présence et l'emplacement précis ne lui auraient pas été signalés par écrit préalablement à sa mission. Conformément au décret n° 2011-1241 du 5 octobre 2011 relatif à l'exécution de travaux à proximité de certains ouvrages souterrains, aériens ou subaquatiques de transport ou de distribution, le Client doit fournir, à sa charge et sous sa responsabilité, l'implantation des réseaux privés, la liste et l'adresse des exploitants des réseaux publics à proximité des travaux, les plans, informations et résultats des investigations complémentaires consécutifs à sa Déclaration de projet de Travaux (DT). Ces informations sont indispensables pour permettre les éventuelles DICT (le délai de réponse est de 15 jours) et pour connaître l'environnement du projet. En cas d'incertitude ou de complexité pour la localisation des réseaux sur domaine public, il pourra être nécessaire de faire réaliser, à la charge du Client, des fouilles manuelles pour les repérer. Les conséquences et la responsabilité de toute détérioration de ces réseaux par suite d'une mauvaise communication sont à la charge exclusive du Client.

Conformément à l'art L 411-1 du code minier, le Client s'engage à déclarer à la DREAL tout forage réalisé de plus de 10 m de profondeur. De même, conformément à l'article R 214-1 du code de l'environnement, le Client s'engage à déclarer auprès de la DDT du lieu des travaux les sondages et forages destinés à la recherche, à la surveillance ou au prélèvement d'eaux souterraines (piézomètres notamment).

3. Cadre de la mission, objet et nature des prestations, prestations exclues, limites de la mission

Le terme « prestation » désigne exclusivement les prestations énumérées dans le devis du Prestataire. Toute prestation différente de celles prévues fera l'objet d'un prix nouveau à négocier. Il est entendu que le Prestataire s'engage à procéder selon les moyens actuels de son art, à des recherches consciencieuses et à fournir les indications qu'on peut en attendre. Son obligation est une obligation de moyen et non de résultat au sens de la jurisprudence actuelle des tribunaux. Le Prestataire réalise la mission dans les strictes limites de sa définition donnée dans son offre (validité limitée à trois mois à compter de la date de son établissement), confirmée par le bon de commande ou un contrat signé du Client.

La mission et les investigations éventuelles sont strictement géotechniques et n'abordent pas le contexte environnemental. Seule une étude environnementale spécifique comprenant des investigations adaptées permettra de détecter une éventuelle contamination des sols et/ou des eaux souterraines.

Le Prestataire n'est solidaire d'aucun autre intervenant sauf si la solidarité est explicitement convenue dans le devis ; dans ce cas, la solidarité ne s'exerce que sur la durée de la mission.

Par référence à la norme NF P 94-500, il appartient au maître d'ouvrage, au maître d'œuvre ou à toute entreprise de faire réaliser impérativement par des ingénieries compétentes chacune des missions géotechniques (successivement G1, G2, G3 et G4 et les investigations associées) pour suivre toutes les étapes d'élaboration et d'exécution du projet. Si la mission d'investigations est commandée seule, elle est limitée à l'exécution matérielle de sondages et à l'établissement d'un compte rendu factuel sans interprétation et elle exclut toute activité d'étude ou de conseil. La mission de diagnostic géotechnique G5 engage le géotechnicien uniquement dans le cadre strict des objectifs ponctuels fixés et acceptés.

Si le Prestataire déclare être titulaire de la certification ISO 9001, le Client agit de telle sorte que le Prestataire puisse respecter les dispositions de son système qualité dans la réalisation de sa mission.

4. Plans et documents contractuels

Le Prestataire réalise la mission conformément à la réglementation en vigueur lors de son offre, sur la base des données communiquées par le Client. Le Client est seul responsable de l'exactitude de ces données. En cas d'absence de transmission ou d'erreur sur ces données, le Prestataire est exonéré de toute responsabilité.

5. Limites d'engagement sur les délais

Sauf indication contraire précise, les estimations de délais d'intervention et d'exécution données aux termes du devis ne sauraient engager le Prestataire. Sauf stipulation contraire, il ne sera pas appliqué de pénalités de retard et si tel devait être le cas elles seraient plafonnées à 5% de la commande. En toute hypothèse, la responsabilité du Prestataire est dérogée de plein droit en cas d'insuffisance des informations fournies par le Client ou si le Client n'a pas respecté ses obligations, en cas de force majeure ou d'événements imprévisibles (notamment la rencontre de sols inattendus, la survenance de circonstances naturelles exceptionnelles) et de manière générale en cas d'événement extérieur au Prestataire modifiant les conditions d'exécution des prestations objet de la commande ou les rendant impossibles.

Le Prestataire n'est pas responsable des délais de fabrication ou d'approvisionnement de fournitures lorsqu'elles font l'objet d'un contrat de négoce passé par le Client ou le Prestataire avec un autre Prestataire.

6. Formalités, autorisations et obligations d'information, accès, dégâts aux ouvrages et cultures

Toutes les démarches et formalités administratives ou autres, en particulier l'obtention de l'autorisation de pénétrer sur les lieux pour effectuer des prestations de la mission sont à la charge du Client. Le Client se charge d'une part d'obtenir et communiquer les autorisations requises pour l'accès du personnel et des matériels nécessaires au Prestataire en toute sécurité dans l'enceinte des propriétés privées ou sur le domaine public, d'autre part de fournir tous les documents relatifs aux dangers et aux risques cachés, notamment ceux liés aux réseaux, aux obstacles enterrés et à la pollution des sols et des nappes. Le Client s'engage à communiquer les règles pratiques que les intervenants doivent respecter en matière de santé, sécurité et respect de l'environnement : il assure en tant que de besoin la formation du personnel, notamment celui du Prestataire, entrant dans ces domaines, préalablement à l'exécution de la mission. Le Client sera tenu responsable de tout dommage corporel, matériel ou immatériel dû à une spécificité du site connue de lui et non clairement indiquée au Prestataire avant toutes interventions.

Sauf spécifications particulières, les travaux permettant l'accessibilité aux points de sondages ou d'essais et l'aménagement des plates-formes ou grutage nécessaires aux matériels utilisés sont à la charge du Client.

Les investigations peuvent entraîner d'inévitables dommages sur le site, en particulier sur la végétation, les cultures et les ouvrages existants, sans qu'il y ait négligence ou faute de la part de son exécutant. Les remises en état, réparations ou indemnités correspondantes sont à la charge du Client.

7. Implantation, nivellement des sondages

Au cas où l'implantation des sondages est imposée par le Client ou son conseil, le Prestataire est exonéré de toute responsabilité dans les événements consécutifs à ladite implantation. La mission ne comprend pas les implantations topographiques permettant de définir l'emprise des ouvrages et zones à étudier ni la mesure des coordonnées précises des points de sondages ou d'essais. Les éventuelles altitudes indiquées pour chaque sondage (qu'il s'agisse de cotes de références rattachées à un repère arbitraire ou de cotes NGF) ne sont données qu'à titre indicatif. Seules font foi les profondeurs mesurées depuis le sommet des sondages et comptées à partir du niveau du sol au moment de la réalisation des essais. Pour que ces altitudes soient garanties, il convient qu'elles soient relevées par un Géomètre Expert avant remodelage du terrain. Il en va de même pour l'implantation des sondages sur le terrain.

8. Hydrogéologie

Les niveaux d'eau indiqués dans le rapport correspondent uniquement aux niveaux relevés au droit des sondages exécutés et à un moment précis. En dépit de la qualité de l'étude les aléas suivants subsistent, notamment la variation des niveaux d'eau en relation avec la météo ou une modification de l'environnement des études. Seule une étude hydrogéologique spécifique permet de déterminer les amplitudes de variation de ces niveaux, les cotes de crue et les PHEC (Plus Hautes Eaux Connues).

9. Recommandations, aléas, écart entre prévision de l'étude et réalité en cours de travaux

Si, en l'absence de plans précis des ouvrages projetés, le Prestataire a été amené à faire une ou des hypothèses sur le projet, il appartient au Client de lui communiquer par écrit ses observations éventuelles sans quoi, il ne pourrait en aucun cas et pour quelque raison que ce soit lui être reproché d'avoir établi son étude dans ces conditions.

L'étude géotechnique s'appuie sur les renseignements reçus concernant le projet, sur un nombre limité de sondages et d'essais, et sur des profondeurs d'investigations limitées qui ne permettent pas de lever toutes les incertitudes inéluctables à cette science naturelle. En dépit de la qualité de l'étude, des incertitudes subsistent du fait notamment du caractère ponctuel des investigations, de la variation d'épaisseur des remblais et/ou des différentes couches, de la présence de vestiges enterrés. Les conclusions géotechniques ne peuvent donc conduire à traiter à forfait le prix des fondations compte tenu d'une hétérogénéité, naturelle ou du fait de l'homme, toujours possible et des aléas d'exécution pouvant survenir lors de la découverte des terrains. Si un caractère évolutif particulier a été mis en lumière (notamment glissement, érosion, dissolution, remblais évolutifs, tourbe), l'application des recommandations du rapport nécessite une actualisation à chaque étape du projet notamment s'il s'écoule un laps de temps important avant l'étape suivante.

L'estimation des quantités des ouvrages géotechniques nécessite, une mission d'étude géotechnique de conception G2 (phase projet). Les éléments géotechniques non décelés par l'étude et mis en évidence lors de l'exécution (pouvant avoir une incidence sur les conclusions du rapport) et les incidents importants survenus au cours des travaux (notamment glissement, dommages aux avoisinants ou aux existants) doivent obligatoirement être portés à la connaissance du Prestataire ou signalés aux géotechniciens chargés des missions de suivi géotechnique d'exécution G3 et de supervision géotechnique d'exécution G4, afin que les conséquences sur la conception géotechnique et les conditions d'exécution soient analysées par un homme de l'art.

10. Rapport de mission, réception des travaux, fin de mission, délais de validation des documents par le client

A défaut de clauses spécifiques contractuelles, la remise du dernier document à fournir dans le cadre de la mission fixe le terme de la mission. La date de la fin de mission est celle de l'approbation par le Client du dernier document à fournir dans le cadre de la mission. L'approbation doit intervenir au plus tard deux semaines après sa remise au Client, et est considérée implicite en cas de silence. La fin de la mission donne lieu au paiement du solde de la mission.

11. Réserve de propriété, confidentialité, propriété des études, diagrammes

Les coupes de sondages, plans et documents établis par les soins du Prestataire dans le cadre de sa mission ne peuvent être utilisés, publiés ou reproduits par des tiers sans son autorisation. Le Client ne devient propriétaire des prestations réalisées par le Prestataire qu'après règlement intégral des sommes dues. Le Client ne peut pas les utiliser pour d'autres ouvrages sans accord écrit préalable du Prestataire. Le Client s'engage à maintenir confidentielle et à ne pas utiliser pour son propre compte ou celui de tiers toute information se rapportant au savoir-faire du Prestataire, qu'il soit breveté ou non, portée à sa connaissance au cours de la mission et qui n'est pas dans le domaine public, sauf accord préalable écrit du Prestataire. Si dans le cadre de sa mission, le Prestataire mettait au point une nouvelle technique, celle-ci serait sa propriété. Le Prestataire serait libre de déposer tout brevet s'y rapportant, le Client bénéficiant, dans ce cas, d'une licence non exclusive et non cessible, à titre gratuit et pour le seul ouvrage étudié.

12. Modifications du contenu de la mission en cours de réalisation

La nature des prestations et des moyens à mettre en œuvre, les prévisions des avancements et délais, ainsi que les prix sont déterminés en fonction des éléments communiqués par le client et ceux recueillis lors de l'établissement de l'offre. Des conditions imprévisibles par le Prestataire au moment de l'établissement de son offre touchant à la géologie, aux hypothèses de travail, au projet et à son environnement, à la législation et aux règlements, à des événements imprévus, survenant en cours de mission autorisent le Prestataire à proposer au Client un avenant avec notamment modification des prix et des délais. A défaut d'un accord écrit du Client dans un délai de deux semaines à compter de la réception de la lettre d'adaptation de la mission. Le Prestataire est en droit de suspendre immédiatement l'exécution de sa mission, les prestations réalisées à cette date étant rémunérées intégralement, et sans que le Client ne puisse faire état d'un préjudice. Dans l'hypothèse où le Prestataire est dans l'impossibilité de réaliser les prestations prévues pour une cause qui ne lui est pas imputable, le temps d'immobilisation de ses équipes est rémunéré par le client.

13. Modifications du projet après fin de mission, délai de validité du rapport

Le rapport constitue une synthèse de la mission définie par la commande. Le rapport et ses annexes forment un ensemble indissociable. Toute interprétation, reproduction partielle ou utilisation par un autre maître de l'ouvrage, un autre constructeur ou maître d'œuvre, ou pour un projet différent de celui objet de la mission, ne saurait engager la responsabilité du Prestataire et pourra entraîner des poursuites judiciaires. La responsabilité du Prestataire ne saurait être engagée en dehors du cadre de la mission objet du rapport. Toute modification apportée au projet et à son environnement ou tout élément nouveau mis à jour au cours des travaux et non détecté lors de la mission d'origine, nécessite une adaptation du rapport initial dans le cadre d'une nouvelle mission.

Le client doit faire actualiser le dernier rapport de mission en cas d'ouverture du chantier plus de 1 an après sa livraison. Il en est de même notamment en cas de travaux de terrassements, de démolition ou de réhabilitation du site (à la suite d'une contamination des terrains et/ou de la nappe) modifiant entre autres les qualités mécaniques, les dispositions constructives et/ou la répartition de tout ou partie des sols sur les emprises concernées par l'étude géotechnique.

14. Conditions d'établissement des prix, variation dans les prix, conditions de paiement, acompte et provision, retenue de garantie

Les prix unitaires s'entendent hors taxes. Ils sont majorés de la T.V.A. au taux en vigueur le jour de la facturation. Ils sont établis aux conditions économiques en vigueur à la date d'établissement de l'offre. Ils sont fermes et définitifs pour une durée de trois mois. Au-delà, ils sont actualisés par application de l'indice "Sondages et Forages TP 04" pour les investigations in situ et en laboratoire, et par application de l'indice « SYNTEC » pour les prestations d'études, l'indice de base étant celui du mois de l'établissement du devis.

Aucune retenue de garantie n'est appliquée sur le coût de la mission.

Dans le cas où le marché nécessite une intervention d'une durée supérieure à un mois, des factures mensuelles intermédiaires sont établies. Lors de la passation de la commande ou de la signature du contrat, le Prestataire peut exiger un acompte dont le montant est défini dans les conditions particulières et correspond à un pourcentage du total estimé des honoraires et frais correspondants à l'exécution du contrat. Le montant de cet acompte est déduit de la facture ou du décompte final. En cas de sous-traitance dans le cadre d'un ouvrage public, les factures du Prestataire sont réglées directement et intégralement par le maître d'ouvrage, conformément à la loi n°75-1334 du 31/12/1975.

Les paiements interviennent à réception de la facture et sans escompte. En l'absence de paiement au plus tard le jour suivant la date de règlement figurant sur la facture, il sera appliqué à compter dudit jour et de plein droit, un intérêt de retard égal au taux d'intérêt appliqué par la Banque Centrale Européenne à son opération de refinancement la plus récente majorée de 10 points de pourcentage. Cette pénalité de retard sera exigible sans qu'un rappel soit nécessaire à compter du jour suivant la date de règlement figurant sur la facture.

En sus de ces pénalités de retard, le Client sera redevable de plein droit des frais de recouvrement exposés ou d'une indemnité forfaitaire de 40 €. Un désaccord quelconque ne saurait constituer un motif de non-paiement des prestations de la mission réalisées antérieurement. La compensation est formellement exclue : le Client s'interdit de déduire le montant des préjudices qu'il allègue des honoraires dus.

15. Résiliation anticipée

Toute procédure de résiliation est obligatoirement précédée d'une tentative de conciliation. En cas de force majeure, cas fortuit ou de circonstances indépendantes du Prestataire, celui-ci a la faculté de résilier son contrat sous réserve d'en informer son Client par lettre recommandée avec accusé de réception. En toute hypothèse, en cas d'inexécution par l'une ou l'autre des parties de ses obligations, et 8 jours après la mise en demeure visant la présente clause résolutoire demeurée sans effet, le contrat peut être résilié de plein droit. La résiliation du contrat implique le paiement de l'ensemble des prestations régulièrement exécutées par le Prestataire au jour de la résiliation et en sus, d'une indemnité égale à 20 % des honoraires qui resteraient à percevoir si la mission avait été menée jusqu'à son terme.

16. Répartition des risques, responsabilités et assurances

Le Prestataire n'est pas tenu d'avertir son Client sur les risques encourus déjà connus ou ne pouvant être ignorés du Client compte tenu de sa compétence. Ainsi par exemple, l'attention du Client est attirée sur le fait que le béton armé est inévitablement fissuré, les revêtements appliqués sur ce matériau devant avoir une souplesse suffisante pour s'adapter sans dommage aux variations d'ouverture des fissures. Le devoir de conseil du Prestataire vis-à-vis du Client ne s'exerce que dans les domaines de compétence requis pour l'exécution de la mission spécifiquement confiée. Tout élément nouveau connu du Client après la fin de la mission doit être communiqué au Prestataire qui pourra, le cas échéant, proposer la réalisation d'une mission complémentaire. A défaut de communication des éléments nouveaux ou d'acceptation de la mission complémentaire, le Client en assumera toutes les conséquences. En aucun cas, le Prestataire ne sera tenu pour responsable des conséquences d'un non-respect de ses préconisations ou d'une modification de celles-ci par le Client pour quelque raison que ce soit. L'attention du Client est attirée sur le fait que toute estimation de quantités faite à partir de données obtenues par prélèvements ou essais ponctuels sur le site objet des prestations est entachée d'une incertitude fonction de la représentativité de ces données ponctuelles extrapolées à l'ensemble du site. Toutes les pénalités et indemnités qui sont prévues au contrat ou dans l'offre remise par le Prestataire ont la nature de dommages et intérêts forfaitaires, libératoires et exclusifs de toute autre sanction ou indemnisation.

Assurance décennale obligatoire

Le Prestataire bénéficie d'un contrat d'assurance au titre de la responsabilité décennale afférente aux ouvrages soumis à obligation d'assurance, conformément à l'article L.241-1 du Code des assurances. Conformément aux usages et aux capacités du marché de l'assurance et de la réassurance, le contrat impose une obligation de déclaration préalable et d'adaptation de la garantie pour les ouvrages dont la valeur HT (travaux et honoraires compris) excède au jour de la déclaration d'ouverture de chantier un montant de 15 M€. Il est expressément convenu que le client a l'obligation d'informer le Prestataire d'un éventuel dépassement de ce seuil, et accepte, de fournir tous éléments d'information nécessaires à l'adaptation de la garantie. Le client prend également l'engagement, de souscrire à ses frais un Contrat Collectif de Responsabilité Décennale (CCRD), contrat dans lequel le Prestataire sera expressément mentionné parmi les bénéficiaires. Par ailleurs, les ouvrages de caractère exceptionnel, voir inusuels sont exclus du présent contrat et doivent faire l'objet d'une cotation particulière. Le prix fixé dans l'offre ayant été déterminé en fonction de conditions normales d'assurabilité de la mission, il sera réajusté, et le client s'engage à l'accepter, en cas d'éventuelle sur-cotisation qui serait demandée au Prestataire par rapport aux conditions de base de son contrat d'assurance. A défaut de respecter ces engagements, le client en supportera les conséquences financières (notamment en cas de défaut de garantie du Prestataire, qui n'aurait pu s'assurer dans de bonnes conditions, faute d'informations suffisantes). Le maître d'ouvrage est tenu d'informer le Prestataire de la DOC (déclaration d'ouverture de chantier). Ouvrages non soumis à l'obligation d'assurance

Les ouvrages dont la valeur HT (travaux et honoraires compris) excède un montant de 15 M€ HT doivent faire l'objet d'une déclaration auprès du Prestataire qui en référera à son assureur pour détermination des conditions d'assurance. Les limitations relatives au montant des chantiers auxquels le Prestataire participe ne sont pas applicables aux missions portant sur des ouvrages d'infrastructure linéaire, c'est-à-dire routes, voies ferrées, tramway, etc. En revanche, elles demeurent applicables lorsque sur le tracé linéaire, la/les mission(s) de l'assuré porte(nt) sur des ouvrages précis tels que ponts, viaducs, échangeurs, tunnels, tranchées couvertes... En tout état de cause, il appartiendra au client de prendre en charge toute éventuelle sur cotisation qui serait demandée au prestataire par rapport aux conditions de base de son contrat d'assurance. Toutes les conséquences financières d'une déclaration insuffisante quant au coût de l'ouvrage seront supportées par le client et le maître d'ouvrage.

Le Prestataire assume les responsabilités qu'il engage par l'exécution de sa mission telle que décrite au présent contrat. A ce titre, il est responsable de ses prestations dont la défectuosité lui est imputable. Le Prestataire sera garanti en totalité par le Client contre les conséquences de toute recherche en responsabilité dont il serait l'objet du fait de ses prestations, de la part de tiers au présent contrat, le client ne garantissant cependant le Prestataire qu'au-delà du montant de responsabilité visé ci-dessous pour le cas des prestations défectueuses. La responsabilité globale et cumulée du Prestataire au titre ou à l'occasion de l'exécution du contrat sera limitée à trois fois le montant de ses honoraires sans pour autant excéder les garanties délivrées par son assureur, et ce pour les dommages de quelque nature que ce soit et quel qu'en soit le fondement juridique. Il est expressément convenu que le Prestataire ne sera pas responsable des dommages immatériels consécutifs ou non à un dommage matériel tels que, notamment, la perte d'exploitation, la perte de production, le manque à gagner, la perte de profit, la perte de contrat, la perte d'image, l'immobilisation de personnel ou d'équipements.

17. Cessibilité de contrat

Le Client reste redevable du paiement de la facture sans pouvoir opposer à quelque titre que ce soit la cession du contrat, la réalisation pour le compte d'autrui, l'existence d'une promesse de porte-fort ou encore l'existence d'une stipulation pour autrui.

18. Litiges

En cas de litige pouvant survenir dans l'application du contrat, seul le droit français est applicable. Seules les juridictions du ressort du siège social du Prestataire sont compétentes, même en cas de demande incidente ou d'appel en garantie ou de pluralité de défendeurs.

Enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique

(Extraits de la norme NF P 94-500 du 30 novembre 2013 – Chapitre 4.2)

Le Maître d'Ouvrage doit associer l'ingénierie géotechnique au même titre que les autres ingénieries à la Maîtrise d'Œuvre et ce, à toutes les étapes successives de conception, puis de réalisation de l'ouvrage. Le Maître d'Ouvrage, ou son mandataire, doit veiller à la synchronisation des missions d'ingénierie géotechnique avec les phases effectives à la Maîtrise d'Œuvre du projet.

L'enchaînement et la définition synthétique des missions d'ingénierie géotechnique sont donnés dans les tableaux 1 et 2. Deux ingénieries géotechniques différentes doivent intervenir : la première pour le compte du Maître d'Ouvrage ou de son mandataire lors des étapes 1 à 3, la seconde pour le compte de l'entreprise lors de l'étape 3.

Enchaînement des missions G1 à G4	Phases de la maîtrise d'œuvre	Mission d'ingénierie géotechnique (GN) et Phase de la mission		Objectifs à atteindre pour les ouvrages géotechniques	Niveau de management des risques géotechniques attendu	Prestations d'investigations géotechniques à réaliser	
Étape 1 : Etude géotechnique préalable (G1)		Etude géotechnique préalable (G1) Phase Etude de Site (ES)		Spécificités géotechniques du site	Première identification des risques présentés par le site	Fonction des données existantes et de la complexité géotechnique	
	Etude préliminaire, Esquisse, APS	Etudes géotechnique préalable (G1) Phase Principes Généraux de Construction (PGC)		Première adaptation des futurs ouvrages aux spécificités du site	Première identification des risques pour les futurs ouvrages	Fonctions des données existantes et de la complexité géotechnique	
Étape 2 : Etude géotechnique de conception (G2)	APD/AVP	Etude géotechnique de conception (G2) Phase Avant-projet (AVP)		Définition et comparaison des solutions envisageables pour le projet	Mesures préventives pour la réduction des risques identifiés, mesures correctives pour les risques résiduels avec détection au plus tôt de leur survenance	Fonction du site et de la complexité du projet (<i>choix constructifs</i>)	
	PRO	Etudes géotechniques de conception (G2) Phase Projet (PRO)		Conception et justifications du projet		Fonction du site et de la complexité du projet (<i>choix constructifs</i>)	
	DCE/ACT	Etude géotechnique de conception (G2) Phase DCE/ACT		Consultation sur le projet de base/choix de l'entreprise et mise au point du contrat de travaux			
Étape 3 : Etudes géotechniques de réalisation (G3/G4)		A la charge de l'entreprise	A la charge du maître d'ouvrage				
		EXE/VISA	Etude de suivi géotechniques d'exécution (G3) Phase Etude (en interaction avec la phase suivi)	Supervision géotechnique d'exécution (G4) Phase Supervision de l'étude géotechnique d'exécution (<i>en interaction avec la phase supervision du suivi</i>)	Etude d'exécution conforme aux exigences du projet, avec maîtrise de la qualité, du délai et du coût	Identification des risques résiduels, mesures correctives, contrôle du management des risques résiduels (<i>réalité des actions, vigilance, mémorisation, capitalisation des retours d'expérience</i>)	Fonction des méthodes de construction et des adaptations proposées si des risques identifiés surviennent
		DET/AOR	Etude et suivi géotechniques d'exécutions (G3) Phase Suivi (en interaction avec la Phase Etude	Supervision géotechnique d'exécution (G4) Phase Supervision du suivi géotechnique d'exécution (<i>en interaction avec la phase Supervision de l'étude</i>)	Exécution des travaux en toute sécurité et en conformité avec les attentes du maître d'ouvrage		Fonction du contexte géotechnique observé et du comportement de l'ouvrage et des avoisinants en cours de travaux
A toute étape d'un projet ou sur un ouvrage existant	Diagnostic	Diagnostic géotechnique (G5)		Influence d'un élément géotechnique spécifique sur le projet ou sur l'ouvrage existant	Influence de cet élément géotechnique sur les risques géotechniques identifiés	Fonction de l'élément géotechnique étudié	

Tableau 2 - Classification des missions d'ingénierie géotechnique

L'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (étapes 1 à 3) doit suivre les étapes de conception et de réalisation de tout projet pour contribuer à la maîtrise des risques géotechniques. Le maître d'ouvrage ou son mandataire doit faire réaliser successivement chacune de ces missions par une ingénierie géotechnique. Chaque mission s'appuie sur des données géotechniques adaptées issues d'investigations géotechniques appropriées.

ETAPE 1 : ETUDE GEOTECHNIQUE PREALABLE (G1)

Cette mission exclut toute approche des quantités, délais et coûts d'exécution des ouvrages géotechniques qui entre dans le cadre de la mission d'étude géotechnique de conception (étape 2). Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire. Elle comprend deux phases :

Phase Étude de Site (ES)

Elle est réalisée en amont d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS pour une première identification des risques géotechniques d'un site. - Faire une enquête documentaire sur le cadre géotechnique du site et l'existence d'avoisinants avec visite du site et des alentours.

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un rapport donnant pour le site étudié un modèle géologique préliminaire, les principales caractéristiques géotechniques et une première identification des risques géotechniques majeurs.

Phase Principes Généraux de Construction (PGC)

Elle est réalisée au stade d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS pour réduire les conséquences des risques géotechniques majeurs identifiés. Elle s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées.

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un rapport de synthèse des données géotechniques à ce stade d'étude (première approche de la ZIG, horizons porteurs potentiels, ainsi que certains principes généraux de construction envisageables (notamment fondations, terrassements, ouvrages enterrés, améliorations de sols).

ETAPE 2 : ETUDE GEOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2)

Cette mission permet l'élaboration du projet des ouvrages géotechniques et réduit les conséquences des risques géotechniques importants identifiés. Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire et est réalisée en collaboration avec la maîtrise d'œuvre ou intégrée à cette dernière. Elle comprend trois phases :

Phase Avant-projet (AVP)

Elle est réalisée au stade de l'avant-projet de la maîtrise d'œuvre et s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées.

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un rapport donnant les hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade de l'avant-projet, les principes de construction envisageables (terrassements, soutènements, pentes et talus, fondations, assises des dallages et voiries, améliorations de sols, dispositions générales vis-à-vis des nappes et des avoisinants), une ébauche dimensionnelle par type d'ouvrage géotechnique et la pertinence d'application de la méthode observationnelle pour une meilleure maîtrise des risques géotechniques.

Phase Projet (PRO)

Elle est réalisée au stade du projet de la maîtrise d'œuvre et s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées suffisamment représentatives pour le site. - Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.

- Fournir un dossier de synthèse des hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade du projet (valeurs caractéristiques des paramètres géotechniques en particulier), des notes techniques donnant les choix constructifs des ouvrages géotechniques (terrassements, soutènements, pentes et talus, fondations, assises des dallages et voiries, améliorations de sols, dispositions vis-à-vis des nappes et des avoisinants), des notes de calcul de dimensionnement, un avis sur les valeurs seuils et une approche des quantités.

Phase DCE / ACT

Elle est réalisée pour finaliser le Dossier de Consultation des Entreprises et assister le maître d'ouvrage pour l'établissement des Contrats de Travaux avec le ou les entrepreneurs retenus pour les ouvrages géotechniques.

- Établir ou participer à la rédaction des documents techniques nécessaires et suffisants à la consultation des entreprises pour leurs études de réalisation des ouvrages géotechniques (dossier de la phase Projet avec plans, notices techniques, cahier des charges particulières, cadre de bordereau des prix et d'estimatif, planning prévisionnel).
- Assister éventuellement le maître d'ouvrage pour la sélection des entreprises, analyser les offres techniques, participé à la finalisation des pièces techniques des contrats de travaux.

ETAPE 3 : ETUDES GEOTECHNIQUES DE REALISATION (G3 et G 4, distinctes et simultanées) ETUDE ET SUIVI GEOTECHNIQUES D'EXECUTION (G3)

Cette mission permet de réduire les risques géotechniques résiduels par la mise en œuvre à temps de mesures correctives d'adaptation ou d'optimisation. Elle est confiée à l'entrepreneur sauf disposition contractuelle contraire, sur la base de la phase G2 DCE/ACT. Elle comprend deux phases interactives :

Phase Étude

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Étudier dans le détail les ouvrages géotechniques: notamment établissement d'une note d'hypothèses géotechniques sur la base des données fournies par le contrat de travaux ainsi que des résultats des éventuelles investigations complémentaires, définition et dimensionnement (calculs justificatifs) des ouvrages géotechniques, méthodes et conditions d'exécution (phasages généraux, suivis, auscultations et contrôles à prévoir, valeurs seuils, dispositions constructives complémentaires éventuelles).
- Élaborer le dossier géotechnique d'exécution des ouvrages géotechniques provisoires et définitifs : plans d'exécution, de phasage et de suivi.

Phase Suivi

- Suivre en continu les auscultations et l'exécution des ouvrages géotechniques, appliquer si nécessaire des dispositions constructives prédéfinies en phase Étude.
- Vérifier les données géotechniques par relevés lors des travaux et par un programme d'investigations géotechniques complémentaire si nécessaire (le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats).

Établir la prestation géotechnique du dossier des ouvrages exécutés (DOE) et fournir les documents nécessaires à l'établissement du dossier d'interventions ultérieures sur l'ouvrage (DIUO)

SUPERVISION GEOTECHNIQUE D'EXECUTION (G4)

Cette mission permet de vérifier la conformité des hypothèses géotechniques prises en compte dans la mission d'étude et suivi géotechniques d'exécution. Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire et est réalisée en collaboration avec la maîtrise d'œuvre ou intégrée à cette dernière. Elle comprend deux phases interactives :

Phase Supervision de l'étude d'exécution

- Donner un avis sur la pertinence des hypothèses géotechniques de l'étude géotechnique d'exécution, des dimensionnements et méthodes d'exécution, des adaptations ou optimisations des ouvrages géotechniques proposées par l'entrepreneur, du plan de contrôle, du programme d'auscultation et des valeurs seuils.

Phase Supervision du suivi d'exécution

- Par interventions ponctuelles sur le chantier, donner un avis sur la pertinence du contexte géotechnique tel qu'observé par l'entrepreneur (G3), du comportement tel qu'observé par l'entrepreneur de l'ouvrage et des avoisinants concernés (G3), de l'adaptation ou de l'optimisation de l'ouvrage géotechnique proposée par l'entrepreneur (G3).
- Donner un avis sur la prestation géotechnique du DOE et sur les documents fournis pour le DIUO.

DIAGNOSTIC GEOTECHNIQUE (G5)

Pendant le déroulement d'un projet ou au cours de la vie d'un ouvrage, il peut être nécessaire de procéder, de façon strictement limitative, à l'étude d'un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques, dans le cadre d'une mission ponctuelle. Ce diagnostic géotechnique précise l'influence de cet ou ces éléments géotechniques sur les risques géotechniques identifiés ainsi que leurs conséquences possibles pour le projet ou l'ouvrage existant.

- Définir, après enquête documentaire, un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Étudier un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques (par exemple soutènement, causes géotechniques d'un désordre) dans le cadre de ce diagnostic, mais sans aucune implication dans la globalité du projet ou dans l'étude de l'état général de l'ouvrage existant.
- Si ce diagnostic conduit à modifier une partie du projet ou à réaliser des travaux sur l'ouvrage existant, des études géotechniques de conception et/ou d'exécution ainsi qu'un suivi et une supervision géotechnique seront réalisés ultérieurement, conformément à l'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (étape 2 et/ou 3).

*

*

*

ANNEXES

- ANNEXE 1 : PLAN DE SITUATION
- ANNEXE 2 : PLANS D'IMPLANTATION DES SONDAGES
- ANNEXE 3 : SONDAGES ET ESSAIS
- ANNEXE 4 : ESSAIS DE LABORATOIRE

Annexe 1

Plan de situation

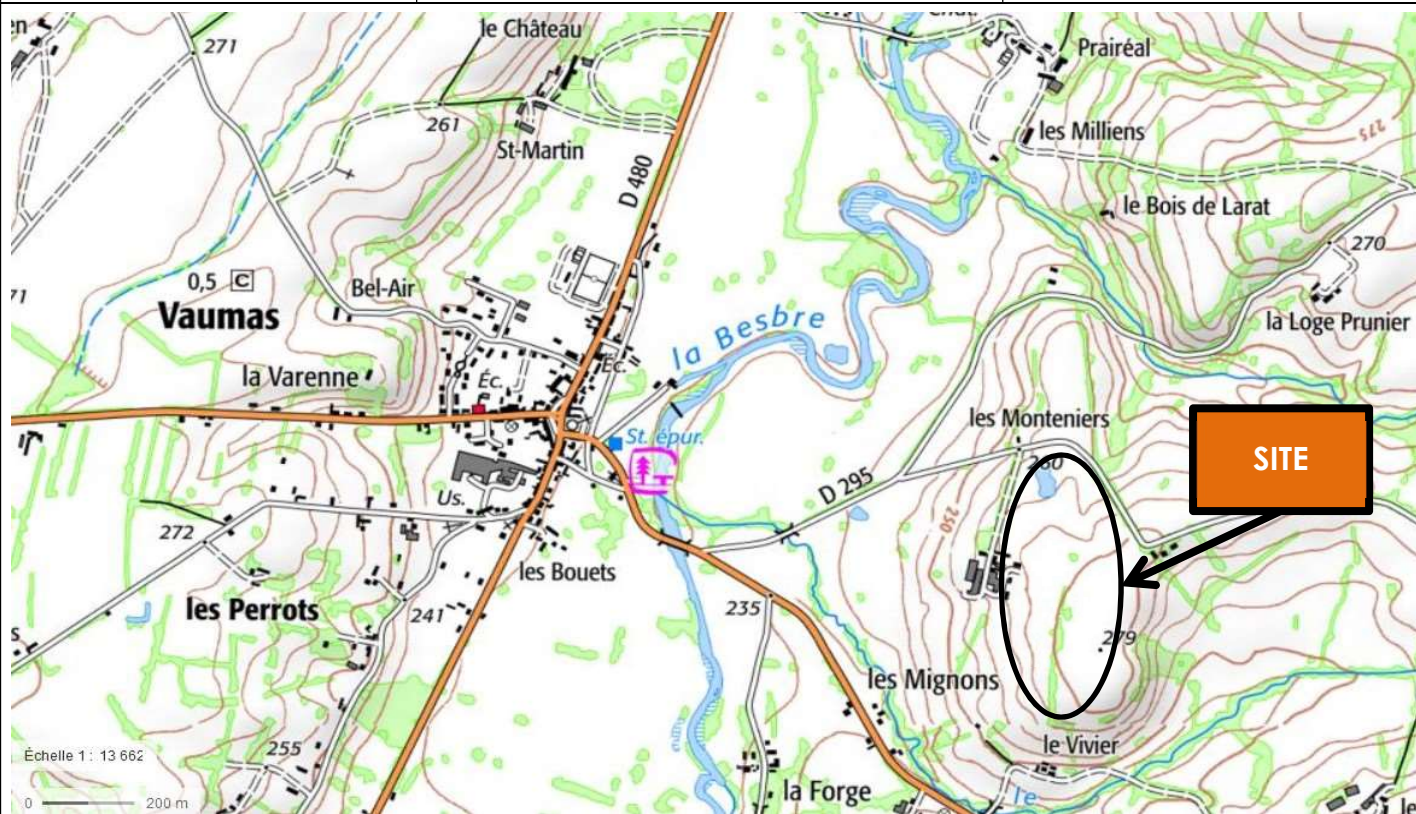
VAUMAS (03)

23/01599/DIJON

Centrale photovoltaïque

Les Monteniers

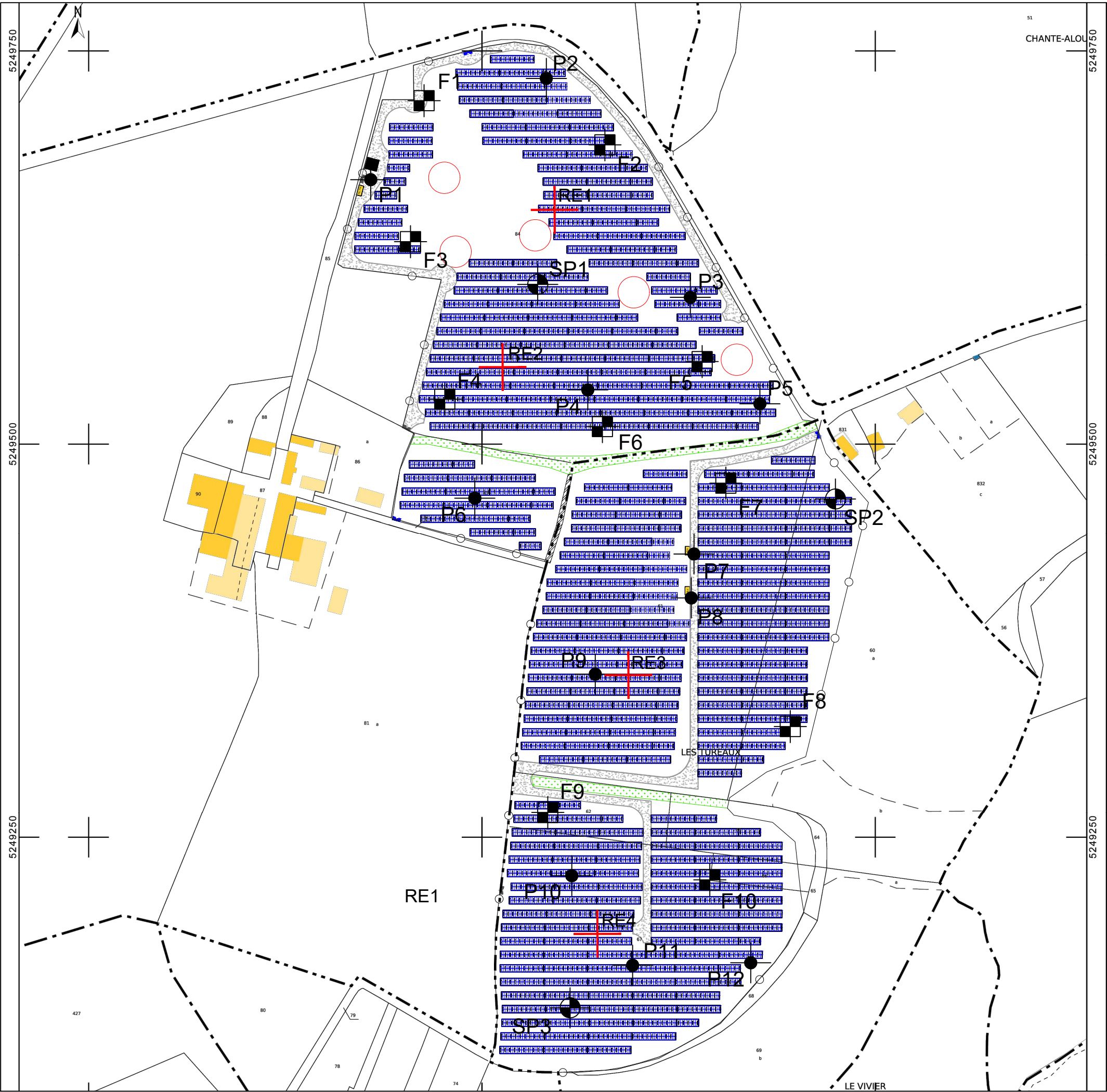
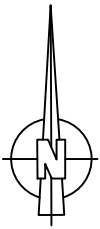
Localisation du site d'étude

NORD

Annexe 2

Plan d'implantation des sondages

AFFAIRE 23/01599/DIJON
VAUMAS
Centrale photovoltaïque
Plan d'implantation des sondages



-  Sondage Géologique et pressiométrique
-  Fouille à la pelle
-  Essai de pénétration dynamique
-  Profils de résistivité

Annexe 3

Sondages et essais

Sondage SP1

Longitude	Latitude	Système de coordonnées		Précision des relevés	
1749 535,56	5 249 601,82	RGF93 / CC46		Centimètre	
Élévation	Prof. atteinte	Angle	Nivellement		Précision des nivellements
+ 267,97 m	5,0 m	0,0°	NGF		Centimètre
Données	Type	Début		Fin	Machine
SP1	Pressiomètre	02/05/2023		02/05/2023	Non renseigné
					Opérateur
					Q.P.

Élévation	Prof.	Lithologie	Descriptions	Outils	Niveau d'eau	Prof.	E_M [MPa]					P_{RM}^* [MPa]			P_{LM}^* [MPa]			E_M/P_{LM}^*
							0,1	1	10	100	1000	0,1	1	100	0,1	1	10	
267,67	0		Terre végétale argilo-sableuse marron foncé 0,3 m	TAR 63		0												
	1					1			13,5				1,09			1,59		8
	2					2			11,5				0,91			1,36		8
	3		Sable +/- argileux marron orangé à quelques graviers			3			15,3				1,11			1,64		9
	4					4			19,3				1,48			2,33		8
262,97	5		5 m	5 m	4,7 m	5												

1 02/05/2023 - Eau en fin de sondage 4,7m

Commentaires Eboulement à 4.80m

Sondage SP2

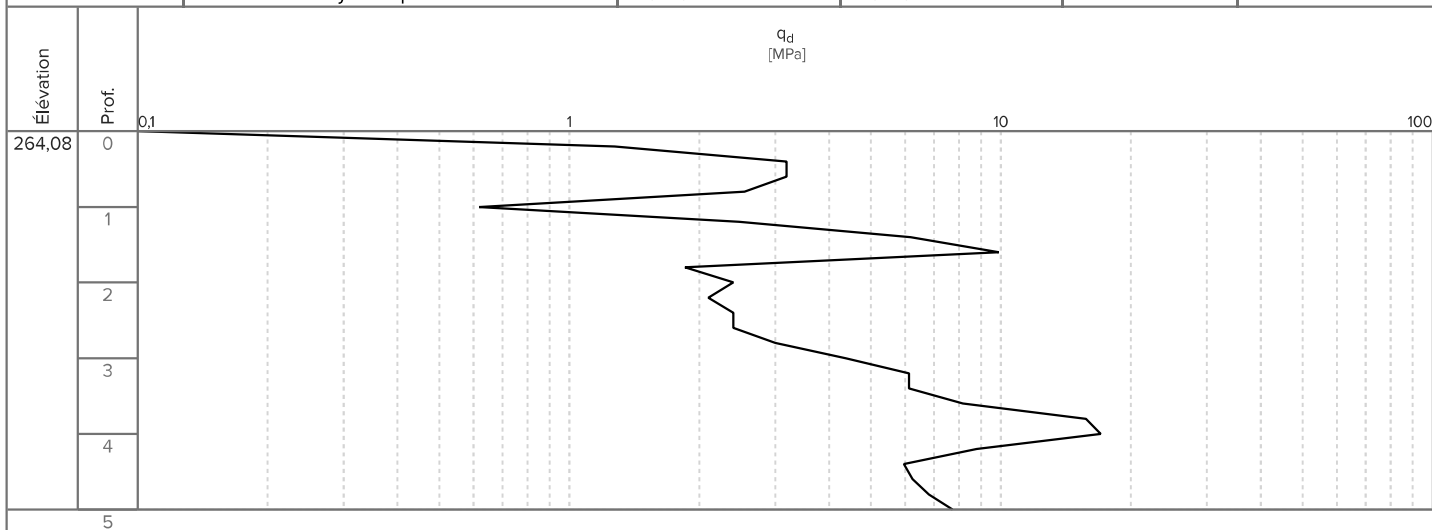
Longitude		Latitude		Système de coordonnées				Précision des relevés									
1749 724,91		5 249 465,31		RGF93 / CC46				Centimètre									
Élévation		Prof. atteinte		Angle		Nivellement		Précision des nivellements									
+ 276,29 m		5,0 m		0,0°		NGF		Centimètre									
Données		Type		Début		Fin		Machine		Opérateur							
SP2		Pressiomètre		02/05/2023		02/05/2023		Non renseigné		Q.P.							
Élévation	Prof.	Lithologie	Descriptions	Outils	Niveau d'eau	Prof.	E _M [MPa]					p _{RM} [*] [MPa]		P _{LM} [*] [MPa]		E _M /P _{LM} [*]	
							0,1	1	10	100	1000	0,1	1	100,1	1		10
275,99	0		Terre végétale argilo-sableuse marron foncé 0,3 m	TAR 63	Néant	0	0,1	1	10	100	1000	0,1	1	100,1	1	10	9
	1		Arène granitique			1	35,8	2,66	3,91								
274,29	2		2 m			2	85,9	3,93	4,90	18							
	3		Granite marron rougeâtre			3	159,2	3,94	4,93		32						
	4					4	148,5	4,44	4,91								
271,29	5		5 m	5 m		5											

Sondage SP3

Longitude			Latitude			Système de coordonnées					Précision des relevés											
1749 556,12			5 249 141,61			RGF93 / CC46					Centimètre											
Élévation			Prof. atteinte			Angle		Nivellement			Précision des nivellements											
+ 274,09 m			5,0 m			0,0°		NGF			Centimètre											
Données			Type			Début			Fin			Machine			Opérateur							
SP3			Pressiomètre			03/05/2023			03/05/2023			Non renseigné			Q.P.							
Élévation	Prof.	Lithologie	Descriptions	Outils	Niveau d'eau	Prof.	E _M [MPa]					p _{RM} * [MPa]					P _{LM} * [MPa]					E _M /P _{LM} *
							0,1	1	10	100	1000	0,1	1	100	1	10						
273,89	0		Terre végétale argilo-graveleuse marron foncé 0,2 m	TAR 63	Néant	0																10
	1		18,6					1,17					1,92									
	2		16,2					1,16					1,87									
	3		15,6					0,97					1,71									
	4		20,1					1,54					2,44									
269,08	5		5 m	5 m		5																

Sondage P1

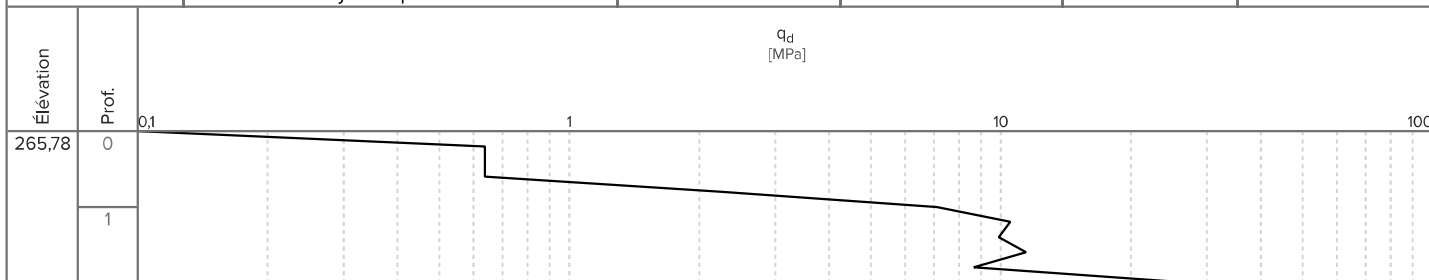
Longitude		Latitude		Système de coordonnées		Précision des relevés	
1749 429,36		5 249 668,42		RGF93 / CC46		Centimètre	
Élévation		Prof. atteinte		Angle	Nivellement		Précision des nivellements
+ 264,09 m		5,0 m		0,0°	NGF		Centimètre
Données	Type			Début	Fin	Machine	Opérateur
P1	Pénétromètre dynamique			26/04/2023	26/04/2023	DPM30C	A.C.



Commentaires Arrêt à 5,00m
Qd=7.73MPa

Sondage P2

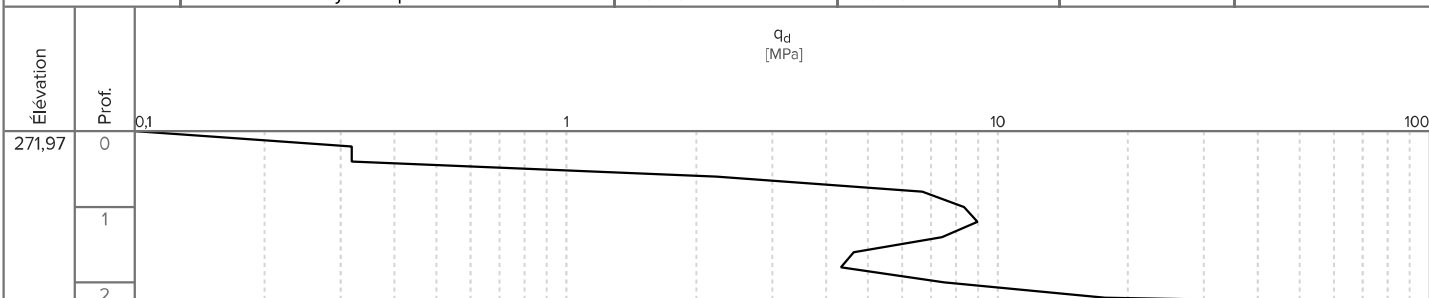
Longitude	Latitude	Système de coordonnées		Précision des relevés	
1749 541,03	5 249 732,84	RGF93 / CC46		Centimètre	
Élévation	Prof. atteinte	Angle	Nivellement	Précision des nivellements	
+ 265,78 m	2,05 m	0,0°	NGF	Centimètre	
Données	Type	Début	Fin	Machine	Opérateur
P2	Pénétromètre dynamique	26/04/2023	26/04/2023	DPM30C	A.C.



Commentaires
Refus à 2.05m
Qd>50MPa

Sondage P4

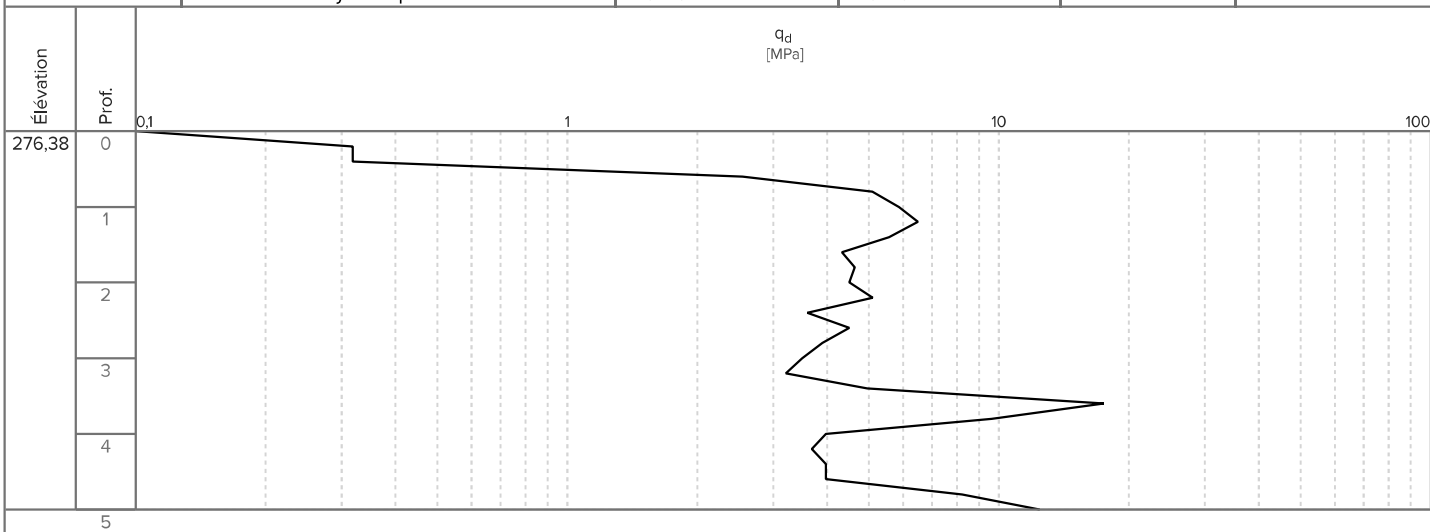
Longitude	Latitude	Système de coordonnées		Précision des relevés	
1749 567,41	5 249 534,69	RGF93 / CC46		Centimètre	
Élévation	Prof. atteinte	Angle	Nivellement	Précision des nivellements	
+ 271,97 m	2,27 m	0,0°	NGF	Centimètre	
Données	Type	Début	Fin	Machine	Opérateur
P4	Pénétromètre dynamique	26/04/2023	26/04/2023	DPM30C	A.C.



Commentaires Refus à 2.27m
Qd>50MPa

Sondage P5

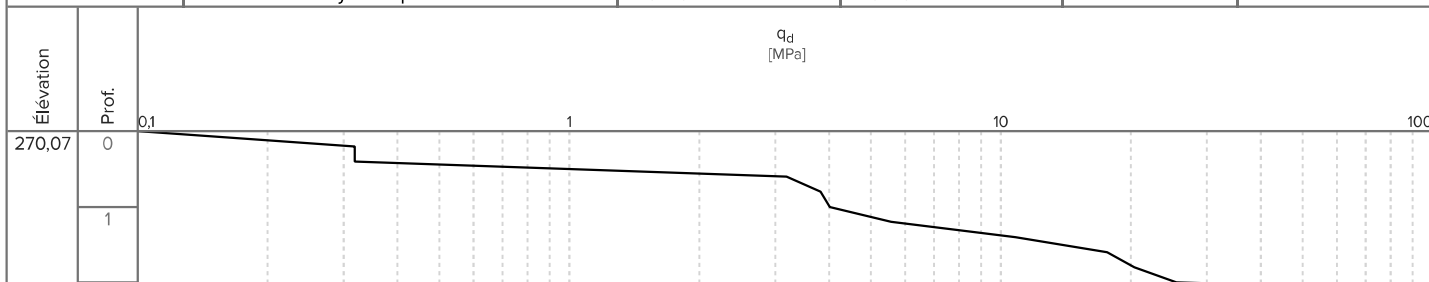
Longitude	Latitude	Système de coordonnées		Précision des relevés		
1749676,88	5 249 525,87	RGF93 / CC46		Centimètre		
Élévation	Prof. atteinte	Angle	Nivellement		Précision des nivellements	
+ 276,38 m	5,0 m	0,0°	NGF		Centimètre	
Données	Type		Début	Fin	Machine	Opérateur
P5	Pénétromètre dynamique		26/04/2023	26/04/2023	DPM30C	A.C.



Commentaires Arrêt à 5,00m
Qd=12.42MPa

Sondage P3

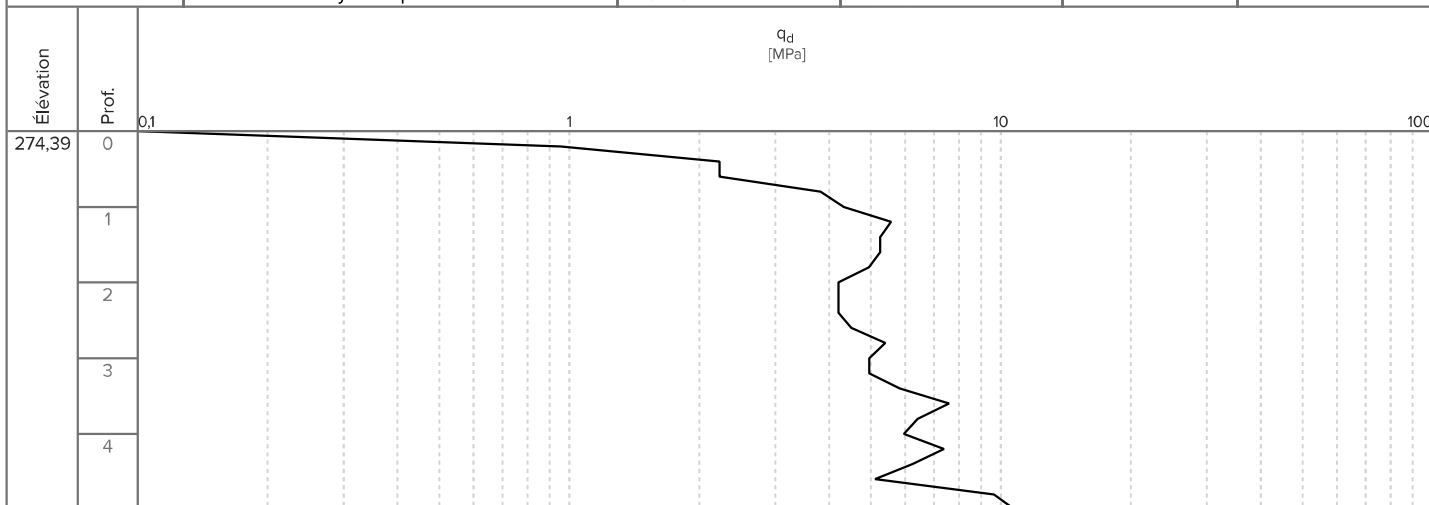
Longitude		Latitude		Système de coordonnées		Précision des relevés	
1749 632,63		5 249 593,59		RGF93 / CC46		Centimètre	
Élévation		Prof. atteinte		Angle	Nivellement	Précision des nivellements	
+ 270,07 m		2,08 m		0,0°	NGF	Centimètre	
Données	Type			Début	Fin	Machine	Opérateur
P3	Pénétromètre dynamique			26/04/2023	26/04/2023	DPM30C	A.C.



Commentaires Refus à 2.08m
Qd>50MPa

Sondage P6

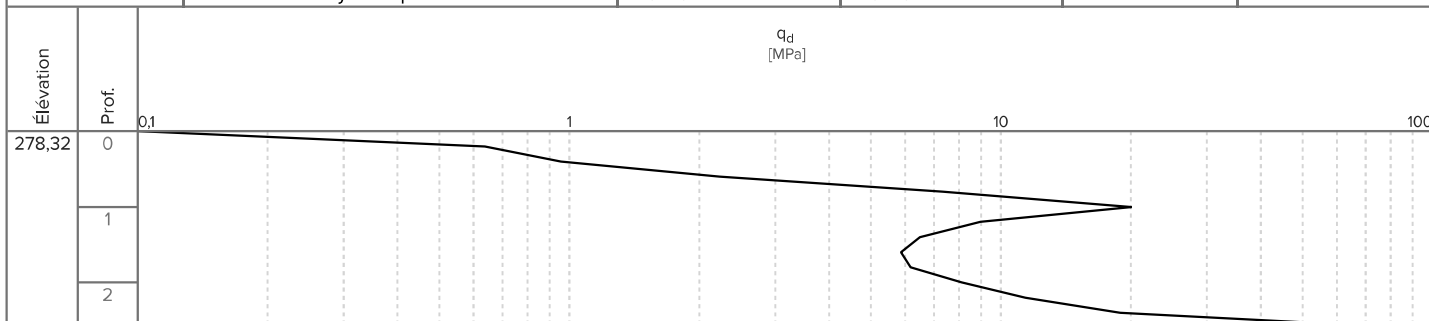
Longitude	Latitude	Système de coordonnées		Précision des relevés	
1749495,55	5249465,82	RGF93 / CC46		Centimètre	
Élévation	Prof. atteinte	Angle	Nivellement	Précision des nivellements	
+ 274,39 m	5,0 m	0,0°	NGF	Centimètre	
Données	Type	Début	Fin	Machine	Opérateur
P6	Pénétromètre dynamique	26/04/2023	26/04/2023	DPM30C	A.C.



Commentaires Arrêt à 5,00m
Qd=10.77MPa

Sondage P7

Longitude	Latitude	Système de coordonnées		Précision des relevés	
1749634,98	5 249 430,32	RGF93 / CC46		Centimètre	
Élévation	Prof. atteinte	Angle	Nivellement	Précision des nivellements	
+ 278,32 m	2,55 m	0,0°	NGF	Centimètre	
Données	Type	Début	Fin	Machine	Opérateur
P7	Pénétromètre dynamique	26/04/2023	26/04/2023	DPM30C	A.C.

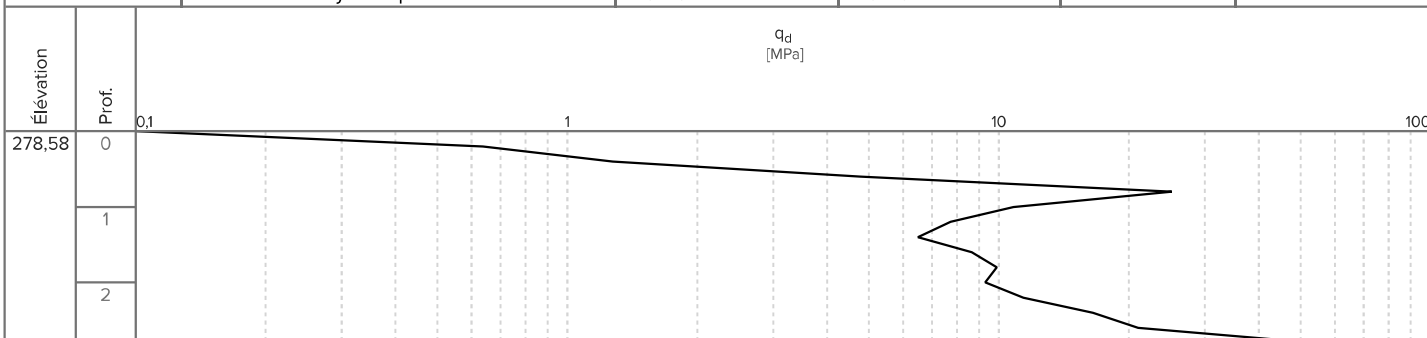


Refus

Commentaires Refus à 2.55m
Qd>50MPa

Sondage P8

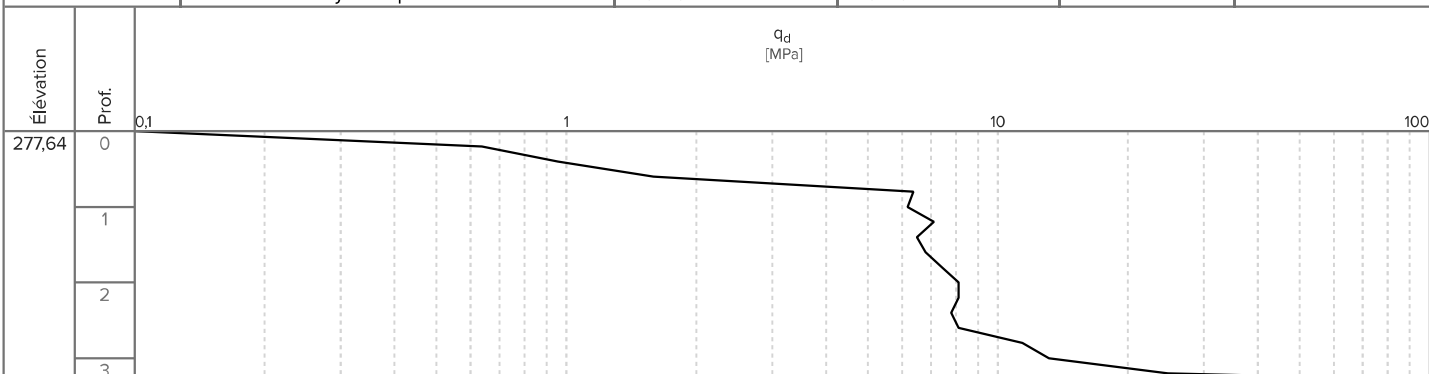
Longitude		Latitude		Système de coordonnées		Précision des relevés	
1749633,22		5 249 402,39		RGF93 / CC46		Centimètre	
Élévation		Prof. atteinte		Angle	Nivellement	Précision des nivellements	
+ 278,58 m		2,73 m		0,0°	NGF	Centimètre	
Données	Type			Début	Fin	Machine	Opérateur
P8	Pénétromètre dynamique			26/04/2023	26/04/2023	DPM30C	A.C.



Commentaires Refus à 2,73m
Qd>50MPa

Sondage P9

Longitude	Latitude	Système de coordonnées		Précision des relevés	
1749572,18	5249353,89	RGF93 / CC46		Centimètre	
Élévation	Prof. atteinte	Angle	Nivellement	Précision des nivellements	
+ 277,64 m	3,27 m	0,0°	NGF	Centimètre	
Données	Type	Début	Fin	Machine	Opérateur
P9	Pénétromètre dynamique	26/04/2023	26/04/2023	DPM30C	A.C.

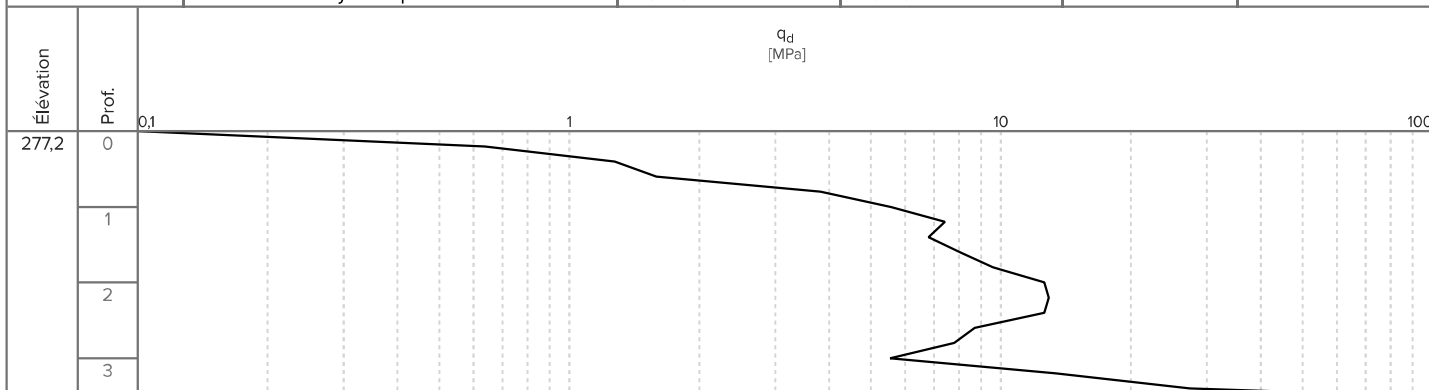


Refus

Commentaires Refus à 3,27m
Qd>50MPa

Sondage P10

Longitude	Latitude	Système de coordonnées		Précision des relevés	
1749557,25	5 249 225,66	RGF93 / CC46		Centimètre	
Élévation	Prof. atteinte	Angle	Nivellement	Précision des nivellements	
+ 277,2 m	3,48 m	0,0°	NGF	Centimètre	
Données	Type	Début	Fin	Machine	Opérateur
P10	Pénétromètre dynamique	26/04/2023	26/04/2023	DPM30C	A.C.

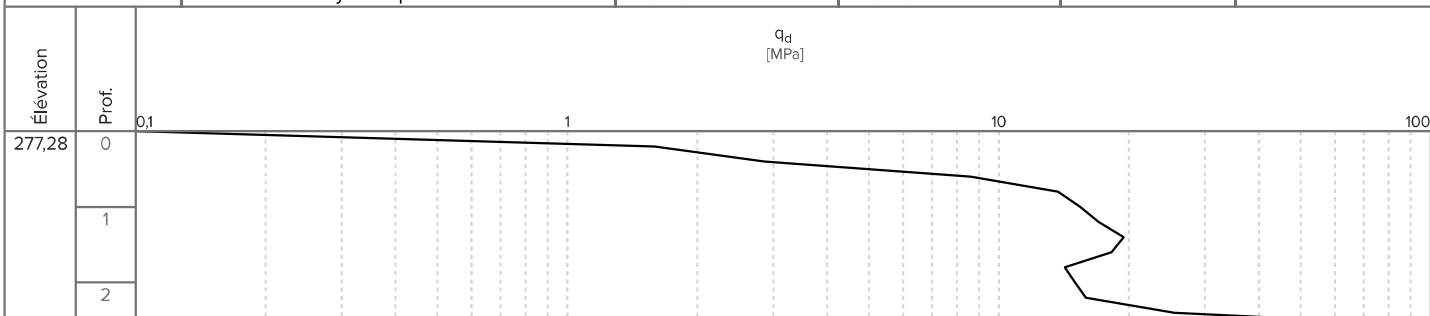


Refus

Commentaires Refus à 3,48m
Qd>50MPa

Sondage P11

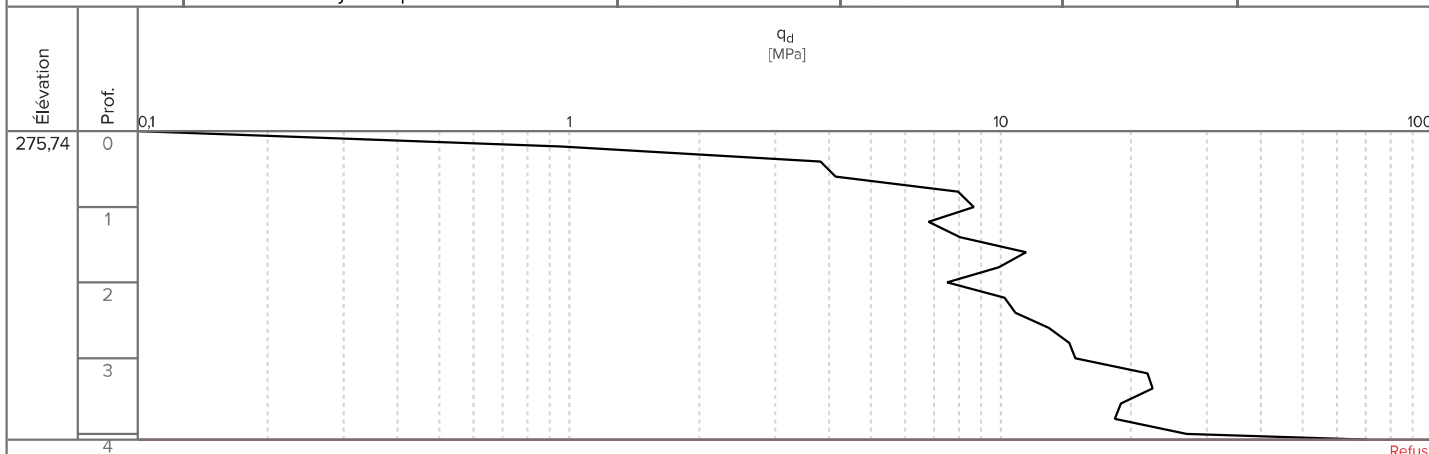
Longitude	Latitude	Système de coordonnées		Précision des relevés	
1749 595,91	5 249 168,70	RGF93 / CC46		Centimètre	
Élévation	Prof. atteinte	Angle	Nivellement	Précision des nivellements	
+ 277,28 m	2,5 m	0,0°	NGF	Centimètre	
Données	Type	Début	Fin	Machine	Opérateur
P11	Pénétromètre dynamique	26/04/2023	26/04/2023	DPM30C	A.C.



Commentaires Refus à 2.50m
Qd>50MPa

Sondage P12

Longitude	Latitude	Système de coordonnées		Précision des relevés	
1749671,05	5249170,28	RGF93 / CC46		Centimètre	
Élévation	Prof. atteinte	Angle	Nivellement	Précision des nivellements	
+ 275,74 m	4,08 m	0,0°	NGF	Centimètre	
Données	Type	Début	Fin	Machine	Opérateur
P12	Pénétrömètre dynamique	26/04/2023	26/04/2023	DPM30C	A.C.



Commentaires Refus à 4,08m
Qd>50MPa

Sondage F1

Longitude		Latitude		Système de coordonnées		Précision des relevés			
1749 463,30		5 249 718,68		RGF93 / CC46		Centimètre			
Élévation		Prof. atteinte		Angle	Nivellement		Précision des nivellements		
+ 264,51 m		2,5 m		0,0°	NGF		Centimètre		
Début			Fin		Machine		Opérateur		
28/04/2023			28/04/2023		Pelle mécanique		A.B.		
Élévation	Prof.	Lithologie	Descriptions					Outils	Niveau d'eau
	0		Terre végétale marron à graviers					PM	Néant
	264,21		0,3 m						
		Argile limoneuse grise et marron légèrement sableuse							
263,4	1		1,1 m						
	Sable +/- argileux jaune orange								
	2		2,5 m					2,5 m	

262,01

Sondage F2

Longitude	Latitude	Système de coordonnées		Précision des relevés
1749578,32	5 249 690,61	RGF93 / CC46		Centimètre
Élévation	Prof. atteinte	Angle	Nivellement	Précision des nivellements
+ 264,39 m	2,5 m	0,0°	NGF	Centimètre
Début		Fin	Machine	Opérateur
28/04/2023		28/04/2023	Pelle mécanique	A.B.

Élévation	Prof.	Lithologie	Descriptions	Outils	Niveau d'eau
264,09	0		Terre végétale marron sableuse à graviers 0,3 m	PM	Néant
			Sable limoneux bariolé gris orange et marron 1 m		
263,39	1		Sable argileux orange et gris à passages de galets		
	2		2,5 m	2,5 m	

261,89

Sondage F3

Longitude	Latitude	Système de coordonnées		Précision des relevés	
1749454,66	5 249 629,00	RGF93 / CC46		Centimètre	
Élévation	Prof. atteinte	Angle	Nivellement	Précision des nivellements	
+ 265,95 m	2,5 m	0,0°	NGF	Centimètre	
Début		Fin	Machine	Opérateur	
28/04/2023		28/04/2023	Pelle mécanique	A.B.	

Élévation	Prof.	Lithologie	Descriptions	Outils	Niveau d'eau
265,65	0		Terre végétale marron sableuse à graviers 0,3 m	PM	Néant
	1		Sable gris et orange à quelques graviers 1,7 m		
264,25	2		Sable argileux orange à quelques graviers 2,5 m		
263,45					

Sondage F4

Longitude		Latitude		Système de coordonnées		Précision des relevés		
1749476,46		5249528,79		RGF93 / CC46		Centimètre		
Élévation		Prof. atteinte		Angle	Nivellement	Précision des nivellements		
+ 272,03 m		2,5 m		0,0°	NGF	Centimètre		
Début			Fin		Machine		Opérateur	
28/04/2023			28/04/2023		Pelle mécanique		A.B.	
Élévation	Prof.	Lithologie	Descriptions				Outils	Niveau d'eau
	0		Terre végétale marron sableuse à cailloux				PM	Néant
271,73			0,3 m					
271,33			Argile limono-sableuse marron et gris					
	1		0,7 m					
270,83			Sable compact noir et marron					
			1,2 m				2,5 m	
			Sable argileux marron orange					
	2		2,5 m					
269,53								

Sondage F5

Longitude	Latitude	Système de coordonnées		Précision des relevés	
1749640,16	5 249 552,72	RGF93 / CC46		Centimètre	
Élévation	Prof. atteinte	Angle	Nivellement	Précision des nivellements	
+ 273,75 m	2,5 m	0,0°	NGF	Centimètre	
Début		Fin	Machine	Opérateur	
28/04/2023		28/04/2023	Pelle mécanique	A.B.	

Élévation	Prof.	Lithologie	Descriptions	Outils	Niveau d'eau
273,45	0		Terre végétale sableuse marron à graviers 0,3 m	PM	
272,75	1		Sable à légère matrice argileuse marron et grise et à quelques graviers 1 m		
	2		Sable argileux marron et orange à quelques tâches noires 2,5 m		
271,25					

¹ 28/04/2023 - Légère arrivée d'eau 1,2m

Sondage F6

Longitude	Latitude	Système de coordonnées		Précision des relevés	
1749576,70	5 249 511,36	RGF93 / CC46		Centimètre	
Élévation	Prof. atteinte	Angle	Nivellement	Précision des nivellements	
+ 274,22 m	2,5 m	0,0°	NGF	Centimètre	
Début		Fin	Machine	Opérateur	
26/04/2023		26/04/2023	Pelle mécanique	A.B.	
Élévation	Prof.	Lithologie	Descriptions		Outils
273,92	0		Terre végétale sableuse marron à graviers		
			0,3 m		
273,42	1		Sable légèrement limoneux bariolée orange, marron et gris à tâches noires		
			0,8 m		
			Argile sableuse bariolée orange et grise		
			2,1 m		
272,12	2		Sable argileux orange et gris		
			2,5 m		
271,72					

Sondage F7

Longitude	Latitude	Système de coordonnées		Précision des relevés
1749655,26	5 249 475,39	RGF93 / CC46		Centimètre
Élévation	Prof. atteinte	Angle	Nivellement	Précision des nivellements
+ 277,86 m	2,5 m	0,0°	NGF	Centimètre
Début		Fin	Machine	Opérateur
26/04/2023		26/04/2023	Pelle mécanique	A.B.

Élévation	Prof.	Lithologie	Descriptions	Outils	Niveau d'eau
277,56	0		Terre végétale sableuse marron à cailloux 0,3 m	PM	
277,06	1		Argile limono-sableuse marron orangé 0,8 m		
	2		Arène granitique 2,5 m		

275,36

¹ 26/04/2023 - Légère arrivée d'eau 0,7m

Sondage F8

Longitude		Latitude		Système de coordonnées		Précision des relevés			
1749 696,21		5 249 320,55		RGF93 / CC46		Centimètre			
Élévation		Prof. atteinte		Angle	Nivellement		Précision des nivellements		
+ 273,09 m		2,5 m		0,0°	NGF		Centimètre		
Début			Fin			Machine		Opérateur	
26/04/2023			26/04/2023			Pelle mécanique		A.B.	
Élévation	Prof.	Lithologie	Descriptions					Outils	Niveau d'eau
272,79	0		Terre végétale marron sableuse à graviers					PM	Néant
			0,3 m						
272,29	1		Sable argileux orange et gris à graviers						
				0,8 m					
271,59	1		Sable à légère matrice argileuse gris et orange et à quelques graviers						
				1,5 m					
	2		Argile sableuse orange et grise						
				2,5 m					
								2,5 m	

270,59

Sondage F9

Longitude		Latitude		Système de coordonnées		Précision des relevés			
1749 541,97		5 249 265,88		RGF93 / CC46		Centimètre			
Élévation		Prof. atteinte		Angle	Nivellement		Précision des nivellements		
+ 277,29 m		2,5 m		0,0°	NGF		Centimètre		
Début			Fin			Machine		Opérateur	
26/04/2023			26/04/2023			Pelle mécanique		A.B.	
Élévation	Prof.	Lithologie	Descriptions					Outils	Niveau d'eau
	0		Terre végétale sableuse marron					PM	Néant
276,99			0,3 m						
			Argile limono-sableuse bariolée marron orangé gris						
276,49	1		0,8 m						
			Sable limoneux bariolée marron, orange et gris					2,5 m	
			1,5 m						
275,79	2		Sable argileux bariolée marron et grise						
			2,5 m						

274,79

Sondage F10

Longitude		Latitude		Système de coordonnées		Précision des relevés			
1749 645,04		5 249 223,04		RGF93 / CC46		Centimètre			
Élévation		Prof. atteinte		Angle	Nivellement	Précision des nivellements			
+ 279,07 m		2,5 m		0,0°	NGF	Centimètre			
Début			Fin		Machine		Opérateur		
26/04/2023			26/04/2023		Pelle mécanique		A.B.		
Élévation	Prof.	Lithologie	Descriptions					Outils	Niveau d'eau
278,77	0		Terre végétale marron à cailloux					PM	Néant
			0,3 m						
	1		Sable +/- argileux orange et marron clair à quelques galets						
			1,7 m						
277,37	2		Sable à très légère matrice argileuse marron et jaune à tâches noires					2,5 m	
			2,5 m						

276,57

Annexe 4

Essais de laboratoire

GEOTEC**Monsieur Jordan GAILLARD**

2 Bis rue Champeau

21800 QUETIGNY LES DIJON

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 23E086431

Version du : 15/06/2023

N° de rapport d'analyse : AR-23-LK-122175-01

Date de réception technique : 13/05/2023

Première date de réception physique : 13/05/2023

Référence Dossier : N° Projet : 2301599

Nom Projet : VAUMAS

Nom Commande : VAUMAS 2301599

Référence Commande : 23-LAB-DO-3234

Coordinateur de Projets Clients : Aurélie RODERMANN / AurelieRODERMANN@eurofins.com / +33 3 88 91 19 11

N° Ech	Matrice		Référence échantillon
001	Sol	(SOL)	F1 0.60-1.10m
002	Sol	(SOL)	F3 0.30-1.00m
003	Sol	(SOL)	F4 0.70-1.20m
004	Sol	(SOL)	F5 0.30-1.00m
005	Sol	(SOL)	F7 0.80-1.50m
006	Sol	(SOL)	F9 0.80-1.50m

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 23E086431

Version du : 15/06/2023

N° de rapport d'analyse : AR-23-LK-122175-01

Date de réception technique : 13/05/2023

Première date de réception physique : 13/05/2023

Référence Dossier : N° Projet : 2301599

Nom Projet : VAUMAS

Nom Commande : VAUMAS 2301599

Référence Commande : 23-LAB-DO-3234

N° Echantillon

Référence client :

Matrice :

Date de prélèvement :

Date de début d'analyse :

Température de l'air de l'enceinte :

001	002	003	004	005	006
F1	F3	F4	F5	F7	F9
0.60-1.10m	0.30-1.00m	0.70-1.20m	0.30-1.00m	0.80-1.50m	0.80-1.50m
SOL	SOL	SOL	SOL	SOL	SOL
09/05/2023	09/05/2023	09/05/2023	09/05/2023	09/05/2023	09/05/2023
13/05/2023	13/05/2023	13/05/2023	13/05/2023	13/05/2023	13/05/2023
16.5°C	16.5°C	16.5°C	16.5°C	16.5°C	16.5°C

Sous-traitance

EM00B : **Sulfates solubles dans l'acide (SO4) -**

Agressivité sur béton

Sulfate dans l'acide (SO4) Agressivité mg/kg

Béton

Classe d'agressivité selon NF EN 206

740

737

778

< XA1

< XA1

< XA1

EM005 : **Degré d'acidité des sols** ml/kg M.S.

selon BAUMANN GULLY

88

100

68

Sous-traitance

AN1LD : **Sulfure (agressivité de l'acier)** mg/kg M.S.

< 5.0

< 5.0

< 5.0

Sous-traitance

AN01C : **Matières sèches 105°C** % (w/w)

88.4

88.0

87.1

Sous-traitance

AN02E : **Conductivité (25 ° C)** µS/cm
[solide] µS / cm

11

53

7

AN0PY : **Teneur en eau, calc. ma** % (w/w)
.-%

11.6

12.0

12.9

AN1LU : **Capacité tampon (agressivité de l'acier)**

base capacity, pH 7.0 mmol/kg M.S.

< 0.5

26.9

35.4

Acid capacity pH 4.3 mmol/kg M.S.

8.2

2.5

1.6

AN1LV : **Teneur en sel neutre (agressivité de l'acier)**

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 23E086431

Version du : 15/06/2023

N° de rapport d'analyse : AR-23-LK-122175-01

Date de réception technique : 13/05/2023

Première date de réception physique : 13/05/2023

Référence Dossier : N° Projet : 2301599

Nom Projet : VAUMAS

Nom Commande : VAUMAS 2301599

Référence Commande : 23-LAB-DO-3234

N° Echantillon

Référence client :

Matrice :

Date de prélèvement :

Date de début d'analyse :

Température de l'air de l'enceinte :

001	002	003	004	005	006
F1	F3	F4	F5	F7	F9
0.60-1.10m	0.30-1.00m	0.70-1.20m	0.30-1.00m	0.80-1.50m	0.80-1.50m
SOL	SOL	SOL	SOL	SOL	SOL
09/05/2023	09/05/2023	09/05/2023	09/05/2023	09/05/2023	09/05/2023
13/05/2023	13/05/2023	13/05/2023	13/05/2023	13/05/2023	13/05/2023
16.5°C	16.5°C	16.5°C	16.5°C	16.5°C	16.5°C

Sous-traitance

AN1LV : **Teneur en sel neutre (agressivité de l'acier)**

Sulfates	mmol/kg M.S.	< 0.03	0.17		0.08
Chlorures (Cl)	mmol/kg M.S.	< 0.03	0.31		< 0.03
neutral salt content, calculated	mmol/kg M.S.	not calculable	0.65		0.16
AN1MD : Sulfate (agressivité de l'acier)	mmol/kg M.S.	0.2	3.2		1.3

AN2T8 : **Valeur du pH (agressivité de l'acier)**

		7.0	5.4		5.5
ANDT1 : Préparation des échantillons [tamisage <5mm, acier]	% (w/w)	64.9	8.3		100.0

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 23E086431

Version du : 15/06/2023

N° de rapport d'analyse : AR-23-LK-122175-01

Date de réception technique : 13/05/2023

Première date de réception physique : 13/05/2023

Référence Dossier : N° Projet : 2301599

Nom Projet : VAUMAS

Nom Commande : VAUMAS 2301599

Référence Commande : 23-LAB-DO-3234

**Clémence BARTHEL**

Coordinatrice Projets Clients

La reproduction de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte 6 page(s). Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai. Les résultats et conclusions éventuelles s'appliquent à l'échantillon tel qu'il a été reçu. Les données transmises par le client pouvant affecter la validité des résultats (la date de prélèvement, la matrice, la référence échantillon et autres informations identifiées comme provenant du client), ne sauraient engager la responsabilité du laboratoire. Les résultats précédés du signe < correspondent aux limites de quantification, elles sont la responsabilité du laboratoire et fonction de la matrice.

Tous les éléments de traçabilité et incertitude (déterminée avec $k = 2$) sont disponibles sur demande.

Pour les résultats issus d'une sous-traitance, les rapports émis par des laboratoires accrédités sont disponibles sur demande.

Laboratoire agréé par le gouvernement du Grand-Duché de Luxembourg pour l'accomplissement de tâches techniques d'étude et de vérification dans le domaine de l'environnement – Détail disponible sur demande

Annexe technique

Dossier N° :23E086431

N° de rapport d'analyse : AR-23-LK-122175-01

Emetteur : Monsieur Jordan GAILLARD

Commande EOL : 006-10514-1006568

Nom projet : N° Projet : 2301599
VAUMAS

Référence commande : 23-LAB-DO-3234

Nom Commande : VAUMAS 2301599

Sol

Code	Analyse	Principe et référence de la méthode	LQI	Incertitude à la LQ	Unité	Prestation réalisée sur le site de :
AN01C	Matières sèches 105°C	Gravimétrie - DIN EN 14346: 2007-03 - DIN EN 14346: 2007-03 - DIN EN 14346: 2007-03 - DIN EN 14346: 2007-03	0.1	9%	% (w/w)	restauration soustraite à Eurofins Umwelt Ost GmbH
AN02E	Conductivité (25 ° C) [solide] µS / cm	Conductométrie - DIN ISO 11265: 1997-06 - DIN ISO 11265: 1997-06	5		µS/cm	
AN0PY	Teneur en eau, calc. ma. -%	Calcul - DIN EN 14346: 2007-03 - DIN EN 14346: 2007-03 - DIN EN 14346: 2007-03	0.1		% (w/w)	
AN1LD	Sulfure (agressivité de l'acier)	Spectrophotométrie (UV/VIS) - DIN 50929-3: 2018-03	5		mg/kg M.S.	
AN1LU	Capacité tampon (agressivité de l'acier)	Volumétrie - DIN 38409-7 (H7): 2005-12 - DIN 38409-7 (H7): 2005-12				
	base capacity, pH 7.0		0.5		mmol/kg M.S.	
	Acid capacity pH 4.3		0.5		mmol/kg M.S.	
AN1LV	Teneur en sel neutre (agressivité de l'acier)	Chromatographie ionique - Conductimétrie - DIN EN ISO 10304-1 (D20): 2009-07 - DIN EN ISO 10304-1 (D20): 2009-07				
	Sulfates		0.03		mmol/kg M.S.	
	Chlorures (Cl)		0.03		mmol/kg M.S.	
	neutral salt content, calculated				mmol/kg M.S.	
AN1MD	Sulfate (agressivité de l'acier)	ICP/AES - DIN EN ISO 11885 (E22): 2009-09 - DIN EN ISO 11885 (E22): 2009-09	0.1		mmol/kg M.S.	
AN2T8	Valeur du pH (agressivité de l'acier)	Conductométrie - DIN ISO 10390: 2005-12				
ANDT1	Préparation des échantillons [tamisage <5mm, acier]	Tamissage et gravimétrie - DVGW GW 9: 2011-05 - DVGW GW 9: 2011-05	0.1		% (w/w)	Prestation soustraite à Eurofins Analyses Des Matériaux Et Combustibles Fr
EM005	Degré d'acidité des sols selon BAUMANN GULLY	Potentiométrie - EN 16502	20		ml/kg M.S.	
EM00B	Sulfates solubles dans l'acide (SO4) - Agressivité sur béton Sulfate dans l'acide (SO4) Agressivité Béton Classe d'agressivité selon NF EN 206	Gravimétrie - NF EN 196-2 - NF EN 206	100		mg/kg	

Annexe de traçabilité des échantillons

Cette traçabilité recense les flaconnages des échantillons scannés dans EOL sur le terrain avant envoi au laboratoire

Dossier N° : 23E086431

N° de rapport d'analyse : AR-23-LK-122175-01

Emetteur :

Commande EOL : 006-10514-1006568

Nom projet : N° Projet : 2301599

Référence commande : 23-LAB-DO-3234

VAUMAS

Nom Commande : VAUMAS 2301599

Sol

N° Ech	Référence Client	Date & Heure Prélèvement	Date de Réception Physique ⁽¹⁾	Date de Réception Technique ⁽²⁾	Code-Barre	Nom Flacon
001	F1 0.60-1.10m	09/05/2023 11:57:00	13/05/2023	13/05/2023		
002	F3 0.30-1.00m	09/05/2023 11:58:00	13/05/2023	13/05/2023		
003	F4 0.70-1.20m	09/05/2023 11:58:00	13/05/2023	13/05/2023		
004	F5 0.30-1.00m	09/05/2023 11:58:00	13/05/2023	13/05/2023		
005	F7 0.80-1.50m	09/05/2023 11:59:00	13/05/2023	13/05/2023		
006	F9 0.80-1.50m	09/05/2023 12:00:00	13/05/2023	13/05/2023		

(1) : Date à laquelle l'échantillon a été réceptionné au laboratoire.

Lorsque l'information n'a pas pu être récupérée, cela est signalé par la mention N/A (non applicable).

(2) : Date à laquelle le laboratoire disposait de toutes les informations nécessaires pour finaliser l'enregistrement de l'échantillon.

EUROFINS ANALYSES DES MATERIAUX ET COMBUSTIBLES FR

**EUROFINS ANALYSES POUR
L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS**
Département Environnement

5 rue d'Otterswiller
67700 SAVERNE

RAPPORT D'ANALYSE

N° de rapport d'analyse : AR-23-EM-008166-01 Version du : 01/06/2023

Page 1/2

Dossier N° : 23Q003942

Date de réception : 19/05/2023

Référence Dossier :

Référence Commande : EUFRSA200131609

N° Ech	Matrice	Référence échantillon	Préleveur
001	Sols	23E086431-001	Client

Conservation de vos échantillons

Les échantillons seront conservés pendant 1 mois après la date d'édition du rapport. Sans avis contraire, ils seront détruits après cette période sans aucune communication de notre part.

EUROFINS ANALYSES DES MATERIAUX ET COMBUSTIBLES France SAS

20 rue du Kochersberg
67700 Saverne
SAS au capital de 115 750 €
APE 7120B RCS SAVERNE 529294100
TVA FR72529294100
Tél 03 88 021 562 - fax 03 88 916 531
Mail : Materiaux@Eurofins.com

RAPPORT D'ANALYSE

N° de rapport d'analyse : AR-23-EM-008166-01 Version du : 01/06/2023

Page 2/2

Dossier N° : 23Q003942

Date de réception : 19/05/2023

Référence Dossier :

Référence Commande : EUFRSA200131609

N° Echantillon **23Q003942-001**

Référence : 23E086431-001

Date de prélèvement : 09/05/2023

Début d'analyse : 23/05/2023

Description échantillon : F1 0.60-1.10m -

Essais Chimiques

	Résultat	Unité	Limite
EM005 : Degré d'acidité des sols selon BAUMANN GULLY Prestation réalisée sur le site de Saverne (Non accrédité) Potentiométrie - EN 16502	88	ml/kg M.S.	
EM00B : Sulfates solubles dans l'acide (SO4) - Agressivité sur béton Prestation réalisée sur le site de Saverne (Non accrédité) Gravimétrie - NF EN 196-2 - NF EN 206			
Sulfate dans l'acide (SO4) Agressivité Béton	740	mg/kg	
Classe d'agressivité selon NF EN 206	< XA1		

La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte 2 page(s).

Les résultats et conclusions éventuelles s'appliquent à l'échantillon tel qu'il a été reçu. Le laboratoire n'est pas responsable de la représentativité des échantillons. Les données transmises par le client pouvant affecter la validité des résultats (la date de prélèvement, la matrice, la référence échantillon et autres informations identifiées comme provenant du client), ne sauraient engager la responsabilité du laboratoire.

Les résultats non conformes aux limites ou références de qualité sont signalés par un rond noir ● .

Lors de l'émission d'une nouvelle version de rapport, toute modification est identifiée par une mise en forme gras, italique et souligné ou notifiée en observation.

Les résultats précédés du signe "<" correspondent à des limites de quantification. Tous les éléments de traçabilité et incertitude (déterminée avec k = 2) sont disponibles sur demande. Pour les résultats issus d'une sous-traitance, les rapports émis par des laboratoires accrédités sont disponibles sur demande.

MS : Matières Sèches

P.B. : Produit Brut



Thomas Kauffmann
Technicien de Laboratoire

Eurofins Umwelt Ost GmbH - Lindenstraße 11 - Gewerbegebiet Freiberg Ost -
D-09627 Bobritzsch-Hilbersdorf

**Eurofins Analyses pour l'Environnement France
SAS
5, rue d'Otterswiller
F-67700 Saverne
FRANCE**

Title : **Analytical Report for Order 12320773**
Test report number : **AR-23-FR-026498-01**

Project name : **EUFRSA200131610**
Client Reference Code: **23E086431**

Number of samples : **3**
Sample type: **Boden, unspezifisch**
Sample Taker: **not specified, sample(s) were delivered to lab**

Sample reception date : **2023-05-19**
Sample processing time : **2023-05-19 - 2023-06-15**

The test results solely refer to the analysed test specimen. Unless the sampling was done by our laboratory or in our sub-order the responsibility for the correctness of the sampling is disclaimed. This analytical report was generated automatically and is valid without signature. Proliferation may only be published completely and unchanged. Extracts or changes require the authorisation of the EUROFINS UMWELT in each individual case.

Our General Terms & Conditions of Sale (GTCS) are applicable, as far as no specific agreements do exist. The GTCS are available on <http://www.eurofins.de/umwelt/avb.aspx>.

Accredited test laboratory according to DIN EN ISO/IEC 17025:2018 DAkkS notification under the DAkkS German Accreditation System for Testing. The laboratory is according (D-PL-14081-01-00) accredited.

Attachments

XML_Export_AR-23-FR-026498-01.xml

Bobritzsch-Hilbersdorf, 2023-06-15
If you have questions, please contact:

Marie Peterhänsel
Analytical Service Manager

+49 3731 2076 543



Description	F3 0.30-1.00m -	F4 0.70-1.20m -	F9 0.80-1.50m -
Customer Reference	23E086431-002	23E086431-003	23E086431-006
Sample number	123073829	123073830	123073831

Parameter	Lab	Accr.	Method	LOQ	Unit			
-----------	-----	-------	--------	-----	------	--	--	--

Sample preparation solid samples

Fraction < 5 mm (humid)	FR	F5	DVGW GW 9: 2011-05	0.1	% (w/w)	64.9	8.3	100.0
-------------------------	----	----	--------------------	-----	---------	------	-----	-------

Physico-chemical parameters from the original substance

Dry matter	FR	F5	DIN EN 14346: 2007-03 (Ofen)	0.1	% (w/w)	88.4	88.0	87.1
Water content	FR	F5	DIN EN 14346: 2007-03	0.1	% (w/w)	11.6	12.0	12.9
pH	FR	F5	DIN ISO 10390: 2005-12			7.0	5.4	5.5
Conductivity at 25°C	FR	F5	DIN ISO 11265: 1997-06	5	µS/cm	11	53	7

Inorganic sum parameters from the original substance

Acid capacity pH 4.3	FR	F5	DIN 38409-7 (H7): 2005-12	0.5	mmol/kg dw	8.2	2.5	1.6
base capacity, pH 7.0	FR	F5	DIN 38409-7 (H7): 2005-12	0.5	mmol/kg dw	< 0.5	26.9	35.4

Anions from the original substance

Sulphide	FR	F5	DIN 50929-3: 2018-03	5.0	mg/kg dw	< 5.0	< 5.0	< 5.0
----------	----	----	----------------------	-----	----------	-------	-------	-------

Anions from the hydrochloric acid extract according to DIN 50929-3: 2018-03

Sulphates	FR	F5	DIN EN ISO 11885 (E22): 2009-09	0.1	mmol/kg dw	0.2	3.2	1.3
-----------	----	----	---------------------------------	-----	------------	-----	-----	-----

Anions from the aqueous extract

Chloride (Cl)	FR	F5	DIN EN ISO 10304-1 (D20): 2009-07	0.03	mmol/kg dw	< 0.03	0.31	< 0.03
Sulphates	FR	F5	DIN EN ISO 10304-1 (D20): 2009-07	0.03	mmol/kg dw	< 0.03	0.17	0.08
neutral salt content, calculated	FR	F5	DIN EN ISO 10304-1 (D20): 2009-07		mmol/kg dw	(n. c.) ¹⁾	0.65	0.16

Explanations

LOQ - Limit of quantification

Lab - Abbreviation of the performing laboratory

Accr. - Abbreviation of the accreditation of the performing laboratory

Comments for results

¹⁾ not calculable

The parameters identified by FR have been performed by the laboratory Eurofins Umwelt Ost GmbH (Lindenstraße 11, Gewerbegebiet Freiberg Ost, Bobritzsch-Hilbersdorf). The accreditation code F5 identifies the parameters accredited according to DIN EN ISO/IEC 17025:2018 DAkkS D-PL-14081-01-00.

EUROFINS ANALYSES DES MATERIAUX ET COMBUSTIBLES FR

**EUROFINS ANALYSES POUR
L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS**
Département Environnement

5 rue d'Otterswiller
67700 SAVERNE

RAPPORT D'ANALYSE

N° de rapport d'analyse : AR-23-EM-008167-01 Version du : 01/06/2023

Page 1/2

Dossier N° : 23Q003942

Date de réception : 19/05/2023

Référence Dossier :

Référence Commande : EUFRSA200131609

N° Ech	Matrice	Référence échantillon	Préleveur
002	Sols	23E086431-004	Client

Conservation de vos échantillons

Les échantillons seront conservés pendant 1 mois après la date d'édition du rapport. Sans avis contraire, ils seront détruits après cette période sans aucune communication de notre part.

EUROFINS ANALYSES DES MATERIAUX ET COMBUSTIBLES France SAS

20 rue du Kochersberg
67700 Saverne
SAS au capital de 115 750 €
APE 7120B RCS SAVERNE 529294100
TVA FR72529294100
Tél 03 88 021 562 - fax 03 88 916 531
Mail : Materiaux@Eurofins.com

RAPPORT D'ANALYSE

N° de rapport d'analyse : AR-23-EM-008167-01 Version du : 01/06/2023

Page 2/2

Dossier N° : 23Q003942

Date de réception : 19/05/2023

Référence Dossier :

Référence Commande : EUFRSA200131609

N° Echantillon **23Q003942-002**

Référence : 23E086431-004

Date de prélèvement : 09/05/2023

Début d'analyse : 23/05/2023

Description échantillon : F5 0.30-1.00m -

Essais Chimiques

	Résultat	Unité	Limite
EM005 : Degré d'acidité des sols selon BAUMANN GULLY Prestation réalisée sur le site de Saverne (Non accrédité) Potentiométrie - EN 16502	100	ml/kg M.S.	
EM00B : Sulfates solubles dans l'acide (SO4) - Agressivité sur béton Prestation réalisée sur le site de Saverne (Non accrédité) Gravimétrie - NF EN 196-2 - NF EN 206			
Sulfate dans l'acide (SO4) Agressivité Béton	737	mg/kg	
Classe d'agressivité selon NF EN 206	< XA1		

La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte 2 page(s).

Les résultats et conclusions éventuelles s'appliquent à l'échantillon tel qu'il a été reçu. Le laboratoire n'est pas responsable de la représentativité des échantillons. Les données transmises par le client pouvant affecter la validité des résultats (la date de prélèvement, la matrice, la référence échantillon et autres informations identifiées comme provenant du client), ne sauraient engager la responsabilité du laboratoire.

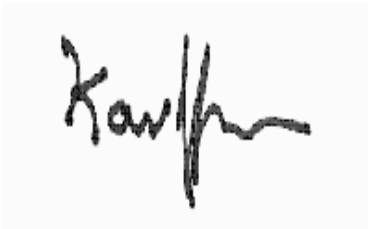
Les résultats non conformes aux limites ou références de qualité sont signalés par un rond noir ● .

Lors de l'émission d'une nouvelle version de rapport, toute modification est identifiée par une mise en forme gras, italique et souligné ou notifiée en observation.

Les résultats précédés du signe "<" correspondent à des limites de quantification. Tous les éléments de traçabilité et incertitude (déterminée avec k = 2) sont disponibles sur demande. Pour les résultats issus d'une sous-traitance, les rapports émis par des laboratoires accrédités sont disponibles sur demande.

MS : Matières Sèches

P.B. : Produit Brut



Thomas Kauffmann
Technicien de Laboratoire

EUROFINS ANALYSES DES MATERIAUX ET COMBUSTIBLES FR

**EUROFINS ANALYSES POUR
L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS**
Département Environnement

5 rue d'Otterswiller
67700 SAVERNE

RAPPORT D'ANALYSE

N° de rapport d'analyse : AR-23-EM-008168-01 Version du : 01/06/2023

Page 1/2

Dossier N° : 23Q003942

Date de réception : 19/05/2023

Référence Dossier :

Référence Commande : EUFRSA200131609

N° Ech	Matrice	Référence échantillon	Préleveur
003	Sols	23E086431-005	Client

Conservation de vos échantillons

Les échantillons seront conservés pendant 1 mois après la date d'édition du rapport. Sans avis contraire, ils seront détruits après cette période sans aucune communication de notre part.

EUROFINS ANALYSES DES MATERIAUX ET COMBUSTIBLES France SAS

20 rue du Kochersberg
67700 Saverne
SAS au capital de 115 750 €
APE 7120B RCS SAVERNE 529294100
TVA FR72529294100
Tél 03 88 021 562 - fax 03 88 916 531
Mail : Materiaux@Eurofins.com

RAPPORT D'ANALYSE

N° de rapport d'analyse : AR-23-EM-008168-01 Version du : 01/06/2023

Page 2/2

Dossier N° : 23Q003942

Date de réception : 19/05/2023

Référence Dossier :

Référence Commande : EUFRSA200131609

N° Echantillon **23Q003942-003**

Référence : 23E086431-005

Date de prélèvement : 09/05/2023

Début d'analyse : 23/05/2023

Description échantillon : F7 0.80-1.50m -

Essais Chimiques

	Résultat	Unité	Limite
EM005 : Degré d'acidité des sols selon BAUMANN GULLY Prestation réalisée sur le site de Saverne (Non accrédité) Potentiométrie - EN 16502	68	ml/kg M.S.	
EM00B : Sulfates solubles dans l'acide (SO4) - Agressivité sur béton Prestation réalisée sur le site de Saverne (Non accrédité) Gravimétrie - NF EN 196-2 - NF EN 206			
Sulfate dans l'acide (SO4) Agressivité Béton	778	mg/kg	
Classe d'agressivité selon NF EN 206	< XA1		

La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte 2 page(s).

Les résultats et conclusions éventuelles s'appliquent à l'échantillon tel qu'il a été reçu. Le laboratoire n'est pas responsable de la représentativité des échantillons. Les données transmises par le client pouvant affecter la validité des résultats (la date de prélèvement, la matrice, la référence échantillon et autres informations identifiées comme provenant du client), ne sauraient engager la responsabilité du laboratoire.

Les résultats non conformes aux limites ou références de qualité sont signalés par un rond noir ● .

Lors de l'émission d'une nouvelle version de rapport, toute modification est identifiée par une mise en forme gras, italique et souligné ou notifiée en observation.

Les résultats précédés du signe "<" correspondent à des limites de quantification. Tous les éléments de traçabilité et incertitude (déterminée avec k = 2) sont disponibles sur demande. Pour les résultats issus d'une sous-traitance, les rapports émis par des laboratoires accrédités sont disponibles sur demande.

MS : Matières Sèches

P.B. : Produit Brut



Thomas Kauffmann
Technicien de Laboratoire

AFFAIRE	2301599	Opérateur	AA	
SITE	VAUMAS	Vérificateur	C. LE BARBEY	
Date	2023-05-22			

Sondage	F1	F4	F7	F9		
Profondeur	0.30-0.60 m	0.30-0.70 m	0.30-0.80 m	0.30-0.80 m		
Description	Argile limoneuse gris marron légèrement sableuse	Argile limono-sableuse bariolée marron orangé gris	Argile limono-sableuse marron orangé	Argile limono-sableuse bariolée marron orangé gris		

ESSAIS D'IDENTIFICATION ET DE CLASSIFICATION DES SOLS

Teneur en eau naturelle (0/D)	Wnat	(%)	13,3	18,3	21,8	19,5		
Masse volumique humide	ph	(g/cm ³)						
Masse volumique sèche	pd	(g/cm ³)						
Indice des vides	e							
Degré de saturation	Sr	(%)						

Granulométrie par tamisage - Sédimentométrie

Diamètre maximal	Dmax	(mm)	10,0	12,0	13,0	6,0		
Passant à 50 mm	< 50 mm	(%)	100,0	100,0	100,0	100,0		
Passant à 2 mm	< 2 mm	(%)	97,9	96,2	95,5	97,8		
Passant à 80 µm	< 80 µm	(%)	83,4	64,2	61,8	70,4		
Passant à 2 µm	< 2 µm	(%)	-	-	-	-		

Valeur au Bleu de Méthylène

Valeur au Bleu de Méthylène	V.B.S	(g/100g)		2,64				
-----------------------------	-------	----------	--	------	--	--	--	--

Limites d'Atterberg

Limite de liquidité	W _L	(%)	36,8	37,3		38,8		
Limite de plasticité	W _P	(%)	21,5	22,8		23,3		
Indice de plasticité	I _P		15,3	14,5		15,5		
Indice de consistance	I _C		1,40	non applicable		0,97		

Equivalent de sable

Equivalent de sable	SE(10)	(%)						
---------------------	--------	-----	--	--	--	--	--	--

CLASSIFICATION (G.T.R 92 et NF P 11-300)
A2 s
A2 m
A2 th
A2 h
ANALYSES CHIMIQUES

Teneur en matières organiques	MO	(%)						
Teneur en carbonates	CaCO ₃	(%)						

ESSAIS DE COMPACTAGE ET DE PORTANCE

Teneur en eau à l'OPN	Wopn	(%)						
Densité sèche à l'OPN	pd (Wopn)	(g/cm ³)						
Indice Portant Immédiat à l'OPN	IPI (Wopn)							
Indice Portant Immédiat à Wnat	IPI (Wnat)		10,2	5,6	1,6	4,7		
Indice CBR Immédiat à Wnat	ICBR (Wnat)							

ESSAIS DE PERMEABILITE

Coefficient de perméabilité	k	(m/s)						
-----------------------------	---	-------	--	--	--	--	--	--

ESSAIS TRIAXIAUX

Type UU	Cohésion	C _{uu}	(kPa)					
Type UU	Angle de frottement	Φ _{uu}	(°)					
Type CU+	Cohésion	C'	(kPa)					
Type CU+	Angle de frottement	Φ'	(°)					

CISAILLEMENT RECTILIGNE DIRECT A LA BOITE

Type UU	Cohésion	C _{uu}	(kPa)					
Type UU	Angle de frottement	Φ _{uu}	(°)					
Type CD	Cohésion	C'	(kPa)					
Type CD	Angle de frottement	Φ'	(°)					

COMPRESSIBILITE A L'OEDOMETRE

Contrainte de préconsolidation	σ _p	(kPa)						
Indice de compression	C _c							
Indice de gonflement	C _s							

GONFLEMENT A L'OEDOMETRE

Pression de gonflement	σ _g	(kPa)						
Rapport de gonflement	R _g							

RETRAIT LINEAIRE

Limite de retrait effectif	W _{Re}	(%)						
Facteur de retrait effectif	R _I							

ESSAIS SUR LES ROCHES ET GRANULATS

Essai Los Angeles	LA							
Essai Micro-Deval	MDE							
Coefficient de dégradabilité	DG							
Coefficient de fragmentabilité	FR							
Résist. à la compression uniaxiale	σ _c	MPa						
Module de Young	E	MPa						
Coefficient de Poisson	ν							
Résistance à la traction indirecte	σ _{tb}	MPa						

Réf GEOTEC 2301599DIJON

Date d'intervention :	27/04/2023	Opérateur	AC/AB
Nom du projet	VAUMAS		
Mesure	RE1		
Appareil utilisé et référence		Chauvin Arnoux CA 6470N TERCA 3	

RESISTIVITE DU SOL (Méthode de WENNER)				
Schéma				
Valeurs de θ	θ = 90°			
Résultat de la mesure	Ecartement entre électrodes	a1 = 5 m	a2 = 15 m	a3 = 30 m
	Résistance mesurée axe A (Ω)	3,13	0,77	0,31
	Résistivité axe A (Ω.m)	98,3	72,6	58,4
	Résistance mesurée axe B (Ω)	3,49	0,74	0,28
	Résistivité axe B (Ω.m)	109,6	69,7	52,8
	Rappel : Résistivité = 2 x π x a x Résistance Ecart entre mesures suivant Axe A et Axe B < 50% (ceci pour les 3 écartements a1 – a2 – a3)			
Commentaire				

Réf GEOTEC 2301599DIJON

Date d'intervention :	27/04/2023	Opérateur	AC/AB
Nom du projet	VAUMAS		
Mesure	RE2		
Appareil utilisé et référence		Chauvin Arnoux CA 6470N TERCA 3	

RESISTIVITE DU SOL (Méthode de WENNER)				
Schéma				
Valeurs de θ	$\theta = 90^\circ$			
Résultat de la mesure	Ecartement entre électrodes	$a1 = 5\text{ m}$	$a2 = 15\text{ m}$	$a3 = 30\text{ m}$
	Résistance mesurée axe A (Ω)	1,89	0,72	0,34
	Résistivité axe A ($\Omega.m$)	59,4	67,9	64,1
	Résistance mesurée axe B (Ω)	1,93	0,73	0,38
	Résistivité axe B ($\Omega.m$)	60,6	68,8	71,6
	Rappel : Résistivité = $2 \times \pi \times a \times$ Résistance Ecart entre mesures suivant Axe A et Axe B < 50% (ceci pour les 3 écartements $a1 - a2 - a3$)			
Commentaire				

Réf GEOTEC 2301599DIJON

Date d'intervention :	27/04/2023	Opérateur	AC/AB
-----------------------	------------	-----------	-------

Nom du projet	VAUMAS
---------------	--------

Mesure	RE3
--------	-----

Appareil utilisé et référence	Chauvin Arnoux CA 6470N TERCA 3
-------------------------------	---------------------------------

RESISTIVITE DU SOL (Méthode de WENNER)				
Schéma				
Valeurs de θ	$\theta = 90^\circ$			
Résultat de la mesure	Ecartement entre électrodes	$a1 = 5\text{ m}$	$a2 = 15\text{ m}$	$a3 = 30\text{ m}$
	Résistance mesurée axe A (Ω)	3,56	2,14	0,99
	Résistivité axe A ($\Omega.m$)	111,8	201,7	186,6
	Résistance mesurée axe B (Ω)	3,56	2,03	0,97
	Résistivité axe B ($\Omega.m$)	111,8	191,3	182,8
	Rappel : Résistivité = $2 \times \pi \times a \times$ Résistance Ecart entre mesures suivant Axe A et Axe B < 50% (ceci pour les 3 écartements $a1 - a2 - a3$)			
Commentaire				

Réf GEOTEC 2301599DIJON

Date d'intervention :	27/04/2023	Opérateur	AC/AB
Nom du projet	VAUMAS		
Mesure	RE4		
Appareil utilisé et référence		Chauvin Arnoux CA 6470N TERCA 3	

RESISTIVITE DU SOL (Méthode de WENNER)				
Schéma				
Valeurs de θ	$\theta = 90^\circ$			
Résultat de la mesure	Ecartement entre électrodes	$a1 = 5\text{ m}$	$a2 = 15\text{ m}$	$a3 = 30\text{ m}$
	Résistance mesurée axe A (Ω)	16,40	3,57	1,04
	Résistivité axe A ($\Omega.m$)	515,2	336,5	196,0
	Résistance mesurée axe B (Ω)	15,80	3,49	1,05
	Résistivité axe B ($\Omega.m$)	496,4	328,9	197,9
	Rappel : Résistivité = $2 \times \pi \times a \times$ Résistance Ecart entre mesures suivant Axe A et Axe B < 50% (ceci pour les 3 écartements $a1 - a2 - a3$)			
Commentaire				

NOS SAVOIR-FAIRE AU SERVICE DE VOS PROJETS



Géotechnique

—

Maritime

—

Environnement

—

Risques Naturels

—

Diagnostic
Structure

—

Géothermie





ANNEXE 5 **COEFFICIENTS DE MONTANA DE LA STATION DE LA FERTE HAUTERIVE**

COEFFICIENTS DE MONTANA

Formule des hauteurs

Statistiques sur la période 1998 – 2021

FERTE-HAUTERIVE (03)

Indicatif : 03114001, alt : 226 m., lat : 46°22'36"N, lon : 3°19'51"E

La formule de Montana permet, de manière théorique, de relier une quantité de pluie $h(t)$ recueillie au cours d'un épisode pluvieux avec sa durée t :

$$h(t) = a \times t^{(1-b)}$$

Les quantités de pluie $h(t)$ s'expriment en millimètres et les durées t en minutes.

Les coefficients de Montana (a,b) sont calculés par un ajustement statistique entre les durées et les quantités de pluie ayant une durée de retour donnée.

Cet ajustement est réalisé à partir des pas de temps (durées) disponibles entre 6 minutes et 6 heures.

Pour ces pas de temps, la taille de l'échantillon est au minimum de 16 années.

Coefficients de Montana pour des pluies de durée de 6 minutes à 6 heures

Durée de retour	a	b
5 ans	6.939	0.714
10 ans	8.204	0.714
20 ans	9.319	0.711
30 ans	9.94	0.709
50 ans	10.618	0.704
100 ans	11.555	0.699



artifex

SAS CLIMAX INGENIERIE
4 rue Jean le Rond d'Alembert
81000 Albi
Tél. : 05 63 48 10 33 - contact@artifex-conseil.fr - RCS 502 363 948
www.artifex-conseil.fr

