

SIBA
2a, av de la côte d'argent
33380 BIGANOS

PROJET REZHILIENCE

**MISSION PREALABLE POUR LA FAISABILITE DE LA MISE EN PLACE DE ZONES TAMPONS
PERMETTANT L'AMELIORATION DE LA QUALITE DES EAUX LE LONG DU CIRES.**

Références dossier :

N° 22.015a-V3 Annule et remplace 22.015a-V2
Septembre 2022
Porteur du projet : SIBA

SOMMAIRE

I. Préambule	3
II. Définition de l'aire d'étude.....	5
III. Examen du secteur du projet	8
A. Contexte topographique.....	8
B. Contexte Ecologique	10
C. Contexte géologique.....	13
1. Généralité	13
2. Investigations.....	13
D. Contexte hydrogéologique	15
1. Généralité	15
2. Profondeur générale de la nappe superficielle.	17
3. Investigations.....	19
IV. Méthodologies et processus	29
V. Eléments de réflexion préliminaire	32
A. Volet quantitatif.....	32
1. Aménagement sur le Cirès	33
2. Nouvelles connexions hydrauliques	33
3. Création de retenues entre la plaine agricole et le Cirès	33
4. Choix des ZHTA à implanter.....	34
B. Volet qualitatif	37
C. Contrôle de l'efficacité des mesures.....	38

I. PREAMBULE

A cheval sur les communes d'Arès, d'Andernos-les-Bains et de Lanton, le Cirès présente un linéaire principal de 12,1 km de long depuis sa source, au sud de la zone agricole de Blagon, jusqu'à son embouchure dans le bassin d'Arcachon. Ce cours assez sinueux reçoit l'eau de nombreuses crastes, aux tracés beaucoup plus linéaires, qui collectent elles-mêmes les écoulements de nombreux fossés, formant un réseau hydrographique complet de 94,3 km de long.

Le suivi de la qualité de l'eau dans le Cirès révèle des concentrations importantes en nitrates provenant de la zone agricole de Blagon où sont épandus des engrais et du lisier pour la culture de maïs grains et de légumineuses. Cette pollution chimique impacte fortement les peuplements piscicoles, ce qui se traduit par l'absence d'espèces attendues dans ce type de rivière et un état de santé préoccupant des anguilles, seule espèce identifiée dans le cours d'eau, dont le suivi de la population par la FDAAPPMA 33 montre qu'elle présente de nombreuses irritations chimiques.

Le programme RéZHiience vise la restauration des zones humides en tête de bassins versants, en vue d'améliorer la résilience du Bassin d'Arcachon face au changement climatique et aux nombreux enjeux du territoire.

Dans le cadre de ce projet, le SIBA s'adresse à GESOLIA afin d'être accompagné sur l'étude de la faisabilité de la mise en place de zones tampons (plan d'eau et/ou zones humides) pouvant permettre l'amélioration de la qualité des eaux d'un affluent du bassin d'Arcachon : le Cirès. Cet affluent subit notamment des pressions qualitatives en tête de bassin versant par les activités agricoles.

Depuis quelques années, le SIBA a obtenu des données sur le site (Cf. Carte de localisation), elles comprennent :

Hydrologie :

- 1 station de mesure du débit en sortie de la plaine agricole : mesure du débit horaire depuis décembre 2021
- 3 mesures de débits ponctuelles en 2021 sur tous les drains agricoles
- Une étude archéogéographique sur l'historique des évolutions du réseau hydrographique sur le bassin versant du Cirès.

Analyses d'eau :

- 3 analyses ponctuelles en 2021 de nutriments et métolachlore + métabolites sur les drains agricoles et en sortie de la plaine
- des données historiques du réseau REMPLAR sur le cours d'eau

Topographie :

- 1 LIDAR datant de 2016, au pas de 2 m
- Un MNT plus fin sur les parcelles de la CDC mis à disposition pour le projet (Cf. carte de localisation)

Inventaires naturalistes :

- Pré-diagnostic écologique de la zone d'intérêt SIBA : évaluation faune et flore, habitats et pédologie pour détermination des ZH et de leurs états (mené par ENVOLIS)

Le SIBA compte récupérer d'autres données dans les mois à venir :

Analyses d'eau :

- 1 à 2 analyses ponctuelles en 2022 de nutriments et métolachlore + métabolites sur les drains agricoles et en sortie de la plaine

Compte tenu des faibles pentes du secteur (0,1 à 0,2 % en moyenne) et de la bonne perméabilité de l'aquifère Plio-Quaternaire, la mise en place de zones tampons et leurs pérennités dans le temps seront largement contrôlées par le comportement de la nappe.

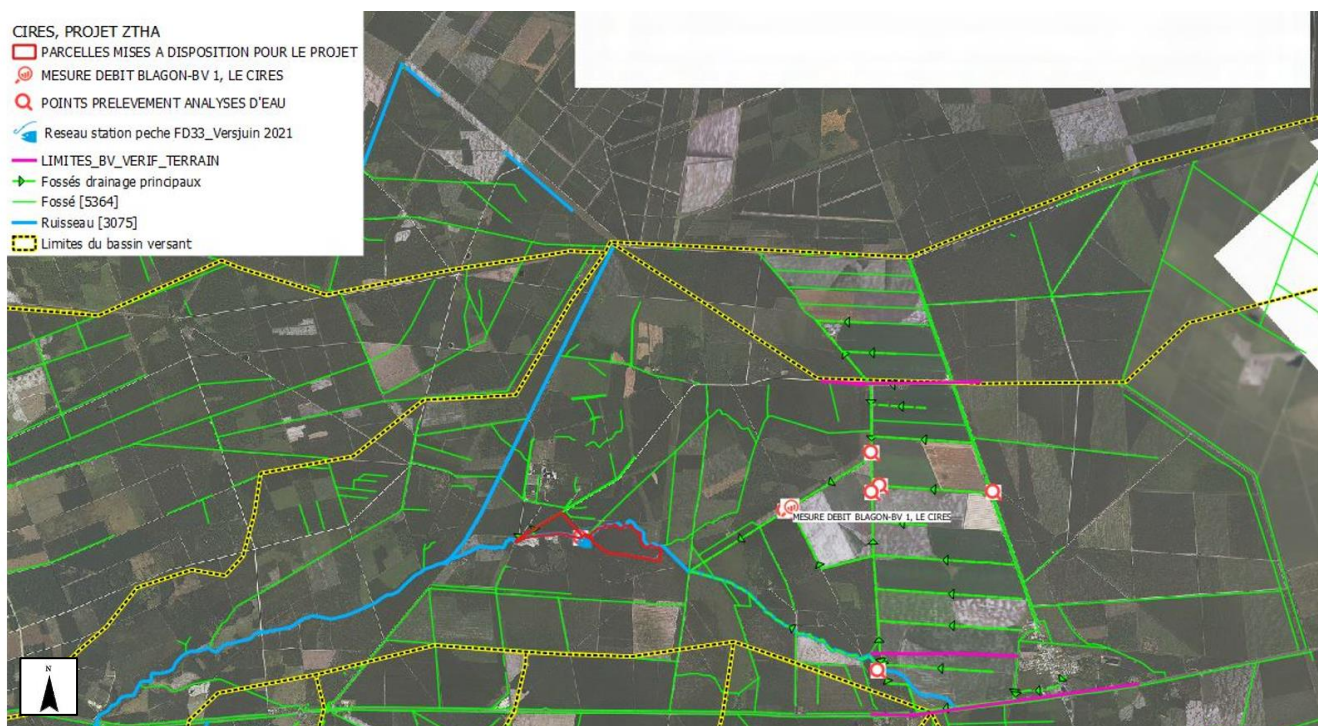


Figure 1 : Carte de localisation de la zone de compensation

Compte tenu de l'absence de suivi de la nappe de l'Aquifère Plio-Quaternaire dans le secteur (au droit des parcelles à étudier), il est notamment pertinent d'étoffer l'état initial du site, afin de juger au mieux des modalités de mise en place de « zone humide tampon ».

Notre mission, ici présentée, consiste en :

- L'analyse du contexte géologique et hydrogéologique du secteur via :
 - Une étude bibliographique fournie du secteur,
 - Des reconnaissances de terrain (19 sondages à la pelle mécanique et suivi du SIBA de 3 puits et piézomètres sur le secteur)
- L'analyse bibliographique des mesures à prendre dans la mise en place des ZHTA (Zone Humide Tampon Artificielle)
- La présentation du continuum du cours d'eau (le long du continuum hydrologique, des parcelles de la CDC jusqu'à la plaine agricole) et des réflexions sur les solutions potentielles de gestion et de travaux.

II. DEFINITION DE L'AIRE D'ETUDE

Les actions visant à limiter les transferts de nitrates et de pesticides le long du continuum doivent être mis en place au plus près de la source, afin d'optimiser les processus qui permettront l'assainissement des eaux.

Les relevés qualitatifs réalisés par le SIBA jusqu'à ce jour concernant les nitrates et la somme des métolachlores.

Les stations de suivis sont réparties le long du continuum, de la source (plaine agricole de Blagon) à la station de pêche du Cirès (Pour les points « Amont Plaine » et « Cirès, arrivée Bassin » aucune donnée n'a été fournie).

Plaine agricole :

- Fossé Nord
- Fossé Est
- Fossé Sud

Fossé agricole à l'amont du Cirès :

- BV1
- BV2

Cirès :

- Station de pêche

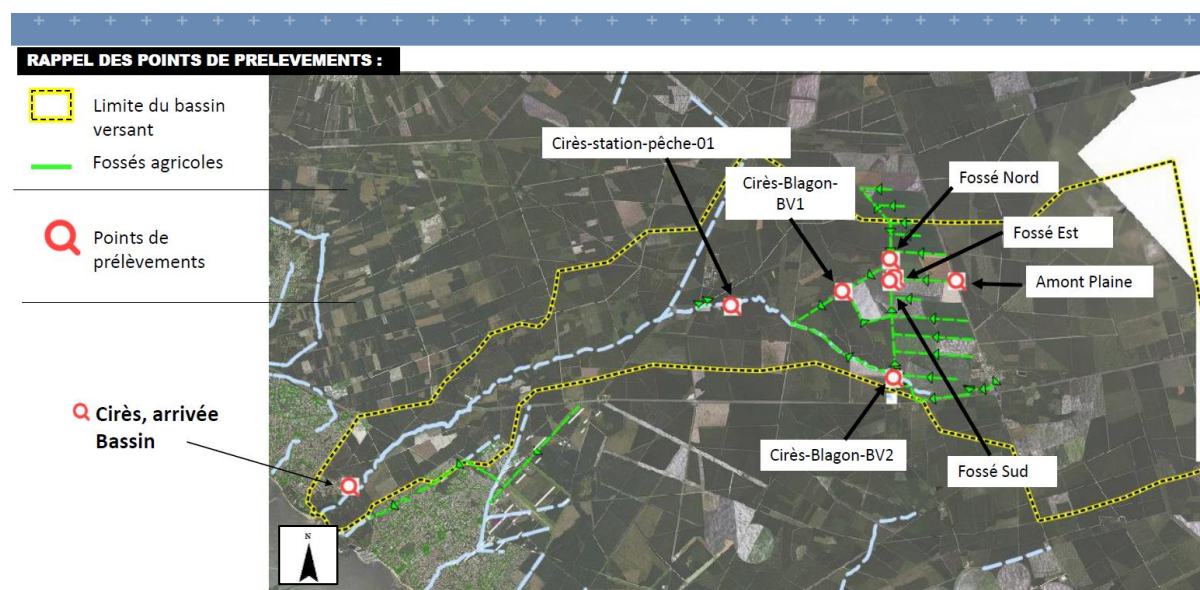


Figure 2 : Présentation du bassin versant du Cirès, dont les fossés de drainage agricoles et des points de prélèvements du SIBA (Pour les points « Amont Plaine » et « Cirès, arrivée Bassin » aucune donnée n'a été fournie).

Les analyses effectuées, par le SIBA, les 24 juin 2021, 4 novembre 2021 et 19 avril 2022, sur les 6 points de suivis montrent des concentrations en métolachlore les plus importantes en novembre. Elles décroissent en avril et sont les plus faibles en juin. Pour les nitrates, les différences entre avril et juin sont moindres.

Nitrates :

Les concentrations en nitrates varient de 31 - 73 mg/l dans les parcelles agricoles en amont à 28 - 66 mg/l à l'aval jusqu'à la station de pêche du Cirès. Entre les fossés BV1 et BV2 et le Cirès, la dilution des nitrates est bien présente mais reste faible et les concentrations demeurent élevées.

Métolochlores :

La dynamique de dilution est plus nette pour les métolochlores avec des concentrations diminuant entre les fossés BV1 et BV2 et le Cirès, toutefois cette dilution est faible et les concentrations en métolochlores restent élevées entre 6 et 15 µg/l dans le Cirès, contre 3 à 20 µg/l dans les fossés agricoles.

- ➔ **Les variabilités de concentrations observées en nitrates et en métolochlore dans les fossés agricoles dépendent certainement des différentes pratiques sur les parcelles. Il serait intéressant de savoir si les pratiques restent fixes avec des apports en nitrates et métolochlore spatialisés de la même manière chaque année.**

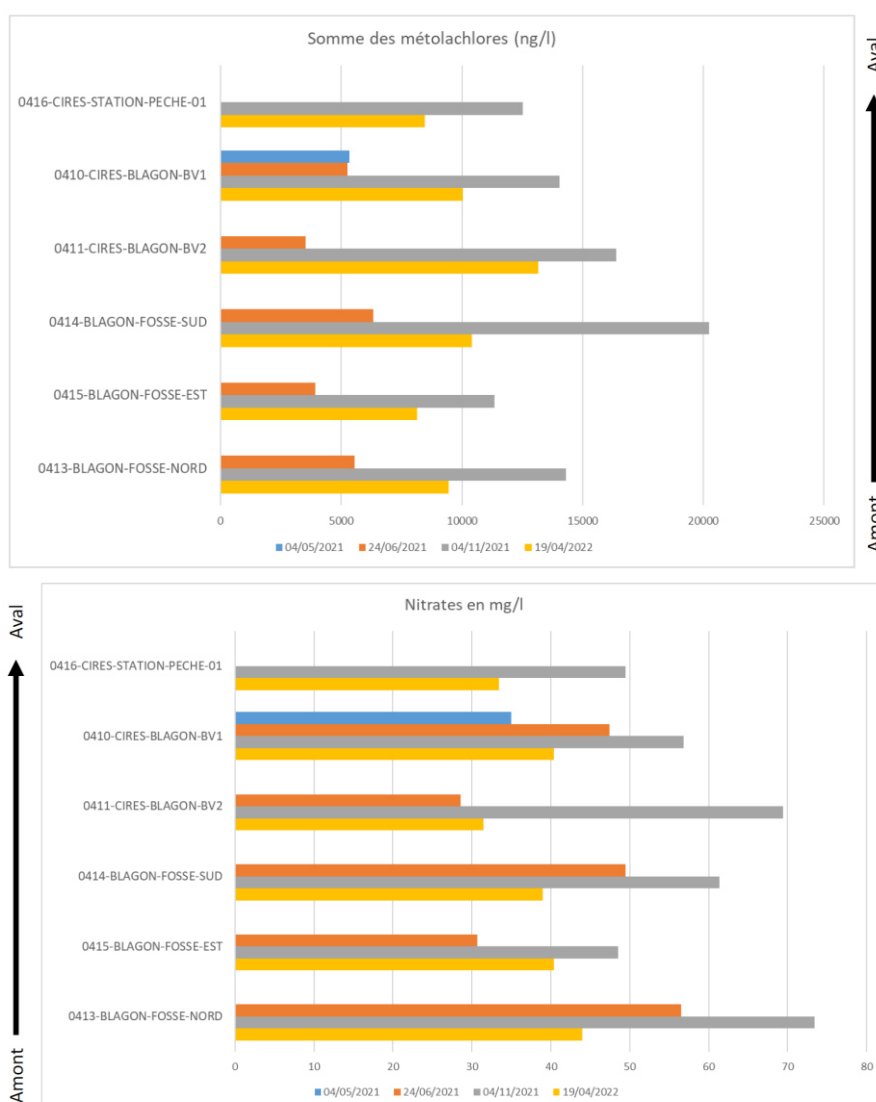


Figure 3 : Bilan des analyses effectuées par le SIBA sur 12 mois (mai 2021 à 2022) de l'aval à l'amont de l'aire d'étude, figure fournie par le SIBA .

A partir des mesures chimiques ayant été réalisées, il est envisageable de mettre en place des ZHTA sur l'ensemble de ce continuum, compte tenu des concentrations qui restent élevées dans l'ensemble.

Toutefois, afin d'optimiser les réactions qui permettront la diminution des concentrations en nitrates et en pesticides, il sera intéressant de privilégier les ZHTA les plus proches de la plaine agricole.

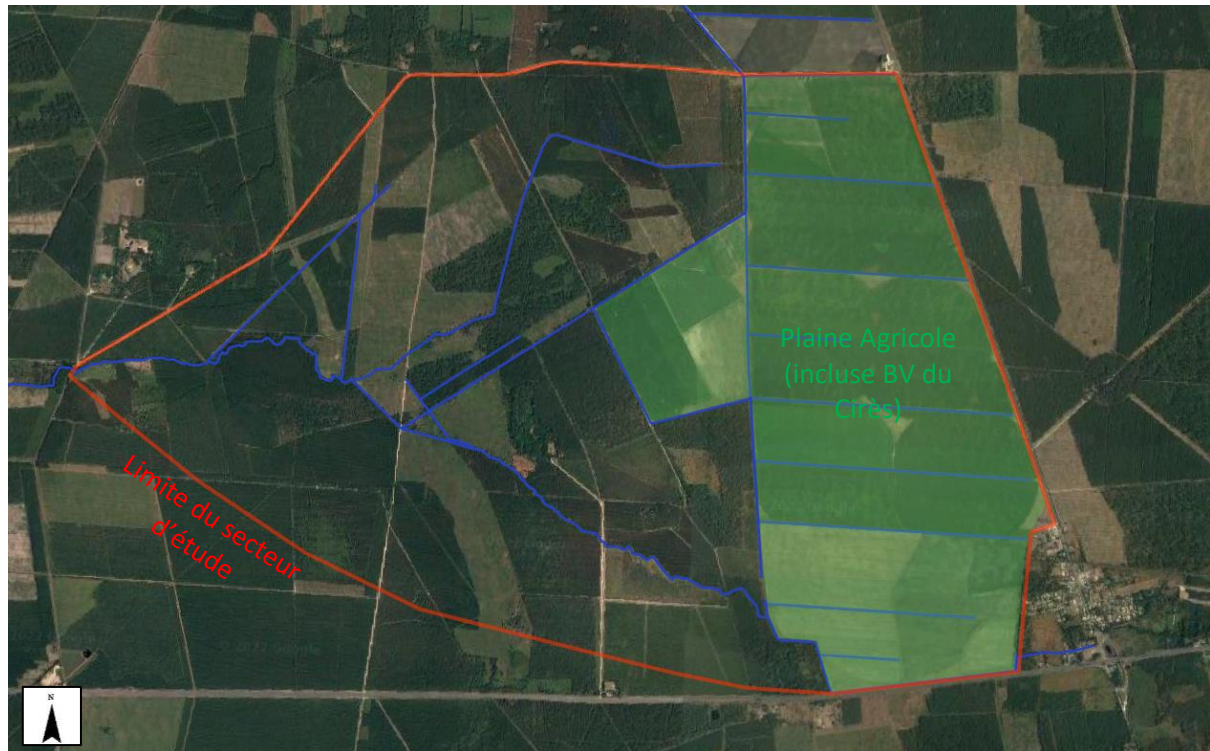


Figure 4 : Définition de l'aire d'étude à partir des concentrations relevées.

III. EXAMEN DU SECTEUR DU PROJET

A. Contexte topographique

La topographie du secteur du projet peut être étudiée à partir des données LIDAR (fournies par le SIBA) à l'échelle de la commune (Figure 5).

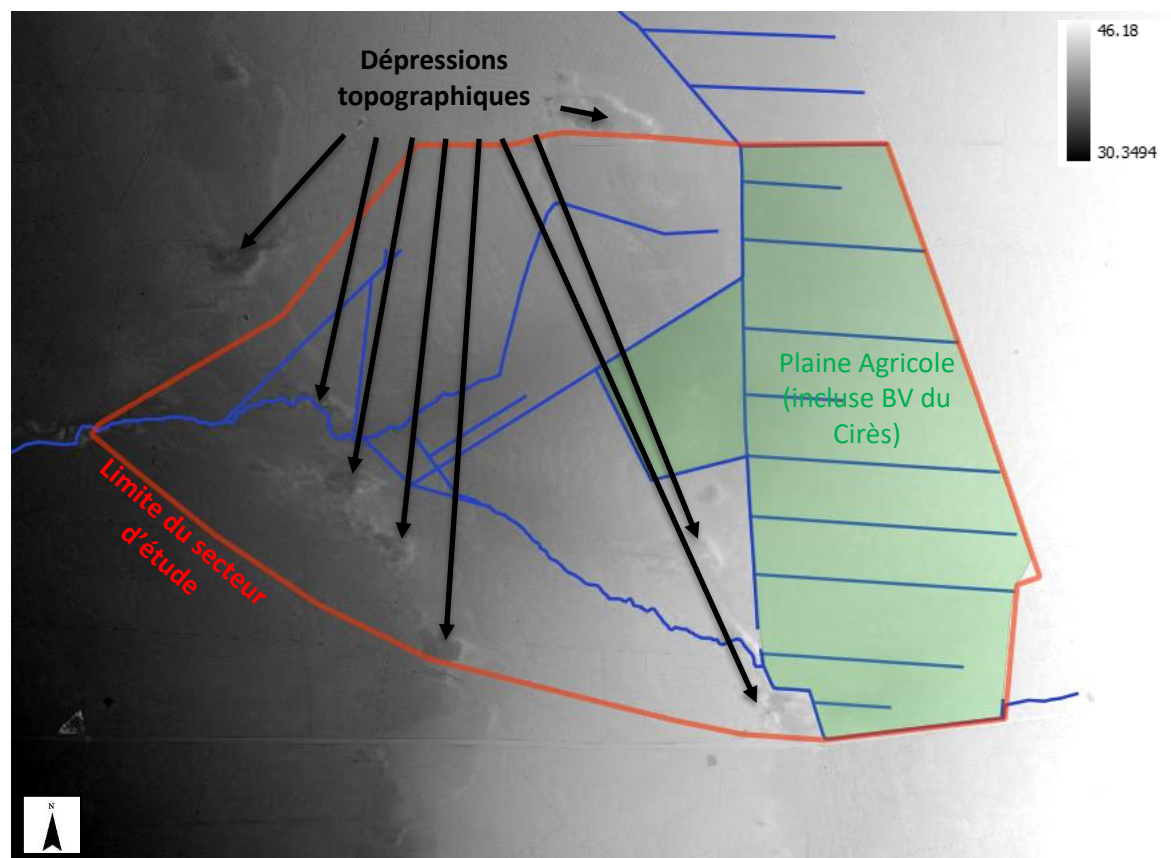


Figure 5 : Topographie dans le secteur du projet (Données LIDAR de la commune de Lanton)

Sur le secteur, des dépressions topographiques sont observables grâce aux données LIDAR. A partir de ces données, l'étude archéogéographique suivante a été menée :

Étude archéogéographique du bassin versant amont du Cirès ; contribution au projet RéZHiience

Cédric Lavigne et Catherine Fruchart - Société Ventoris Services – Juin 2021.

Pour cette étude, les données topographiques actuelle ont été confrontées aux archives décrivant le territoire par le passé le long du continuum hydrologique du Cirès. Pour compléter cette analyse, des venues sur site pour des observations sur la végétation et le type de sols ont été réalisées afin de valider les observations qui concerne la présence d'ancien milieu humide en tête du bassin versant du Cirès.

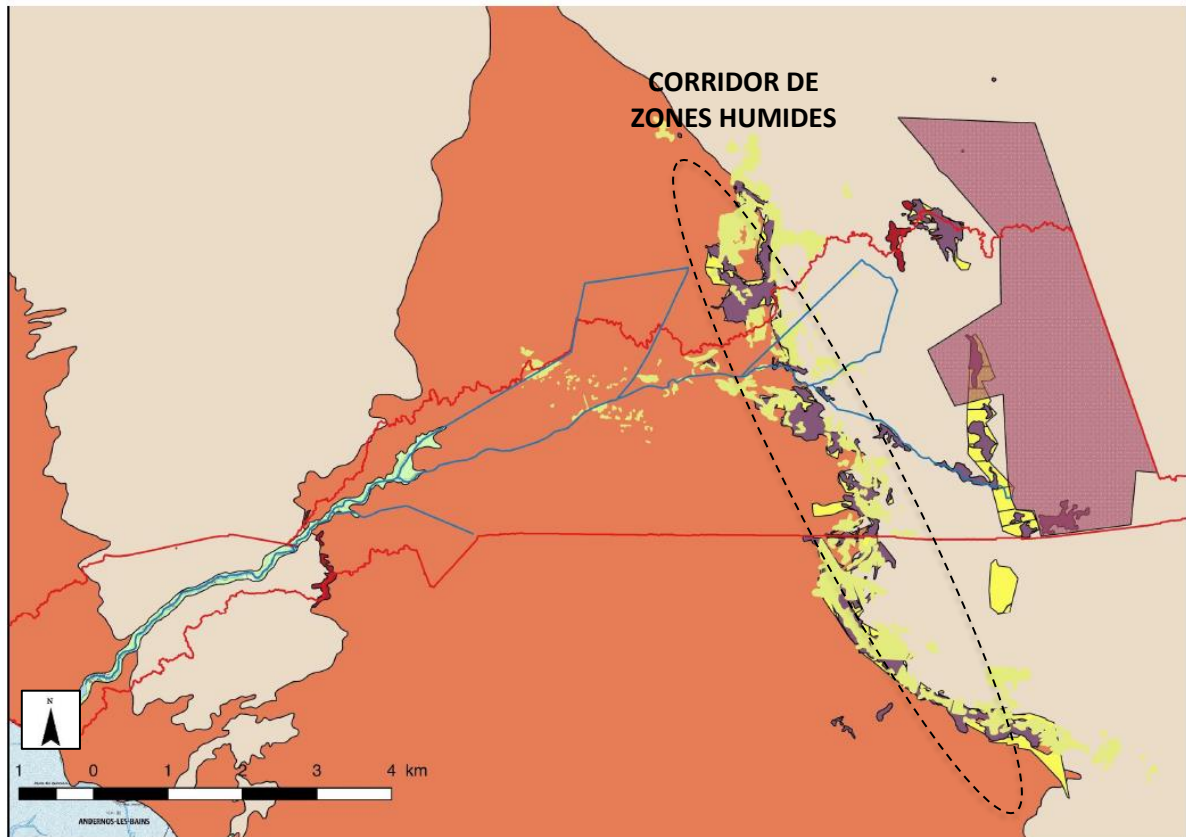


Figure 6 : Confrontation du relevé du corridor de zones humides et de la carte géologique montrant l'imbrication de ces deux réalités physiques (en beige, la couche SL, en orange, la couche NF2) – Source : étude archéogéographique.

L'étude met en avant un corridor de zones humides (Figure 6) et conclue sur les éléments suivants :

- Présence de sols secs en partie Est du corridor : dominée par des pins et des fougères aigles ;
- Présence de sol plus hydromorphe en partie ouest du corridor : occupé par de hautes herbes dominées par des saules, en sous-étage, des chênes et quelques pins clairsemés. Les sols sableux sont recouverts par une épaisse couche d'humus résultant de la décomposition du bois mort et des feuilles des arbres caduques, ce qui favorise la pousse de champignons. Il a même été identifié une mare dans laquelle l'eau stagne



Sols où se situent les éventuelles anciennes zones humides.

Les dépressions topographiques correspondraient à d'anciennes lagunes ou d'ancienne source qui affluent entre NF2 et NF1 (présenté ci-après en contexte géologique). Elles ont été asséchées par la mise en place du Cirès et la volonté de drainer les parcelles en amont.

Ce corridor de zone humide se situait en tête de bassin versant, en amont de la source du Cirès localisée au lieu-dit « Le Houdin » à l'aval du secteur d'étude.

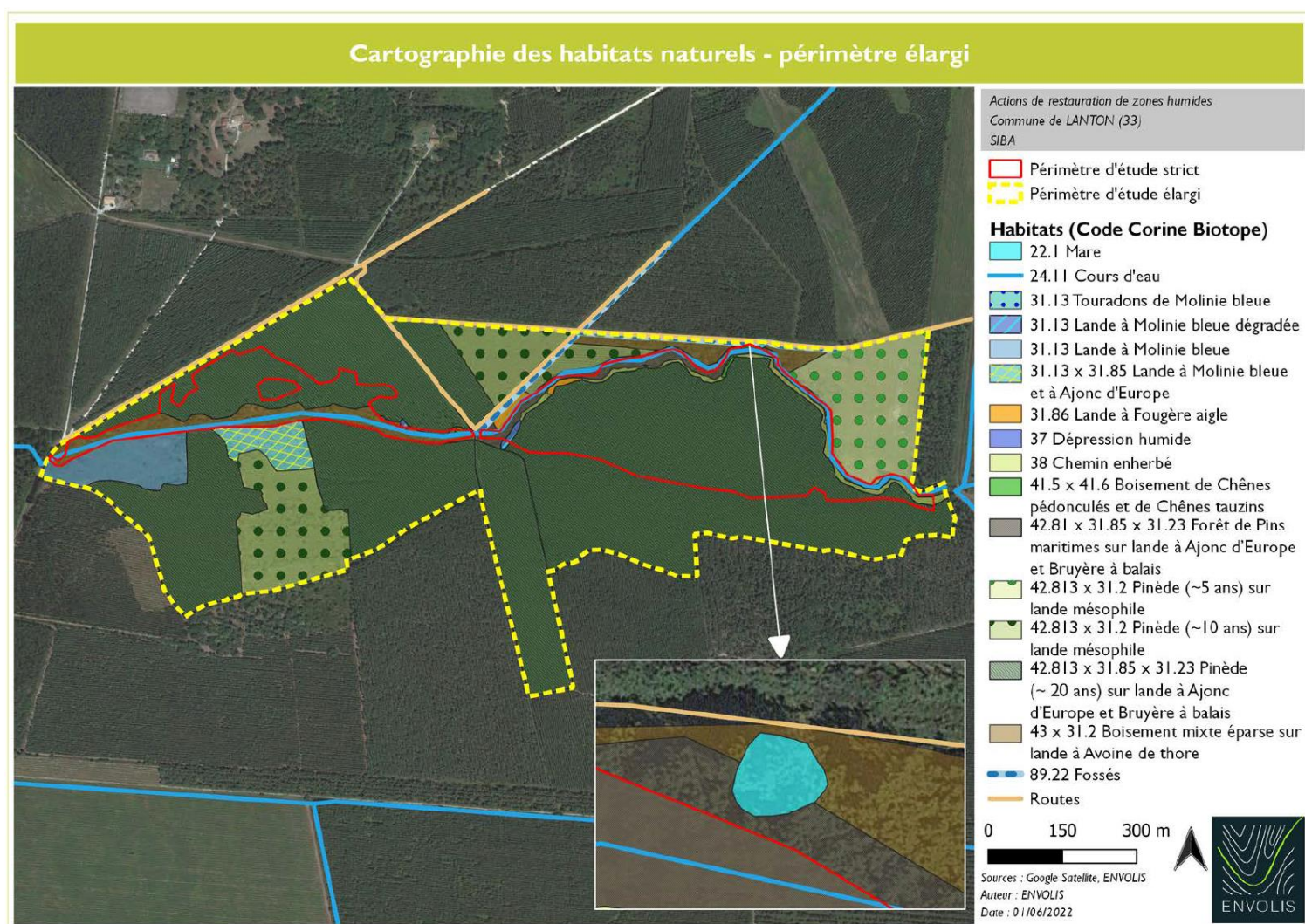
B. Contexte Ecologique

Sur le secteur défini, une attention particulière a été portée sur des parcelles directement disponibles pour la mise en place de ZHTA (Figure 1). Comme nous avons commencé à le voir et comme nous l'étudierons par la suite, ces zones ne sont pas d'un point de vue hydrologique, hydrogéologique, pédologique et écologique les zones les plus favorables à la mise en place de ces ZHTA. Toutefois, leur disponibilité les rends intéressantes. L'étude écologique suivante a été menée sur ce secteur restreint :

Pré-diagnostic écologique - Définition d'un périmètre pour de potentielles actions de restauration de zone humide

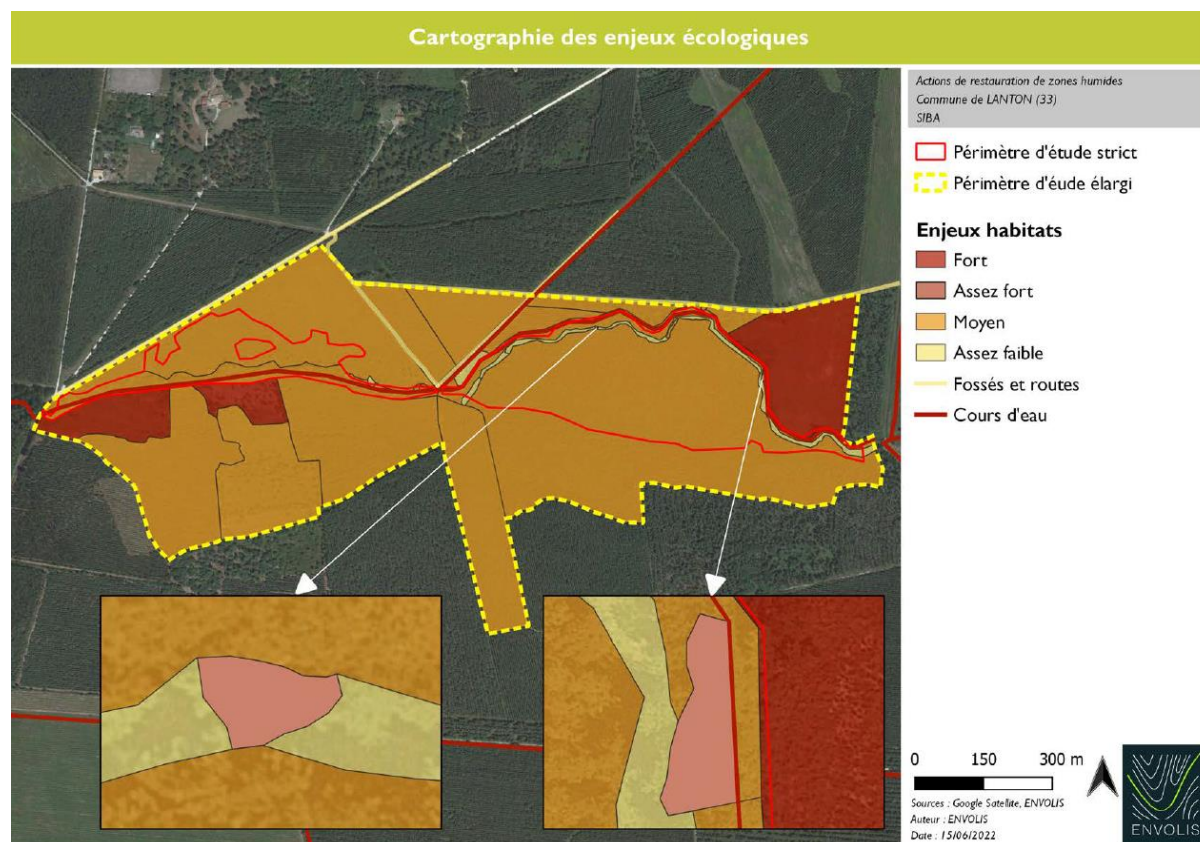
Société ENVOLIS – Juin 2022

Sur ces secteurs, les milieux suivants ont été inventoriés :



Le projet est majoritairement recouvert de pinède plus ou moins âgée sur lande mésophile. Certains milieux plus diversifiés (boisements mixtes) et plus humides (Lande à Molinie, dépression humide) se développent aux abords du Cirès.

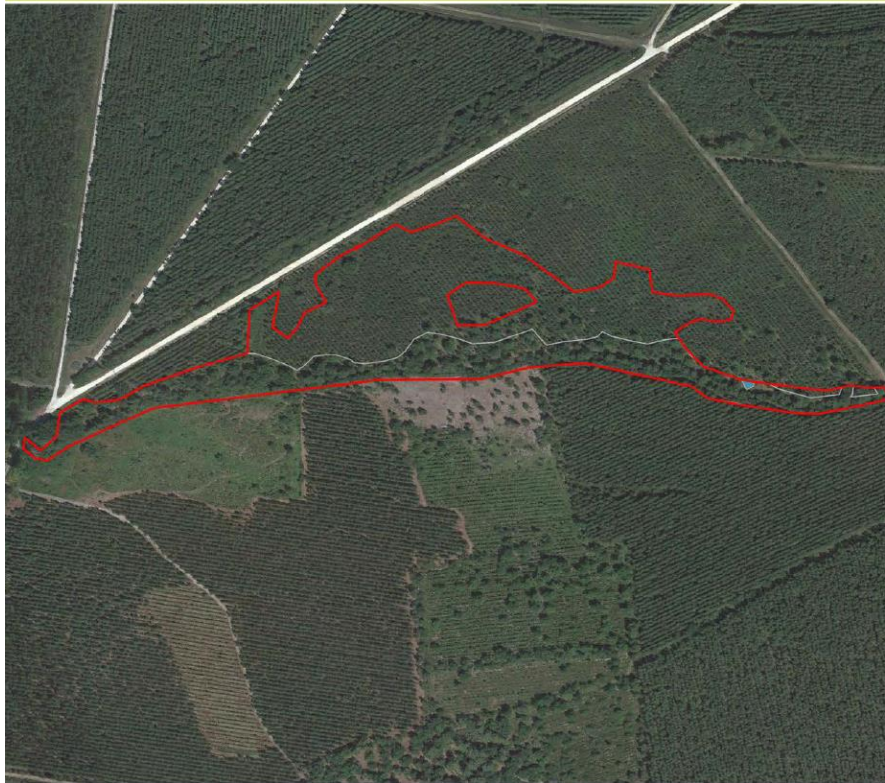
De manière générale, les milieux à plus forts enjeux se développent au niveau des pinèdes de faible maturité (env. 5 ans). Plus spécifiquement aux abords du Cirès, les enjeux assez forts et forts se développent au niveau des landes à molinies bleues et à ajoncs d'Europe.



Malgré les espèces hygrophiles présentes aux abords du Cirès, peu de milieu présente une caractéristique humide en raison du faible pourcentage de recouvrement de ces espèces. Aux abords du Cirès et sur les parcelles de la CDC disponibles, un faible total de seulement 851 m² de zone humide ont été identifiés selon le critère floristique.

Très peu de zone humide se développent, même à proximité immédiate du cours d'eau, en raison du drainage important et de l'abaissement généralisé de la nappe superficielle par le réseau de drainage mis en place. La présence des pins (largement représentés dans le secteur) maintient également une pression de pompage constante sur la nappe superficielle. En effet, l'évapotranspiration constitue l'exutoire principal des eaux pour la nappe superficielle dans un tel écosystème.

Cartographie des habitats naturels - partie ouest



Actions de restauration de zones humides
Commune de LANTON (33)
SIBA

□ Périmètre d'étude

Zones humides selon le critère floristique

■ Zone humide floristique
(~69 m²)

□ Limites des habitats naturels

0 50 100 m

Sources : Google Satellite, ENVOLIS

Auteur : ENVOLIS

Date : 20/04/2022



Cartographie des zones humides floristiques - partie est



Actions de restauration de zones humides
Commune de LANTON (33)
SIBA

□ Périmètre d'étude

Zones humides selon le critère floristique

■ Zone humide floristique
(~782 m²)

□ Limites des habitats naturels

0 50 100 m

Sources : Google Satellite, ENVOLIS

Auteur : ENVOLIS

Date : 20/04/2022



C. Contexte géologique

1. Généralité

Carte géologique relative au projet : n°826 « Bergerac » (cf. Figure 7).

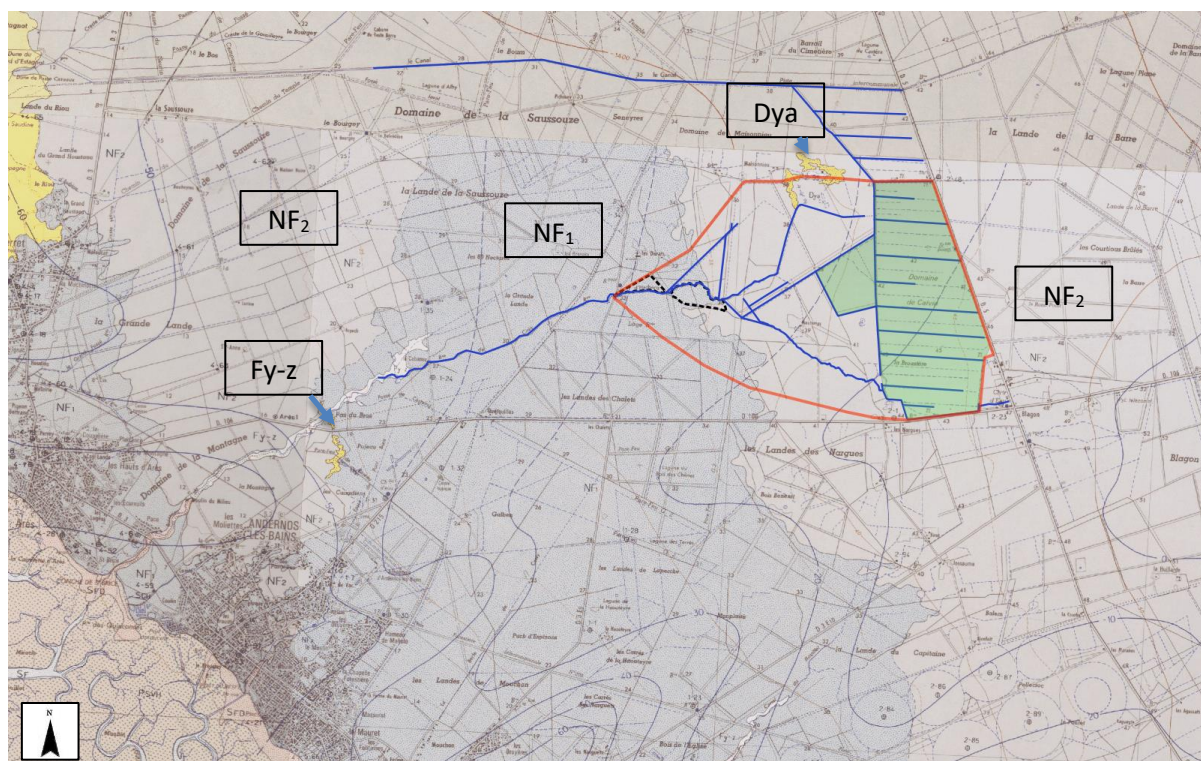


Figure 7 : Extrait carte géologique de la France (Feuille n°826 « Audenge ») (Source : Infoterre, BRGM)

Légende des terrains affleurants (du plus récent au plus ancien)

Quaternaire

- Dya** : Formations éoliennes. Edifices dunaires de type parabolique
- Fy-z** : Formations fluviatiles. Alluvions récentes : sables et argiles silteuses grises
- NF2** : Formations fluvio-éoliennes. Formation du Sable des Landes l.s. Pléistocène supérieur. Sable des Landes s.s. : sables fins gris-jaune, éolisés
- NF1** : Formations fluvio-éoliennes. Formation du Sable des Landes l.s. Pléistocène Inférieur. Formation de Castets : sables fins blanchâtres, argileux au sommet

Le secteur d'étude est implanté sur deux formations semblables, le sable des Landes s.s. : sables fins gris-jaune, éolisés et la formation de Castets : sables fins blanchâtres, argileux au sommet.

2. Investigations

Le 14 juin 2022, GESOLIA a mené une campagne de reconnaissance ayant comporté la réalisation :

- De 19 sondages, notés S1 à S19, à la pelle mécanique descendus à 2,00 m de profondeur/sol (arrêt volontaire) ;

Les sondages ont été implantés sur l'ensemble des parcelles dès à présent disponibles et selon l'accessibilité du site (présence de boisements).

Les investigations sont implantées sur l'orthophotographie ci-après (cf. Figure 8).

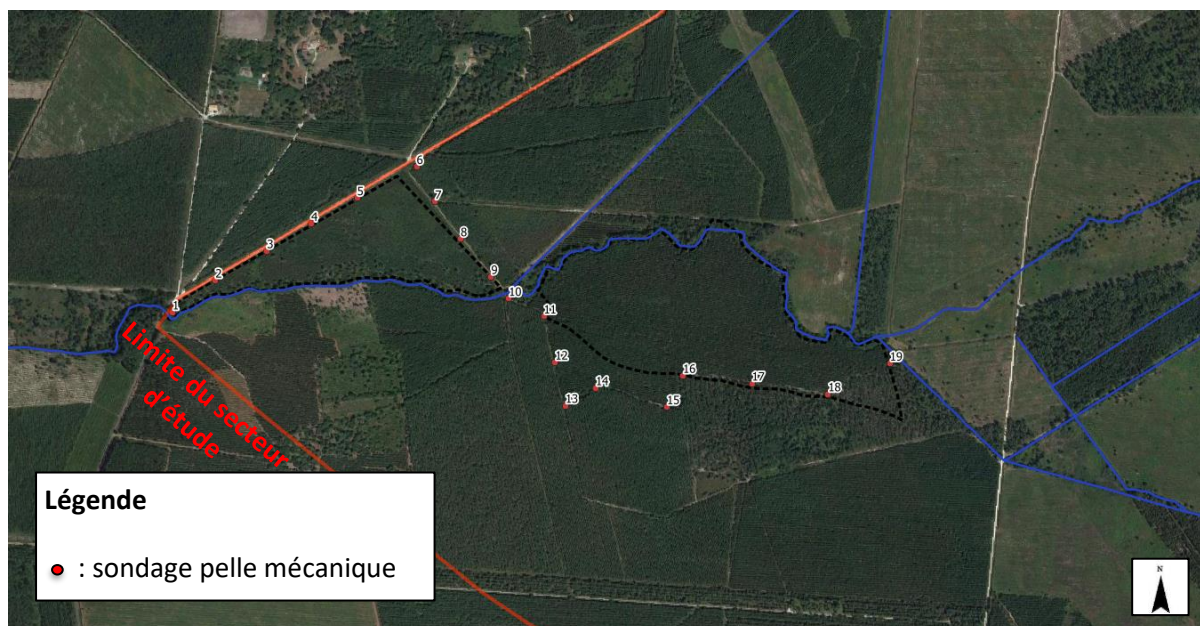


Figure 8 : Implantation des sondages GESOLIA à la tarière mécanique (réalisés le 14 juin 2022)

Ces investigations ont été :

- ✓ Implantées au droit des parcelles disponibles selon un transect Ouest/Est et recoupant le Cirès.
- ✓ Localisées grâce à un GPS et rattachées en NGF grâce à la base de données LIDAR.
- ✓ Rebouchées en fin de reconnaissance.

Les 19 sondages effectués à la pelle mécanique, ont permis à GESOLIA d'établir des coupes lithologiques (Annexe 1), à partir de l'observation macroscopique des échantillons remontés au fur et à mesure de la réalisation des sondages.

Cette reconnaissance permet d'établir la coupe lithologique synthétique suivante :

Profondeur (m/TA)	Facès
0,00 m → 0,30-1,10 m	Sable gris/beige à noirâtre
0,30-1,10 m → 0,50-1,70 m	Horizon aliotique noirâtre à marron peu induré à induré
0,50-1,70 m → 1,00-2,00 m	Sable beige à traces ocres et noirâtres avec quelques fins horizons de lignites et de limons argileux
0,90-1,40 m → 1,20-2,00 m	Sable marron à noirâtre
1,00-1,50 m → 1,50-2,10 m	Sable grossier blanchâtre, beige ou grisâtre

Il ressort de ces coupes les informations suivantes :

- La présence homogène de matériaux naturels sableux plus ou moins riches en matière organique à la surface avec des passages d'horizons aliotiques et quelques passages limoneux et/ou argileux de très faible épaisseur.

Note : L'apparition de nouveaux horizon marron à des profondeurs plus importantes (0,90-,140 m/sol) peuvent traduire une baisse généralisée des niveaux de nappes, à la suite de son drainage historique, avec la formation de nouveaux horizons aliotiques sous les précédents mis en place. Ce phénomène serait lié à une nouvelle migration de complexes organométalliques contemporains selon des niveaux hauts de nappe plus bas. Ce phénomène est observé sur des secteurs du Triangle landais où l'homme est intervenu par le passé dans le drainage de la nappe.

D. Contexte hydrogéologique

1. Généralité

Selon le modèle hydrogéologique nord aquitain du BRGM (MONA), la nappe superficielle est contenue au sein des formations essentiellement sableuse du Plio-Quaternaire d'une cinquantaine de mètre d'épaisseur jusqu'à la cote d'environ -17 m NGF.

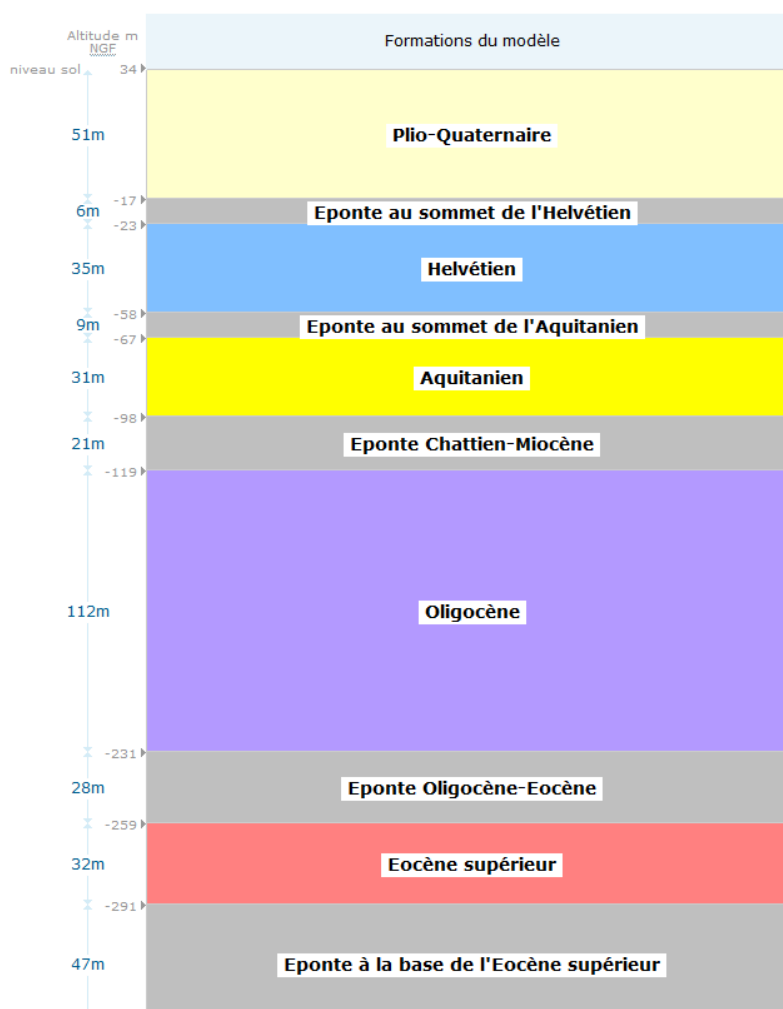


Figure 9 : Alternance des aquifères dans le secteur du projet selon le modèle nord aquitain du BRGM (Source : SIGES Aquitaine)

Cette nappe se forme à la faveur de l'éponte au sommet de l'helvétien (Miocène moyen).

Les hétérogénéités observées à faible profondeur lors de nos sondages (horizons aliotiques et passées argileuses et limoneuses) ne sont pas d'épaisseur et d'extension suffisante pour permettre l'individualisation de nappes à des échelles plus fines.

La piézométrie générale de la nappe du Plio-Quaternaire de 1985 est disponible sur le site du SIGES Nouvelle Aquitaine (Figure 10).



Figure 10 : Isopiète de la nappe du Plio-Quaternaire 1985, cartographie sud aquitaine

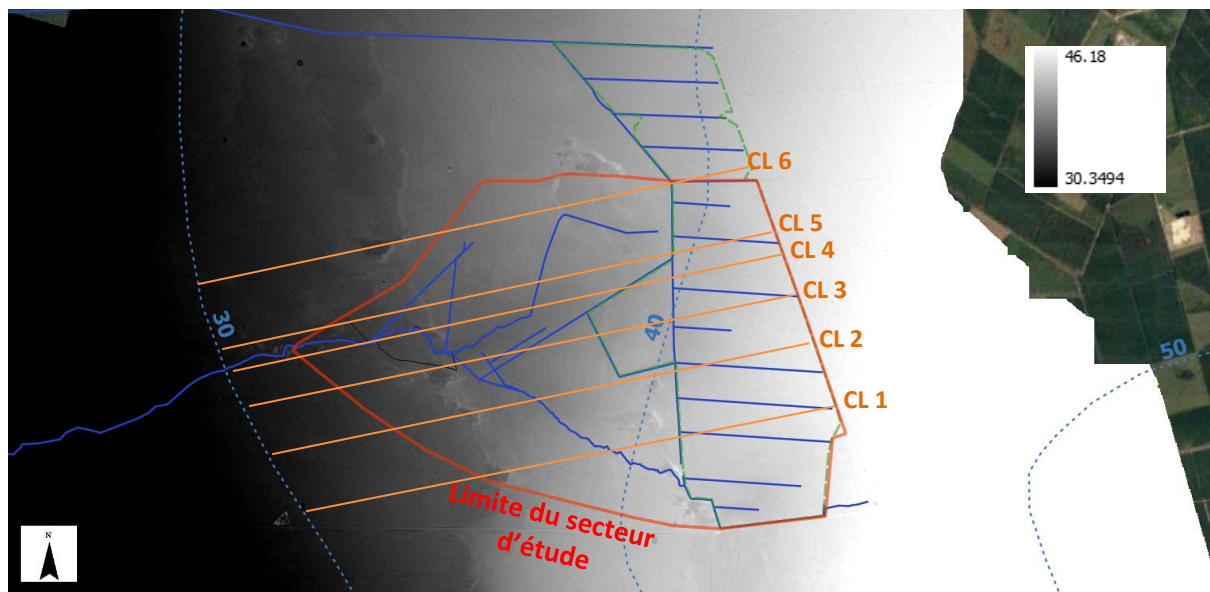
Selon cette piézométrie approximative, la nappe du Plio-Quaternaire se situerait à une cote comprise entre 30 et 40 m NGF dans le secteur d'étude. Les données de la Station météorologique de Bordeaux Mérignac, indiquent que l'année 1985 est une année légèrement déficitaire avec -13% de pluviométrie en moins par rapport à la normale 1981-2010.

La carte piézométrique indique un drainage principal de la nappe du Plio-Quaternaire par le bassin d'Arcachon. Plus localement, cette nappe est également drainée par les ruisseaux comme celui du Cirès. Toutefois, la précision de cette carte piézométrique traduit mal ce phénomène en tête de bassin versant, d'autant plus que le chevelu de drainage (fossés) est plus étalé et ne présente un axe principal de drainage non totalement individualisé.

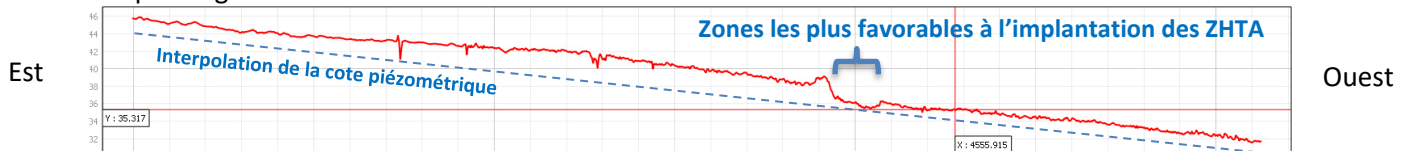
2. Profondeur générale de la nappe superficielle.

Les données topographiques, couplées aux données piézométriques de cette carte peuvent être croisées, afin d'avoir une première approche des épaisseurs de zones non saturées, c'est-à-dire de la profondeur de cette nappe superficielle.

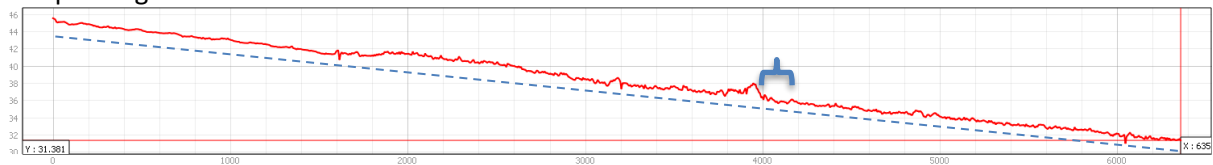
Les données sont croisées sous forme de 6 coupes longitudinales. L'indication de la cote de la nappe superficielle sur ces 6 coupes découle de la carte piézométrique de 1985. Il est réalisé une interpolation linéaire entre les courbes 30 m NGF et 40 m NGF. Une forte incertitude est associée à ce paramètre, il ne nous sert ici que de première approche, afin d'identifier des sites d'intérêt pour la mise en place des ZHTA.



Coupe Longitudinale 1



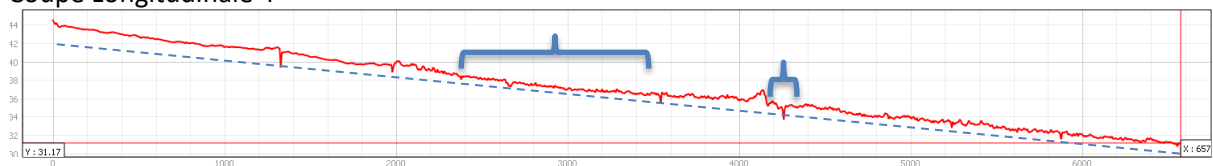
Coupe Longitudinale 2



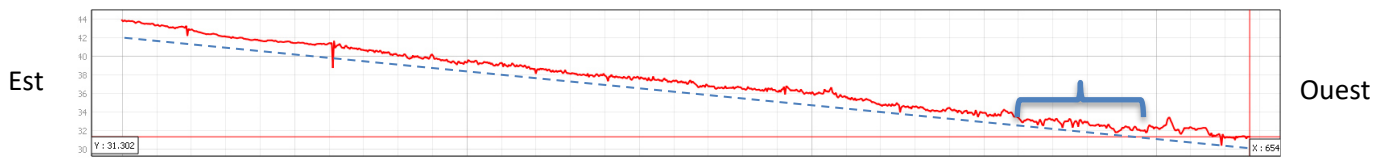
Coupe Longitudinale 3



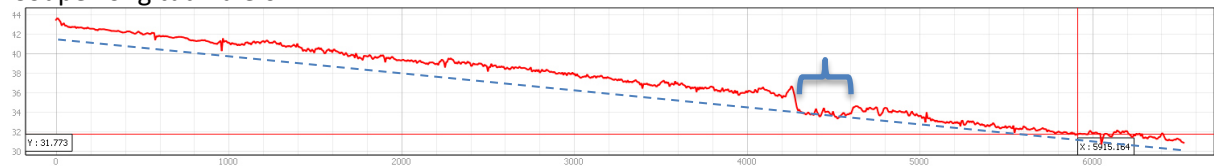
Coupe Longitudinale 4



Coupe Longitudinale 5



Coupe Longitudinale 6



L'analyse de ces 6 coupes révèle des zones où l'épaisseur de la zone non saturée (la profondeur de la nappe) semble la plus faible.

Ces zones sont :

- pour la plupart déjà identifiées dans l'étude archéogéographique (Figure 6), correspondant à des zones anciennement occupées par une végétation davantage hygrophile.
- des secteurs proches du Cirès, correspondant certainement à d'anciens méandres qu'empruntait ce dernier pour prendre un tracé plus linéaire (érosion à la suite fortes augmentations de débit ou reprofilage).

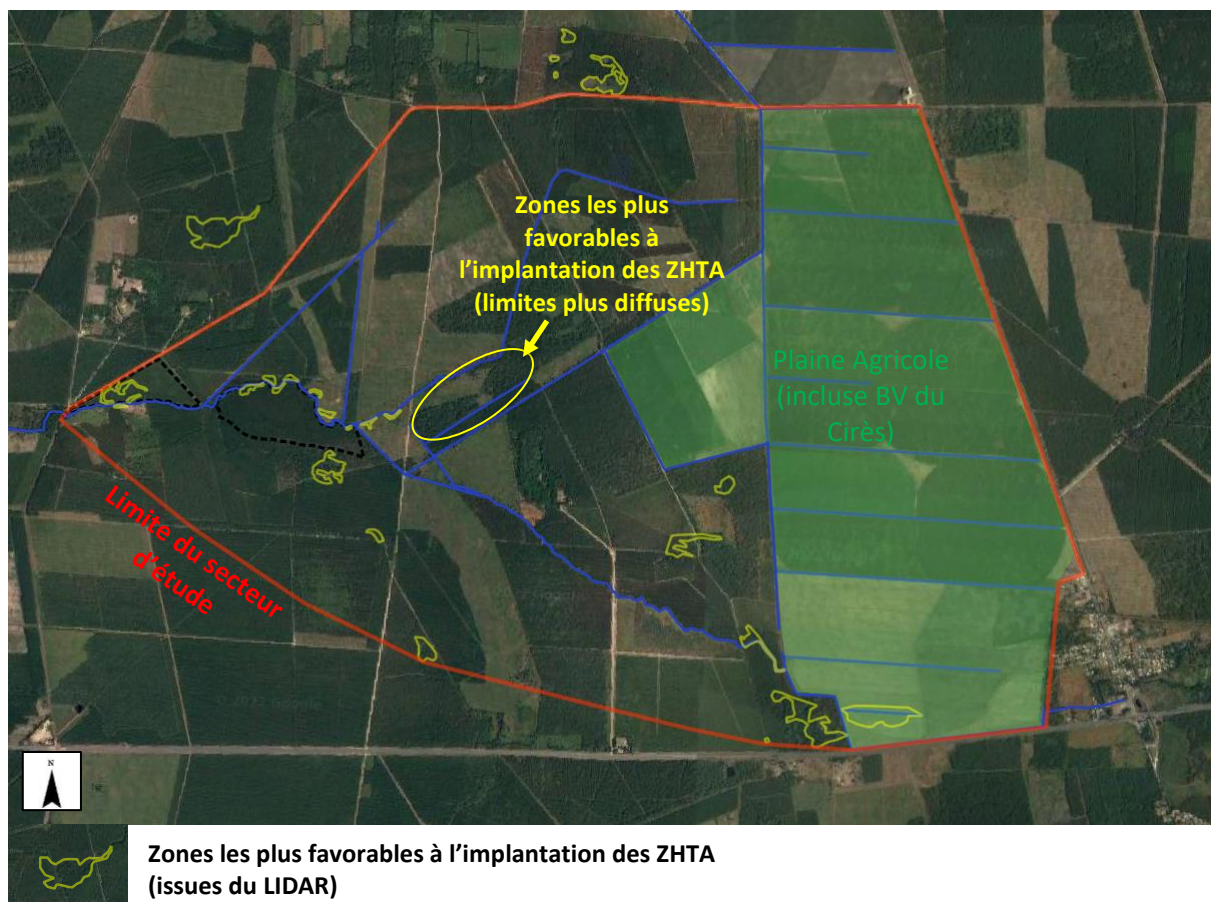


Figure 11 : Présentation des zones les plus favorables à l'implantation des ZHTA selon les données LIDAR et la piézométrie générale de l'aquifère Plio-Quaternaire.

Ces secteurs favorables sont aujourd’hui pour la plupart drainés et secs, recouverts de cultures de pins plus ou moins matures.

Par rapport aux données de piézométrie de 1985, la nappe se situerait dans ces zones aux alentours d’1 mètre de profondeur. A ce stade, il n’est pas possible d’avoir une meilleure estimation de la profondeur de la nappe sur l’ensemble de l’aire d’étude.

3. Investigations

a) Relevés ponctuels

Les pelles mécaniques réalisées le 14 juin 2022 ont permis de relever des niveaux d’eau dans chacun des 19 sondages réalisés (Figure 8).

De plus, 2 piézomètres implantés par la société ENVOLIS le 30 mai 2022 et un puits DFCI sont disponibles dans la partie Ouest de la zone d’étude (Figure 12).

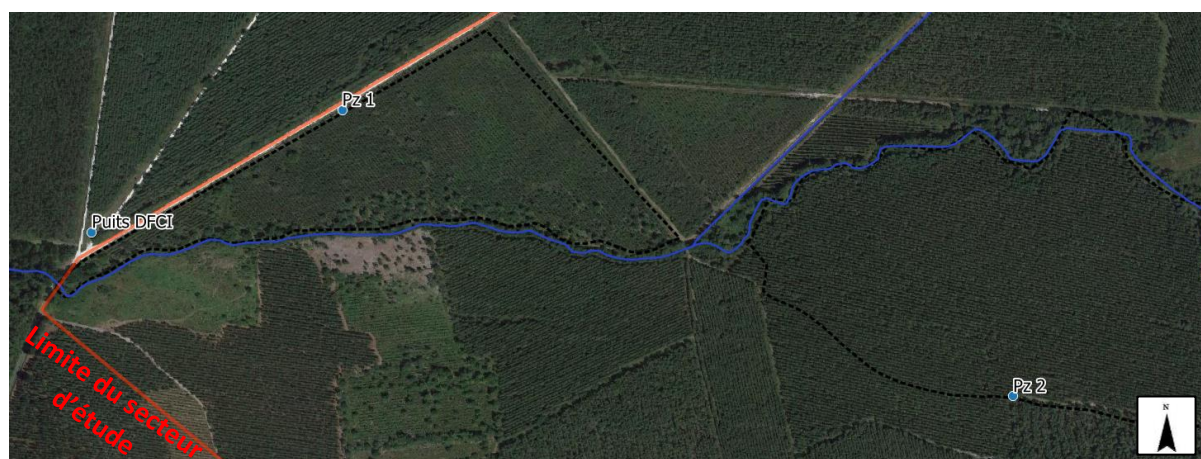


Figure 12 : Emplacement du puits DFCI et des Piézomètres implantés par ENVOLIS le 30 mai 2022.

La nappe se situait entre 1,20 et 2,10 m de profondeur par rapport au sol les 13 et 14 juin 2022 (Figure 13) = période de moyennes eaux.

Les cotes relevées dans les piézomètres et dans les sondages à la pelle mécanique indiquent un écoulement général en direction sur Sud-Ouest (Bassin d’Arcachon) et un écoulement moins marqué en direction du Cirès.



Figure 13 : Profondeurs de la nappe superficielle relevées les 13 et 14 juin 2022 = période de moyennes eaux.

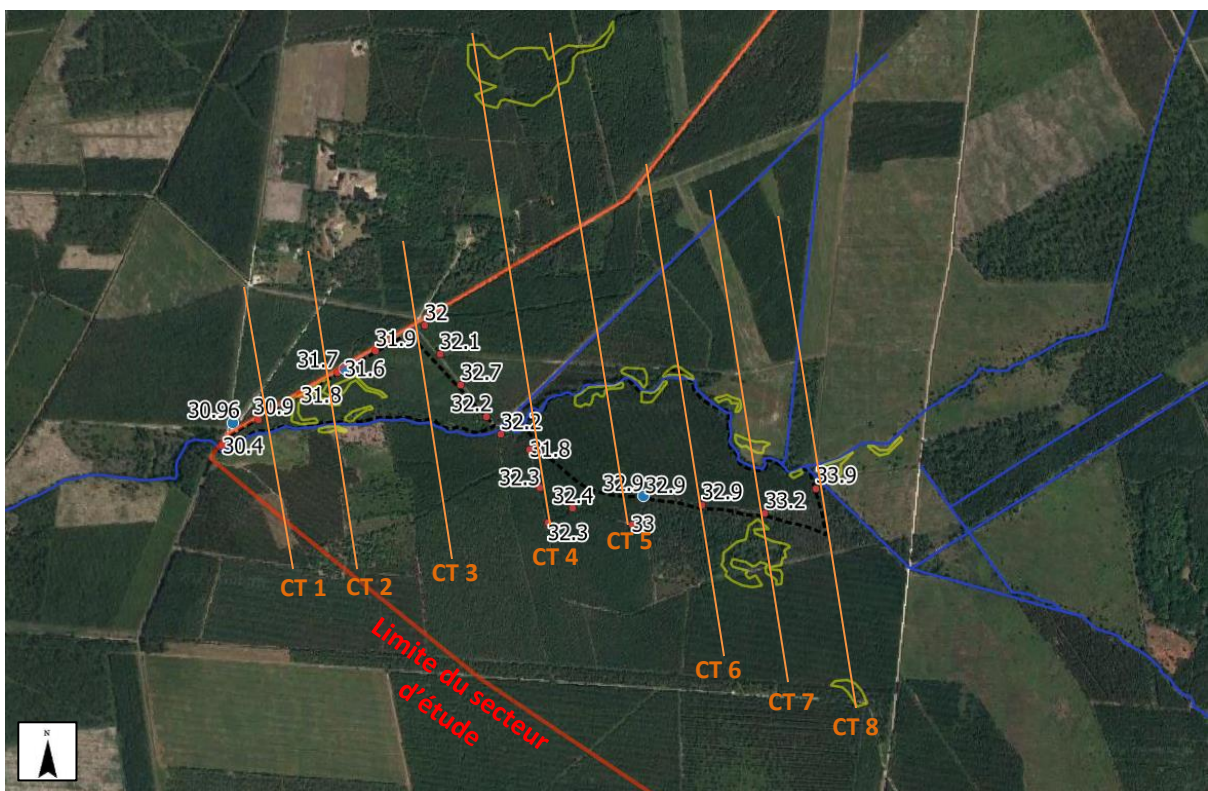
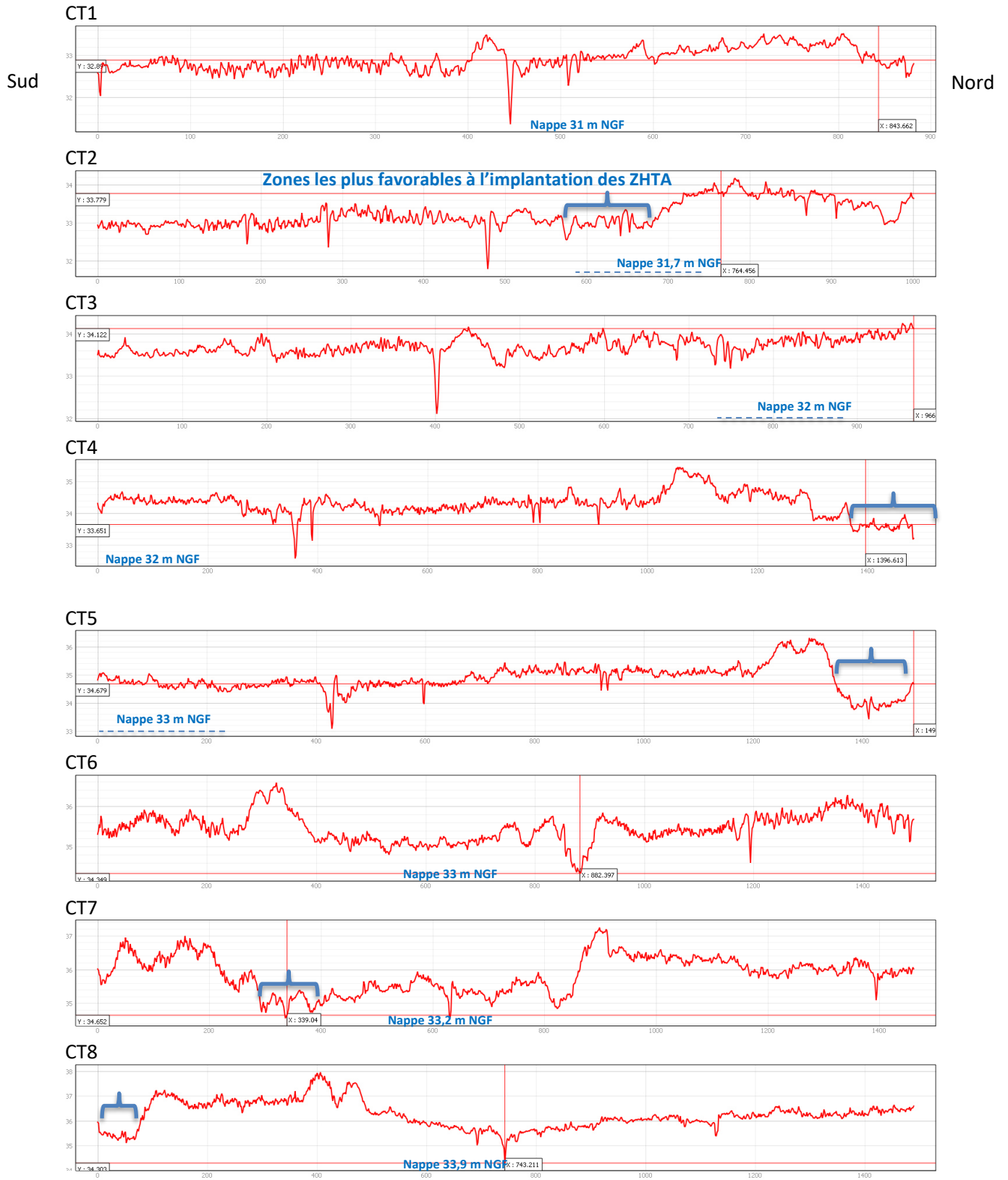


Figure 14 : Cote de la nappe superficielle les 13 et 14 juin 2022 et emplacement des coupes transversales

Le recoupement des données topographiques (LIDAR) et des données piézométriques des 13 et 14 juin 2022 (piézomètres et sondages) permet de tracer les coupes transversales suivantes :

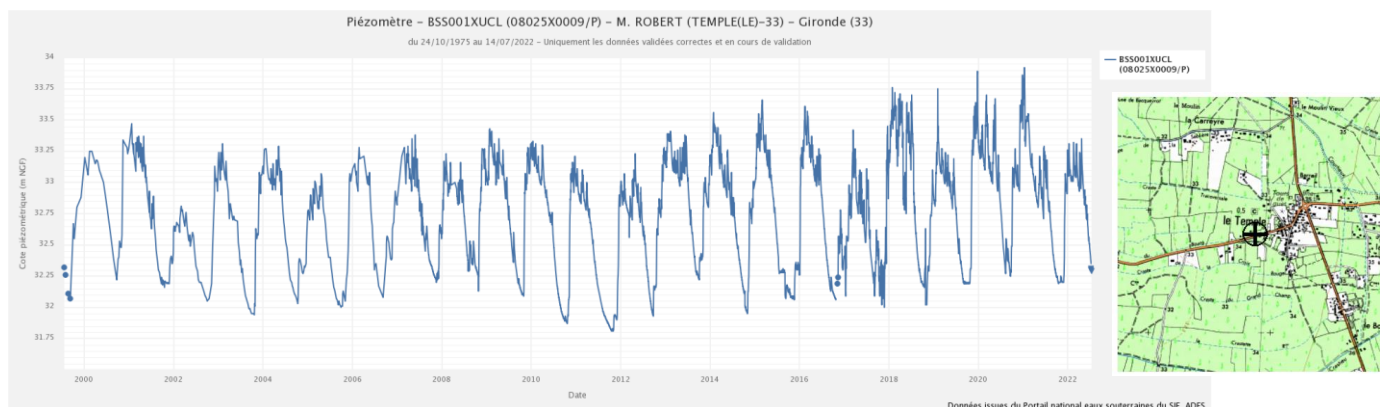


Afin de replacer ces données dans leur contexte météorologique, l'ouvrage de référence BSS001XUCL dont la chronique piézométrique est disponible sur le site ADES Eau France peut être utilisé. Il affecte également la nappe superficielle du Plio-Quaternaire.

Situé à 8,5 km au Nord du secteur d'étude, il permet d'estimer les battements de la nappe superficielle au droit du site par extrapolation.

Sur cette chronique (Figure 15), les 13-14 juin 2022, la cote de la nappe était de 32,65 m NGF.

- Le niveau de hautes eaux courantes est de 33,19 soit +0,54 m par rapport au 13-14 juin 2022.
- Le niveau de hautes eaux exceptionnelles est supérieur à 33,40 m NGF soit +0,75 m par rapport au 13-14 juin 2022.
- Le niveau de basses eaux courantes est de 32,14 m NGF soit -0,51 m par rapport au 13-14 juin 2022.
- Le niveau de basses eaux exceptionnelles est inférieur à 31,92 m NGF soit -0,73 m par rapport au 13-14 juin 2022.



Qualification des niveaux	Janv	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
Niveaux très haut	33.35	33.40	33.30	33.24	33.16	33.09	32.88	32.55	32.46	32.98	33.18	33.33
Niveaux hauts	33.27	33.31	33.22	33.17	33.09	32.99	32.76	32.45	32.32	32.70	33.01	33.20
Niveaux modérément hauts	33.15	33.19	33.12	33.07	32.99	32.85	32.60	32.33	32.21	32.40	32.74	33.03
Niveaux autour de la moyenne	33.10	33.13	33.08	33.02	32.94	32.79	32.52	32.28	32.17	32.30	32.62	32.96
Niveaux modérément bas	33.04	33.08	33.03	32.97	32.89	32.72	32.46	32.23	32.14	32.21	32.48	32.87
Niveaux bas	32.89	32.94	32.93	32.86	32.76	32.55	32.32	32.12	32.04	32.03	32.21	32.58
Niveaux très bas	32.72	32.83	32.85	32.77	32.67	32.42	32.22	32.04	31.97	31.92	32.04	32.36

Figure 15 : Chronique du Puits BSS001XUCL et statistiques de la chronique (Source : ADES Eau France)

Les mesures des 13 et 14 juin 2022 correspondent à des niveaux bas à modérément bas du fait d'une année particulièrement déficitaire de janvier à mai 2022. Les pluies se sont intensifiées sur la deuxième partie du mois de juin, après nos relevés.

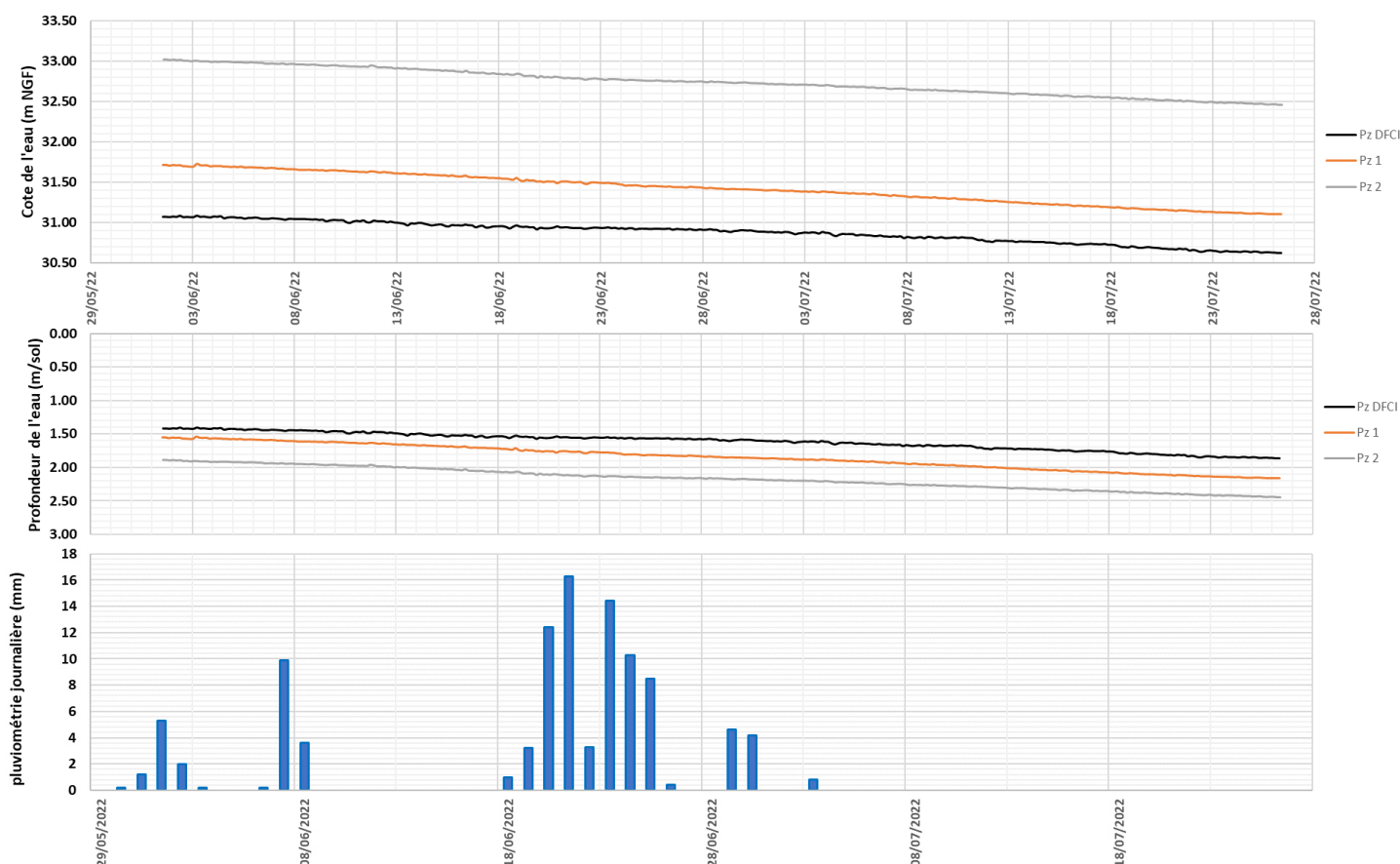
Station de Bordeaux-Mérignac :

Période	Pluviométrie (mm)	Rapport à la normale
Année 2021	884,6	-6%
2022		
Janvier 2022	39,6	-55%
Février 2022	48,9	-32%
Mars 2022	35,0	-46%
Avril 2022	64,6	-17%
Mai 2022	19,1	-76%
Juin 2022	99,8	+60%
Juillet 2022 (en cours)	2,4 (en cours)	-95% (en cours)

Compte tenu de nos relevés, la nappe superficielle resterait trop profonde sur l'ensemble du secteur d'étude pour permettre un affleurement des eaux, même dans la majorité des zones favorables à l'implantation des ZHTA où la nappe était à environ de 1 m/sol (+0,75 m pour atteindre les hautes eaux exceptionnelles). Les réaménagements hydrauliques permettant l'amenée des eaux en direction de ces zones permettraient un rehaussement nécessaire à la mise en place des ZHTA. Un décaissement complémentaire pourrait également être nécessaire.

b) Suivi en continu des hauteurs d'eau

(1) Nappe superficielle



Les suivis mis en place le 1^{er} juin 2022 au sein des ouvrages disponibles (Puits DFCI, Pz 1 et 2), permettent de suivre la baisse des niveaux de la nape superficielle en cette période de basse généralisée du niveau des nappes.

Malgré les pluies marquées entre le 18 juin et 26 juin, les niveaux de nappe n'ont pas été affectés. En effet, ces pluies restent inférieures à l'évapotranspiration potentielle dans ce secteur et l'infiltration vers la nappe superficielle ne se met pas en place (pluie efficace nulle).

Au moment de la relève des données, le 26 juillet, les baisses des niveaux relevés sont les suivantes :

- Pz 2: - 44 cm le 26 juillet par rapport au 14 juin
- Pz 1: - 49 cm le 26 juillet par rapport au 14 juin
- Pz DFCI : - 37 cm le 26 juillet par rapport au 14 juin

Pour rappel, selon l'ouvrage de référence:

- Le niveau de basses eaux courantes est de 32,14 m NGF soit -0,51 m par rapport au 13-14 juin 2022.
- Le niveau de basses eaux exceptionnelles est inférieur à 31,92 m NGF soit -0,73 m par rapport au 13-14 juin 2022.

Les baisses de niveau de nappe sont toujours en cours, les niveaux relevés le 26 juillet sont semblables à des niveaux de basses eaux courantes. D'ici septembre (fin théorique de la période d'étiage), il est fort probable que les niveaux atteignent les niveaux de basses eaux exceptionnelles.

(2) Fossé agricole – BV 1

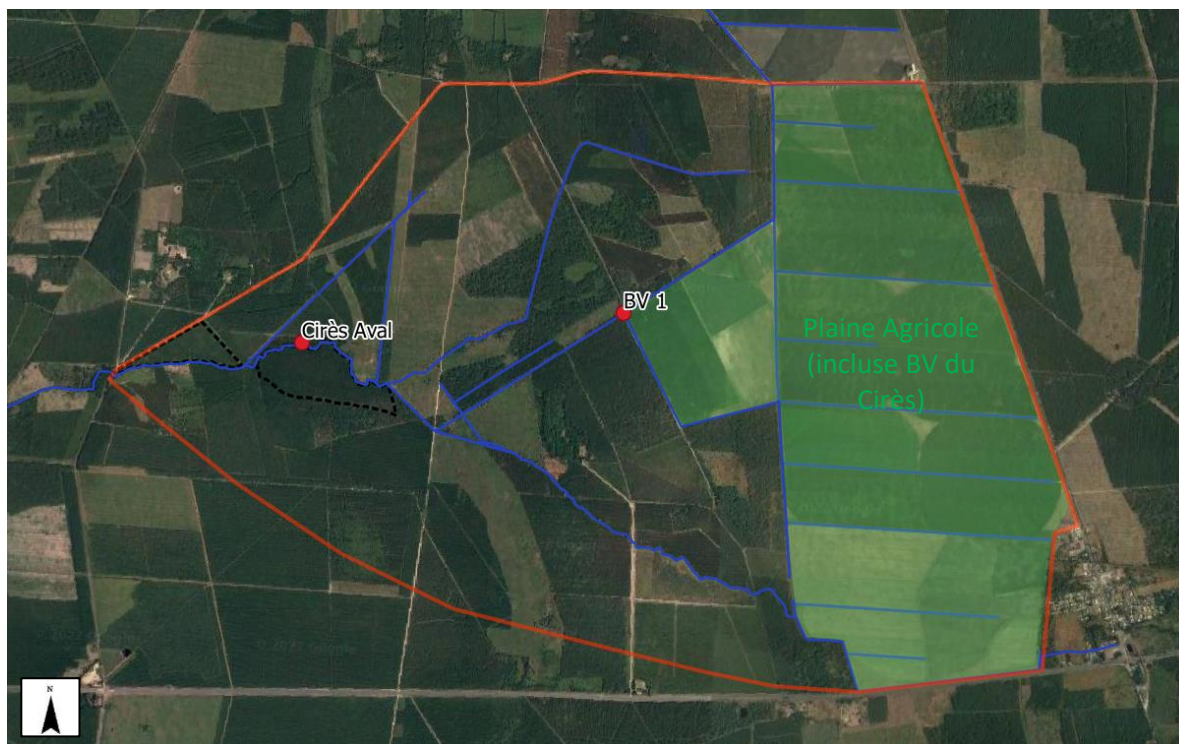


Figure 16 : Emplacement des stations de mesure de débit et de suivis en continu des hauteurs eaux le long du continuum hydrologique.

Les relevés de niveau à la sortie du BV 1 (fossé agricole, Figure 17) indiquent un battement du plan d'eau de 30 cm entre l'étiage en cours et le pic des hautes eaux de décembre 2021. Ce battement est en lien avec une variation des débits. La courbe de tarage est en cours de réalisation et les débits seront prochainement disponibles.

Avec moins de 5 cm d'eau sur les dernières mesures, ce fossé est quasiment à sec.

Les relevés GPS du 14 juin 2022 réalisés par GESOLIA permettent d'exprimer les niveaux en m NGF.

Contrairement à la nappe superficielle, le niveau dans le fossé varie nettement en réponse à la pluviométrie, notamment en juin 2022. Le ruissellement étant faible sur ce bassin versant (nature essentiellement sableuse des matériaux et terrains peu pentus, cela peut s'expliquer par une infiltration facilitée au sein des parcelles agricoles et par une évapotranspiration moindre (sol seulement recouvert par les cultures). En effet, la pinède constitue la première source d'évapotranspiration dans le secteur.

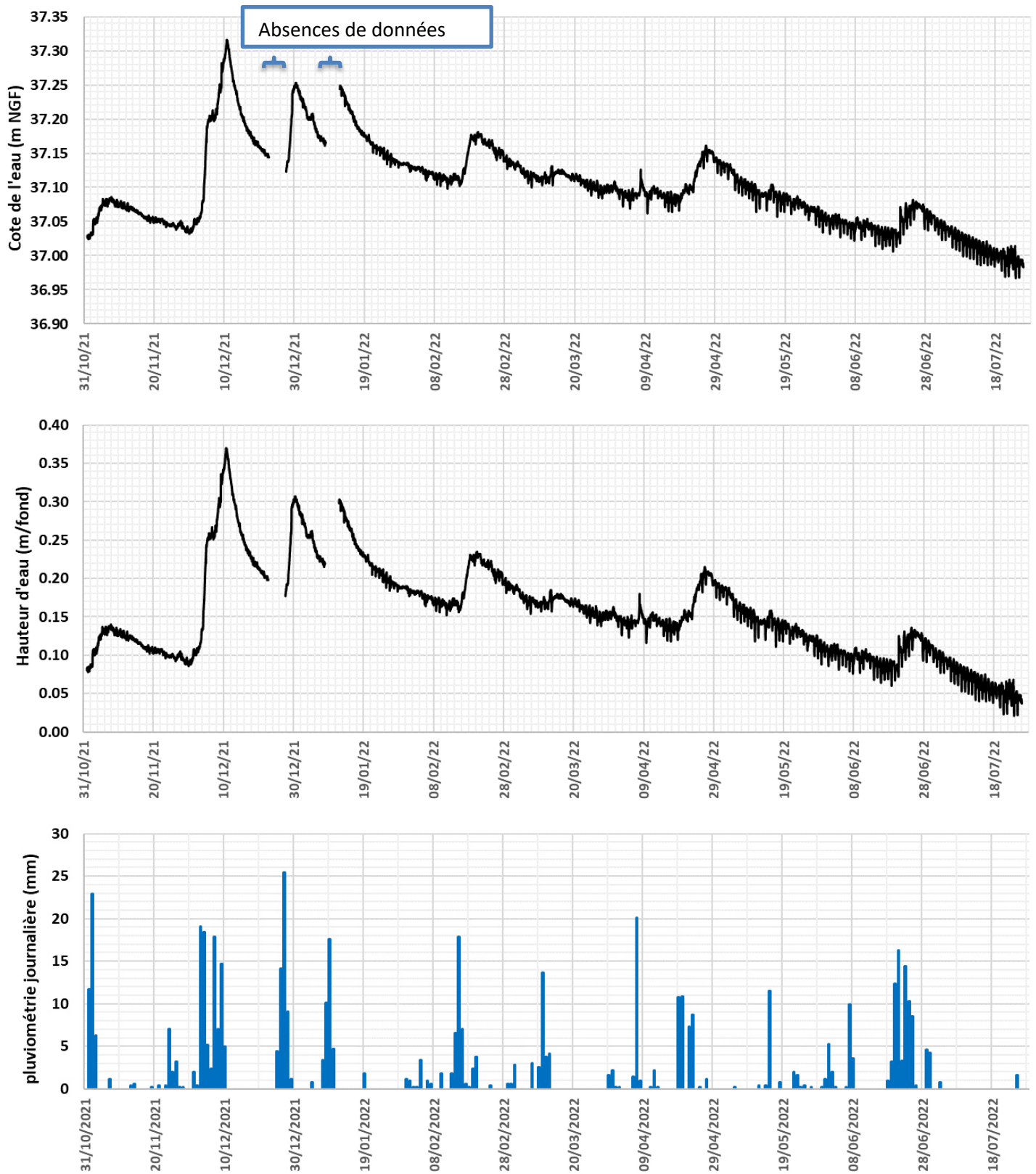
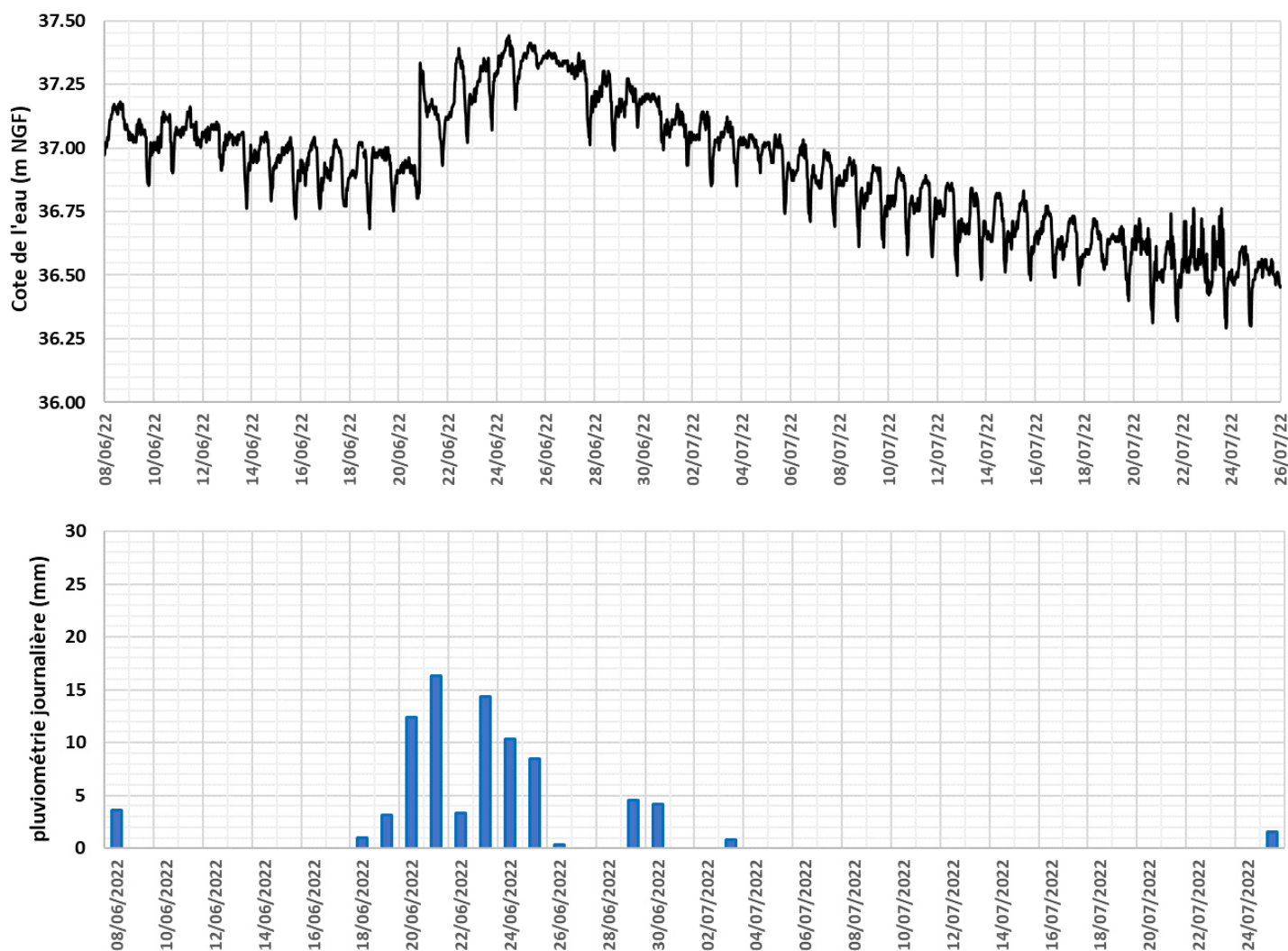


Figure 17 : Suivi limnimétrique du fossé agricole au niveau du BV 1 d'octobre 2021 à juillet 2022 (Réalisé par le SIBA)

Grâce au zoom du 8 juin au 26 juillet, hormis la réponse aux épisodes pluvieux, nous remarquons une dynamique journalière de la hauteur d'eau. Une baisse du niveau de 5 cm environ intervient en fin de journée puis le niveau remonte de 2-3 cm durant la nuit pour atteindre un plateau avant de finir sa remontée dans la journée et revenir à son état initial. Ce comportement est certainement en lien également avec des prélèvements au sein des parcelles agricoles. Sur la chronique totale, ce comportement devient observable à partir de la fin du mois de janvier 2022.



(3) Cirès Aval

Le suivi du Cirès à l'aval des fossés agricoles a démarré à partir du 12 juillet 2022. Le point n'ayant pas été nivelé, les données ne sont disponibles que sous la forme de la hauteur d'eau par rapport au lit du cours d'eau.

Lors de la dernière relève des données le 26 juillet 2022, le cours était à sec. Selon la chronique, le décrochement de niveau indiquant cette mise à sec se situerait le 24 juillet 2022. En amont, une baisse globale de l'ordre de 8 cm est observable entre le 12 juillet et le 24 juillet. Le plan d'eau au sein du Cirès est bien moins dynamique que celui des fossés agricoles.

Nous retrouvons toutefois le même phénomène que celui observé sur le fossé du BV 1 : une baisse en fin de journée de l'ordre de 3 cm et une remontée en cours de journée. Le plateau observé durant la nuit et en début de journée est difficilement identifiable sur le Cirès. Cette « dilution » du signal est à mettre en relation avec les apports en provenance d'autres fossés non soumis à l'activité agricole et aux apports de la nappe superficielle le long du Cirès, drainant selon la carte piézométrique (Cf. Figure 10).

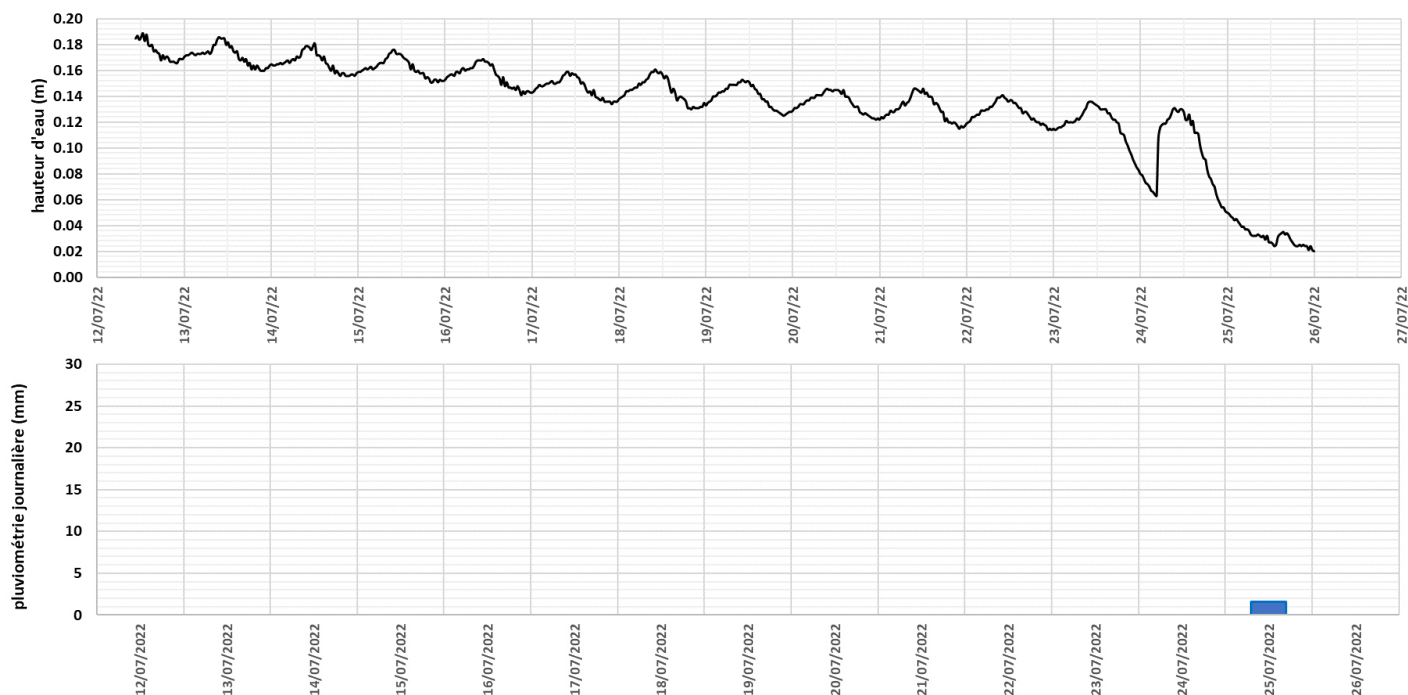


Figure 19 : Suivi limnimétrique du Cirès du 12 au 26 juillet 2022 (Réalisé par le SIBA)

La mise à sec du Cirès, au moment où l'on observe encore des écoulements sur le fossé du BV 1, traduit l'artificialisation des écoulements au sein de ce bassin versant. En effet, au sein d'un bassin versant naturel à géologie homogène et à pente douce, la mise en place des cours d'eau suit une logique arborescente avec une augmentation du débit vers l'aval et une diminution de la densité des affluents.

Ici, les fossés ont été mis en place, afin d'assainir des zones inondées en période de hautes eaux sans analyses du comportement de la nappe superficielle. De ce fait, certains fossés finissent par drainer les eaux en direction de zones où la nappe devient plus profonde, inversant donc la relation nappe-fossé avec une alimentation de la nappe superficielle par le fossé et une baisse de débit dans ce dernier. Ce phénomène, à défaut d'être mesuré par jaugeage différentiel, est bien visible en période d'étiage lors de l'arrêt des écoulements. Cette inversion de la relation nappe-fossé peut se faire à la faveur de la cassure topographique à la jonction des deux formations géologiques NF1 et NF2 analysée précédemment (Figure 20).

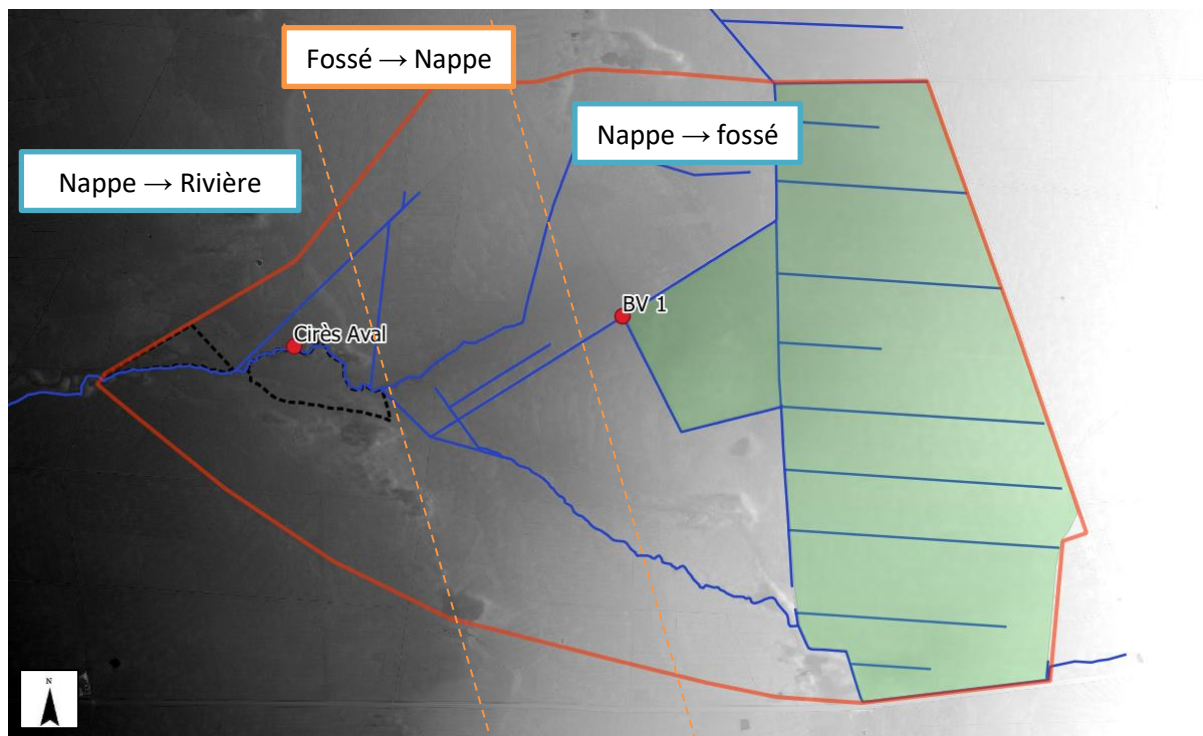


Figure 20 : Hypothèse concernant la relation nappe-fossé ou rivière sur le BV du Cirès

IV. METHODOLOGIES ET PROCESSUS

La méthodologie générale sur l'implantation des ZHTA est extraite du rapport suivant :

Tournebize J., et al. (2015). Guide technique à l'implantation des ZHTA (zones tampons humides artificielles) pour réduire les transferts de nitrates et de pesticides dans les eaux de drainage. Version 2.

L'objectif principal est de collecter le drainage en provenance des aires agricoles dans des zones favorables à l'autoépuration à long terme et dont le temps de résidence des eaux sera suffisant pour que des processus biogéochimiques puissent se mettre en place.

Pour que le temps de résidence soit suffisant, il faut :

- Des arrivées d'eau étalées dans le temps ;
- Une surface suffisante pour optimiser le volume d'eau et le contact sédiment/colonne d'eau, globalement une surface de 1% de la plaine agricole est proposée dans les références scientifiques ;
- Des débits de sortie maîtrisés en mettant en place un ajustement qui pourra être adapté à l'évolution climatique sur plusieurs années.

Les ZHTA ont un réel potentiel à réduire les transferts des contaminants d'origine agricole, mais cela doit toujours être accompagné d'une démarche plus globale basée sur la réduction des intrants au sein de la plaine agricole. En effet, les ZHTA seront tout de même limitées par leur propre capacité épuratoire. Une surcharge d'intrants (nutriments et pesticides) pourrait être néfaste à leur fonctionnement.

Il est important de limiter les ouvrages et les travaux, c'est-à-dire l'artificialisation. Il faut donc maximiser la rusticité des mesures. L'intervention humaine à posteriori doit être la plus faible possible, afin que la trajectoire écologique soit la plus autonome possible.

Deux types de gestion hydraulique peuvent être employées pour la gestion des pesticides et des nitrates par la mise en place de ZHTA :

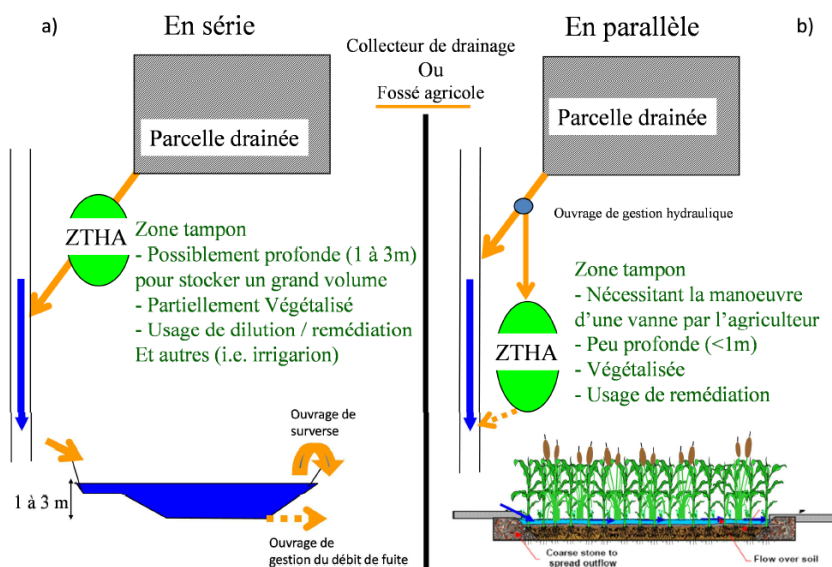


Figure 21 : Stratégie testée par l'IRSTEA, d'interception des eaux de drainage agricole (Tournebiz J., et al. (2015))

Généralement, les plus gros flux ont lieu consécutivement aux applications qui sont réalisées à la fin de l'automne et au début du printemps. Ce qui est le cas sur le secteur d'étude avec des concentrations globalement plus élevées à l'automne et au printemps (Figure 3). Dans ces conditions, un dispositif placé en parallèle de l'exutoire (soit d'un collecteur, soit d'un fossé) associé à une gestion hydraulique permettra d'intercepter les eaux les plus chargées lors de période aux débits globalement plus importants (à vérifier avec le suivi des débits).

L'implication de l'agriculteur pour la gestion de la vanne est essentielle, car il connaît précisément ses itinéraires techniques et donc les périodes les plus à risque. Cette configuration aura aussi un impact positif sur le nitrate, mais limité en raison des plus courtes périodes d'interception des eaux de drainage dans le temps.

Dans le cas où l'on cherche à réduire la concentration en nitrate, dont les flux ont lieu avec tous les écoulements de drainage, ce qui est également notre cas, la ZHTA pourra être prioritairement placée en continuité avec l'exutoire des collecteurs de drainage (stratégie dite en série). Dans ce cas, l'ensemble des eaux drainées transite dans la ZHTA. Cela signifierait un court-circuit total de l'amont hydraulique du Cirès. Dans le cas du maintien de la continuité hydraulique du Cirès avec la plaine agricole, la configuration en série serait moins efficace pour les pesticides en raison d'une dilution trop importante pendant les périodes de forts écoulements (hiver).

De plus, les ouvrages en série, nécessitant une plus importante profondeur présenteront, dans notre cas, de fortes contraintes techniques en raison de la nature encaissées du cours d'eau et des fossés et de l'importante masse de sable à déplacer. Rappelons que la migration piscicole doit être respectée.

Les processus de dépollution mis en jeux sont ici naturels : physique/chimique et biologique.

Pour les nitrates :

- absorption par les producteurs primaires,
- dénitrification biologique en condition hypoxiques et anaérobies.

Pour les pesticides, cela est variable en fonction des molécules. Il faut chercher à avoir un milieu qui présente divers processus afin de permettre la réduction de la plupart des pesticides :

- des conditions aérobie et anaérobie
- un milieu aéré et lumineux permettant la production de biomasse et sa dégradation (bonne capacité auto-épuratoire) ainsi eu la photo-dégradation et la biodégradation
- un milieu permettant la sédimentation et la croissance de végétaux

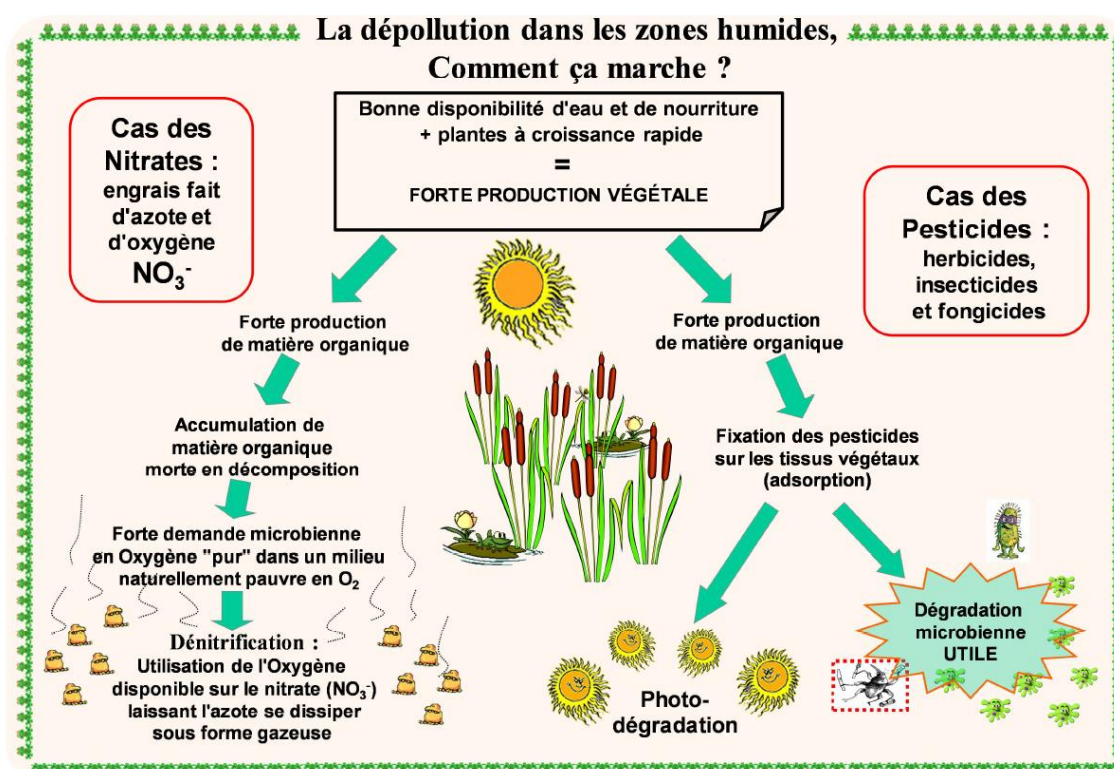


Figure 22 : Schéma des principales réactions dans une ZHTA (Tournebize J., et al. (2015))

Selon Kadlec et Wallace (2008)¹, un temps de séjour d'une semaine semble suffisant pour réduire de 50% la concentration initiale en nitrate. Ce temps est bien plus long pour les pesticides. Dans ce cas, la maximisation des surfaces et du nombre de ZHTA, ainsi que la maximisation du temps de séjour dans le Cirès et dans la plaine agricole sont autant de paramètres qui amélioreront l'abaissement des concentrations.

La mise en place de barrage en sortie de ZHTA permet toutefois de maîtriser au mieux ces débits, afin de garder la gestion sous contrôle dans un premier temps. Un suivi quantitatif et qualitatif permettrait de définir les modalités de gestion et de pérenniser le fonctionnement ou de revenir à l'état initial.

¹ Kadlec, R.H., Wallace, S.D., 2008. Treatment Wetlands, 2nd ed. CRC Press, Boca Raton, FL, p. 1016.

V. ELEMENTS DE REFLEXION PRELIMINAIRES

Pour rappel, GESOLIA ne sera pas responsable du choix définitif des solutions envisagées. Cette partie V a pour vocation de présenter des éléments de réflexion préliminaires, au vu des résultats de la mission préalable pour la faisabilité de la mise en place des ZHTA (au droit des parcelles de la CDC Biodiversité), présentés ci-avant.

La réflexion concernant la faisabilité de ZHTA dépend fortement de la profondeur de la nappe superficielle au niveau du bassin versant du Cirès. A proximité du cours d'eau du Cirès (au droit des parcelles de la CDC Biodiversité), elle a été relevée à une profondeur de $\approx 1,50-2,00$ m/sol, en juin 2022 en période de moyennes eaux, ce qui d'après la chronique de l'ouvrage BSS001XUCL implique les estimations suivantes :

- Une profondeur de $\approx 1,00-1,50$ m/sol en période de hautes eaux courantes,
- Une profondeur de $\approx 2,00-2,50$ m/sol en période basses eaux courantes.

Les suivis piézométriques en cours pourront valider ou corriger ces estimations.

Les axes de réflexion pour d'éventuelles actions à mener peuvent être hiérarchisées selon 3 étapes :

- A - Les actions hydrologique et hydrogéologique à mettre en place : volet quantitatif
 - Réflexion n°1 – ZHTA et nappe superficielle
 - Réflexion n°2 – ZHTA et imperméabilisation
- B - Les aménagements qui permettront la mise en place des processus chimiques et biologiques permettant l'abaissement des concentrations en nitrates et en pesticides
- C - Les modalités du suivi à mettre en place, afin de pouvoir justifier de l'efficacité des aménagements qui seront réalisés vis-à-vis des abaissements des flux de nitrates et de pesticides.

A. Volet quantitatif

Le but des actions concernant le volet quantitatif sera de pouvoir mettre en place des zones en eau avec des niveaux suffisamment hauts (0,5 à 1,0 m d'eau) sur une durée suffisamment longue (sur plusieurs mois) au sein des ZHTA = zones humides tampon artificielles. Il est conseillé de mettre en place au sein de ces ZHTA : 1,0 m de hauteur d'eau au printemps (fin de la période de hautes eaux) et à la fin de l'automne (début de la période de remontée des nappes, période de reprise des écoulements dans les crastes).

1. Réflexion n°1 – ZHTA et nappe superficielle

Actuellement, le niveau de la nappe superficielle est trop profond pour permettre la mise en place de ces ZHTA. **Ainsi, selon la réflexion n°1, il est nécessaire dans un premier temps de travailler sur une réhausse généralisée des niveaux de la nappe à l'échelle du bassin versant.**

Attention : Cette réhausse devra faire l'objet d'un suivi afin de ne pas recréer un contexte humide sur des zones trop étendues sur le plateau. Il est à noter que cela pourrait entraîner des pertes sylvicoles inacceptables et pourrait élever le risque inondation par débordement de nappe sur le secteur (notamment au niveau des habitations au Sud-Est). Une étude complémentaire concernant ces risques doit être réalisée avant de mettre en place les mesures suivantes.

a) Aménagement sur le Cirès

Pour travailler sur la réhausse généralisée des niveaux de nappe à l'échelle du bassin versant, un premier travail peut être réalisé sur le drain principal de cette nappe : le cours d'eau du Cirès. Cela peut passer par une réhausse du niveau d'eau du cours d'eau, et donc par un reprofilage et/ou aménagement du Cirès. Attention :

- les capacités de drainage en période humide doivent être conservées,
- la migration piscicole doit être maintenue (au niveau du cours d'eau du Cirès).

Un avis ou une étude émanant d'un bureau d'étude spécialisé en hydraulique fluviale devra être fourni pour garantir ces 2 points.

Note : Les dépressions topographiques répertoriés à proximité du cours d'eau du Cirès, souvent d'anciennes zones de passage de ce dernier, peuvent être utiles pour des éventuels travaux de reméandrage.

b) Nouvelles connexions hydrauliques

De manière additionnelle à cette première mesure, de nouvelles connexions hydrauliques peuvent être mises en place sur l'ensemble du bassin versant du Cirès afin de diversifier le chevelu et d'en augmenter le linéaire. Cela pourrait participer à la réhausse de la nappe sur l'ensemble du bassin versant et augmenter le temps de séjour des eaux.

Note : Attention, il faudra veiller à ne pas approfondir le réseau existant lors de la création de ces nouvelles connexions, qui doivent rester elles aussi, peu profondes.

c) Création de retenues entre la plaine agricole et le Cirès

En amont de la zone de migration piscicole et de la zone définie comme cours d'eau (du Cirès), il peut également être envisagé la mise en place de **barrages (modulables) permettant la retenue des eaux en tête du bassin versant (= plaine agricole)**. La mise en eau (voire montée en charge) des fossés agricoles par l'implantation de barrages en sortie de drains constituera une mesure complémentaire, en plus du reprofilage du Cirès, qui pourra probablement participer à la réhausse du niveau de la nappe, et à postériori pourra faciliter la mise en eau des ZHTA.

La mise en place d'un « by-pass » (surverse et/ou réouverture) au niveau de ces retenues, permettra la libre circulation des eaux en période de hautes eaux et/ou de fortes pluies, pour limiter le risque inondation (au niveau des plaines agricoles, des habitations en amont, etc...).

Note : GESOLIA propose en

Figure 23 des exemples de localisation de barrages de retenue pour illustrer les propos ci-dessus, mais n'est pas responsable du choix de la localisation de ces barrages. Une étude hydraulique est nécessaire à leur mise en place.

Cette mesure permettra également de mieux contrôler les sorties d'eau de drainage lors des périodes automnales et printanières, lorsque les débits peuvent être régulés (hors période de plus hautes eaux).

La réhausse des niveaux d'eau dans les fossés agricoles (et donc de la nappe) permettra de favoriser la mise en place des nouvelles connexions hydrauliques (proposées ci-dessus) en élevant la charge hydraulique à l'amont.

Lors des périodes de basses eaux, ces fossés peuvent également constituer de véritables bassins de stockages des eaux où se mettront en place les mêmes processus que ceux prévus dans les ZHTA.

Toutefois, ces processus auront une intensité moindre en raison de la morphologie de ces fossés. Ils ont en effet une faible largeur et une forte profondeur, ne privilégiant pas la surface par rapport à la profondeur.

Note : La diminution de la densité de pins, envisagée sur les parcelles de la CDC, semble être, pour l'instant, une action trop localisée.

Les actions (a, b, c), proposées ci-avant dans la réflexion n°1, ont pour objectif un impact plus généralisé sur le BV.

De plus, il faudrait conserver les 50% de coupes disponibles pour permettre la mise en place d'un éventuel bassin (cf. actions proposées ci-après) si la réhausse de la nappe est suffisante après la mise en place des mesures a, b, c. En effet, un décaissement sera probablement nécessaire pour mettre en place les ZHTA.

Note : Il n'est pas possible, en l'état actuel des données disponibles, de garantir :

- L'amplitude de réhausse de la nappe avec la mise en place des mesures a, b, c : il s'agit d'axes de travail,
- L'absence de conséquences sur les parcelles agricoles et voisines (cultures de pins, habitations au Sud-Est).

Les mesures a, b et de c de la réflexion n°1 (envisagées pour essayer de rehausser la nappe dans le secteur du Cirès) devront faire l'objet d'un suivi, afin de ne pas recréer un contexte humide sur des zones trop étendues sur le plateau. Il a été vu que cela pourrait entraîner des pertes sylvicoles inacceptables et pourrait élever le risque inondation par débordement de nappe sur le secteur (notamment au niveau des habitations au Sud-Est). Une étude complémentaire concernant ces risques doit être réalisée avant de mettre en place les mesures suivantes.

d) Choix des ZHTA à planter

A ce stade la réflexion n°1 (après les étapes a, b et c), un nouvel état des lieux devra être réalisé et permettra de définir les nouvelles opportunités pour l'implantations des ZHTA.

(1) A proximité du Cirès

La mise en place de ZHTA aux abords directs du cours d'eau dépendra de la capacité à rehausser le cours d'eau. Les profondeurs de nappe à ses abords sont pour l'instant très importantes. Toutefois, la proximité avec le cours d'eau limite les battements de la nappe. Un décaissement plus important est donc nécessaire pour atteindre la nappe à proximité du Cirès ; cependant, le niveau d'eau dans la ZHTA sera plus stable dans le temps.

Ces ZHTA à proximité du Cirès pourront être alimentées par dérivation des eaux du Cirès (en parallèle). Il faudra veiller à ne pas perturber la migration piscicole. Il pourra être choisi de créer une sortie en direction du Cirès ou de créer une impasse hydraulique (sortie par infiltration des eaux vers l'aval hydrogéologique).

Dans le cas de la mise en place d'une ZHTA sur un substrat sableux avec peu de matière organique, un délai important pour la mise en place des processus chimique et biologique devra être considéré (sur plusieurs cycles hydrologiques avec plusieurs phases d'eutrophisation).

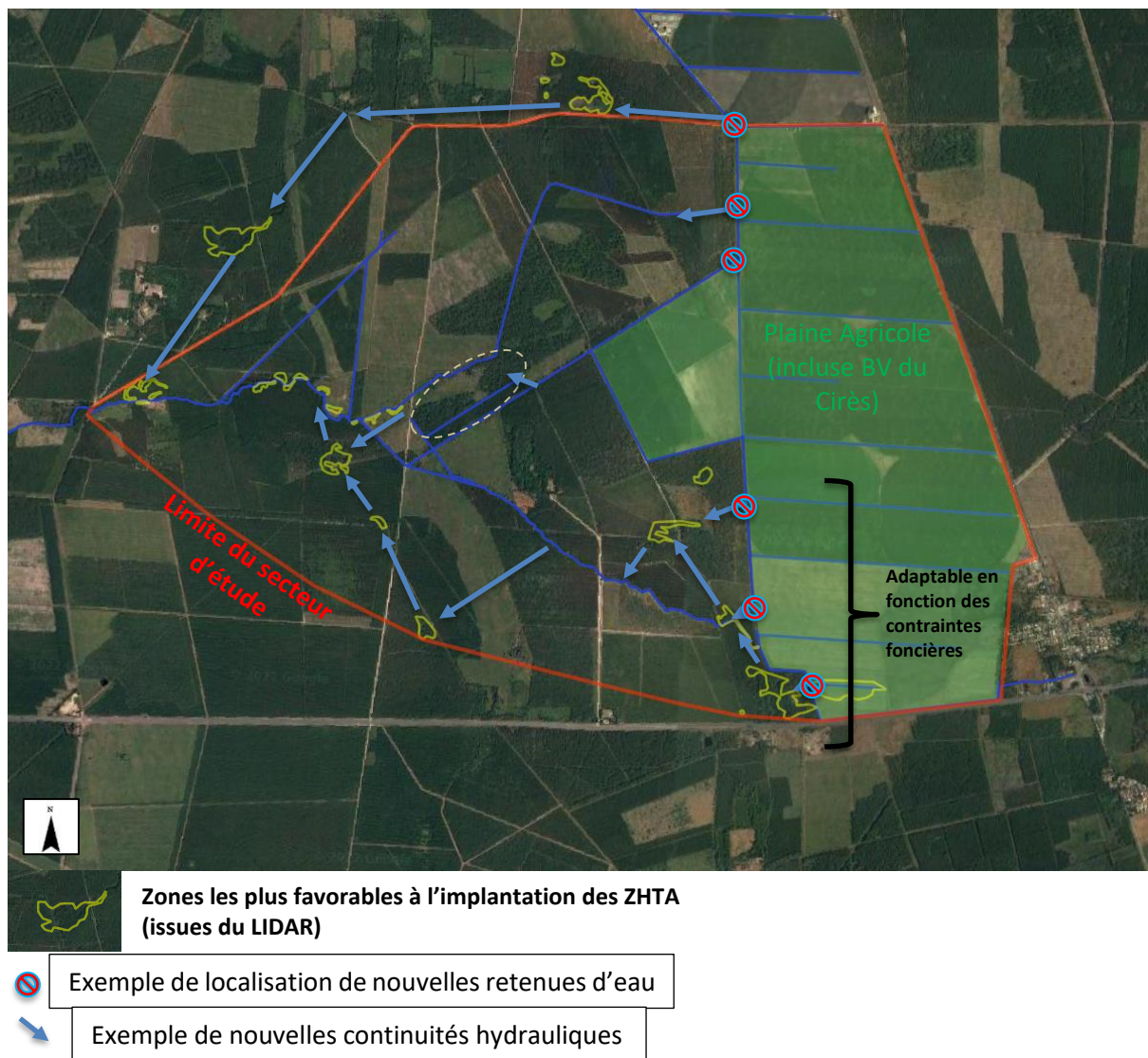


Figure 23 : Possibilités de mise en place de ZHTA et d'aménagements sur le bassin versant du Cirès. Exemples de localisation de nouvelles retenues d'eau au niveau des fossés agricoles et de nouvelles continuités hydrauliques à mettre en place, selon la réflexion n°1

(2) Sur le reste du bassin versant

Comme vu ci-avant, il peut également être envisagé la mise en eau d'anciennes zones humides (cartographiées et décrites dans l'étude archéo-géographiques), existantes en tête de bassin versant (=plus éloignées du cours d'eau du Cirès -> cf.

Figure 23). Ces zones sont plus favorables à la mise en place des ZHTA car :

- elles sont éloignées du cours d'eau du Cirès (=drain principal de la nappe) et donc sont implantées au droit de zones où la nappe est susceptible d'être moins profonde (surtout après la mise en place des mesures a, b et c) ;
- elles présentent des sols riches en matière organique du fait de leur fonctionnement passé. Ce sont des zones favorables à la mise en place de processus biogéochimiques intéressants.

S'il est envisagé de remettre en eau ces anciennes zones humides (objectif de 1,00 m de hauteur d'eau au printemps et en automne) :

- de nouvelles connexions hydrauliques pourront être établies depuis le réseau superficiel vers ces futurs ZHTA,
- des légers décaissements devront probablement être réalisés sur ces zones (avec conservation des horizons superficiels) pour atteindre le niveau de la nappe superficielle (au printemps/automne) si la rehausse de la nappe (mesures a, b et c) n'est pas suffisante.

Sur l'aire d'étude, les surfaces cumulées des zones favorables à la mise en place de ZHTA représentent 196 152 m² en totalité soit 19,6 ha. La plaine agricole sur le bassin versant du Cirès représente 6 693 511 m² soit 669 ha. La surface potentiellement mobilisable avec notre analyse représente donc 2,9% de la plaine agricole.

Quelques soient les zones cibles pour l'implantation des ZHTA, elles devront être équipées de piézomètre pour définir la faisabilité de l'opération et les décaissements nécessaires. Les parcelles de la CDC sont déjà équipées grâce aux piézomètres mis en place.

Note : Compte tenu du battement général de la nappe estimé à 1,00-1,50 m dans le secteur, il est possible que les niveaux d'eau soient trop bas en période estivale pour maintenir en eau les zones humides toute l'année.

2. Réflexion n°2 – ZHTA et imperméabilisation

Au vu :

- de la nécessité d'un travail de rehausse de nappe au niveau du bassin versant dans la réflexion n°1, qui correspond à un travail de grande échelle, très fastidieux, et qui demande des études complémentaires pour confirmer l'absence de risque d'inondation (au niveau des parcelles sylvicoles voisines, de la plaine agricole et des habitations au Sud-Est),
- des délais à respecter pour le projet RéZHiience (3 ans au total),

une deuxième réflexion peut-être envisagée, pour permettre la réalisation de l'objectif principal : la mise en place de zones tampons (plan d'eau et/ou zones humides) pouvant permettre l'amélioration de la qualité des eaux d'un affluent du bassin d'Arcachon : le Cirès.

En effet, il peut être envisagé d'étudier, au niveau des parcelles de la CDC Biodiversité à proximité du Cirès, s'il est possible de réaliser des zones tampons imperméables. Ces zones tampons imperméables pourront être alimentées par dérivation des eaux du Cirès (en parallèle). Il faudra veiller à ne pas perturber la migration piscicole. Il pourra être choisi de créer une sortie en direction du Cirès ou d'envoyer les eaux dans une autre zone réceptacle, non imperméable (=infiltration dans une impasse hydraulique).

Dans le cas de la mise en place d'une zone tampon imperméable, avec peu de matière organique initialement, un délai important pour la mise en place des processus chimiques et biologiques devra être considéré (sur plusieurs cycles hydrologiques avec plusieurs phases d'eutrophisation).

Cette réflexion n°2 nécessite :

- une étude technique pour faire en sorte de rendre ces zones tampons imperméables (argile, géomembrane, etc...),
- une étude topographique/VRD pour vérifier la faisabilité de la dérivation du Cirès et de la mise en eau gravitaire de ces zones tampons imperméables,
- vraisemblablement un décaissement assez important de cette zone tampon (pour récupérer gravitairement les eaux du Cirès, cf. point ci-avant).

Ces ZHTA imperméables seraient mises en eau uniquement par les eaux superficielles (et non par la nappe comme présenté dans la réflexion n°1).

Les études préalables à réaliser et la mise en place de telles ZHTA imperméables peuvent également être des actions fastidieuses, mais à plus petite échelle, et avec moins de risque d'inondation de l'amont du bassin versant (parcelles sylvicoles voisines, plaine agricole et habitations au Sud-Est).

B. Volet qualitatif

Une fois le volet quantitatif abouti (quel que soit la réflexion n°1 ou n°2 envisagée), **les ZHTA devront faire l'objet de mesure d'entretien et de gestion** afin de pouvoir pleinement exprimer leur rôle dans l'abaissement des flux de nitrates et de pesticides sur le bassin versant.

L'efficacité du traitement dépendra **des potentialités biogéochimiques** (existantes si la solution des anciennes zones humides est choisie) et **du temps de résidence**. Compte tenu des incertitudes sur les hauteurs d'eau, les niveaux de nappe et la méconnaissance des débits qui transiteront dans chaque ZHTA, cette analyse ne peut être faite en l'état actuel de nos connaissances. Une étude complémentaire devra être réalisée pour approfondir ce point (une fois la localisation et les caractéristiques des ZHTA déterminés).

Dans la mesure où le temps de résidence des eaux doit y être suffisamment long (plusieurs semaines), **les sorties peuvent être équipées de retenues légères modulables** (simples surverses) afin de pouvoir agir sur ce paramètre de façon simple.

La végétalisation et la mise en place de méandres au sein des ZHTA seront des mesures complémentaires intéressantes d'autant plus que les débits y seront plus faibles. Cette mesure permettra de faire augmenter la surface de contact entre les sédiments et la colonne d'eau, favorisant les processus biogéochimiques responsables de la diminution des concentrations en nitrates (assimilation puis sédimentation et dénitrification).

Le maintien d'une colonne d'eau suffisamment développée (0,5 à 1,0 m) favorisera une aération du milieu permettant ainsi :

- d'éviter une eutrophisation complète du milieu,
- de stimuler les réactions de fixations et de photo dégradations des pesticides.

Cela va de pair avec le maintien d'un milieu ouvert, aéré et ensoleillé.

C. Contrôle de l'efficacité des mesures

Afin de justifier de l'efficacité des opérations qui seront réalisées, il convient de dresser, dans un premier temps, un état des lieux des flux d'azote et de pesticides à l'état initial. Pour cela, des **prélèvements réguliers doivent être mis en relation avec un suivi des débits** (courbe de tarage en cours). Le calcul des flux à partir des concentrations normalisées par les débits constitueront un point de départ.

Définir des valeurs caractéristiques des paramètres pour le Cirès en utilisant une normalisation par le débit. La formule est la suivante :

$$\bar{C} = \left[\sum_{i=1}^n C_i Q_i \right] / \left[\sum_{i=1}^n Q_i \right]$$

\bar{C} est la moyenne pondérée de la concentration d'un élément pour le Cirès, C_i est la concentration instantanée associée à un échantillon et Q_i est le débit instantané pour chaque prélèvement. Cette concentration moyenne pondérée est ensuite multipliée par le débit total sur la période étudiée afin de déterminer le flux de l'élément considéré (Meybeck et Ragu, 1997; Walling et Webb, 1985²). Les valeurs caractéristiques ainsi obtenues servent pour le calcul des bilans de matières sur le bassin versant.

Il faudra calculer \bar{C} après la mise en place :

- Des mesures 1,2 et 3,
- De la mise en place des ZHTA (4),

et les comparer avec \bar{C} de l'état initial pour déterminer l'efficacité des mesures mises en place.


Il est donc important de réaliser les mesures de concentration de manière régulière, sans interruption et de suivre les débits en continu : avant, pendant et après la mise en place des ZHTA.

Pour rappel, GESOLIA ne sera pas responsable du choix définitif des solutions envisagées. Cette partie V a pour vocation de présenter des éléments de réflexion préliminaires, au vu des résultats de la mission préalable pour la faisabilité de la mise en place des ZHTA (au droit des parcelles de la CDC Biodiversité).

Selon le choix du SIBA vis-à-vis des axes de réflexion pour d'éventuelles actions à mener, il devra être acquis de nouvelles données in-situ pour évaluer leur faisabilité.

² Meybeck, M., Ragu, A., 1997. Presenting the GEMS-GLORI, a compendium of world river discharge to the oceans. In: Freshwater Contamination. Rabat.. vol 243. p 3-14

Walling, D.E., Webb, B.W., 1985. Estimating the discharge of contaminants to coastal waters by rivers: Some cautionary comments. Mar. Pollut. Bull. 16, 488-492.


	COUPE LITHOLOGIQUE	Sondage S1
Dossier n° 22.015a-V1	Projet RésZHilience Porteur du projet : SIBA	

Date de réalisation du sondage	14-juin-22
Type de reconnaissance	Pelle mécanique
Cote sol orifice LIDAR	+ 32.3 mNGF

	Profondeur (m/sol)	Cote (m _{NGF})	Epaisseur (m)	Faciès
0,00 m			0.50	Sable gris à noirâtre
0,50 m	0.50	+31.8	0.60	Sable gris à beige
1,00 m	1.10	+31.2	0.60	horizon aliotique noirâtre à marron peu induré
1,50 m	1.70	+30.6	0.30	Sable beige à traces ocres et noirâtres
2,00 m	2.00	+30.3		

1,90 m


Observations	
Arrêt du sondage	éboulement
Type de venue d'eau	Nappe superficielle
Niveau d'eau	1,90 m/sol - 30,40 m NGF
Pas d'équipement	Rebouché en fin de reconnaissance

	COUPE LITHOLOGIQUE	Sondage S2
Dossier n° 22.015a-V1	Projet RésZHilience Porteur du projet : SIBA	

Date de réalisation du sondage	14-juin-22
Type de reconnaissance	Pelle mécanique
Cote sol orifice LIDAR	+ 32.7 mNGF

	Profondeur (m/sol)	Cote (m _{NGF})	Epaisseur (m)	Faciès
0,00 m			0.50	Sable gris à noirâtre
0,50 m	0.50	+32.2	0.70	horizon aliotique marron induré
1,00 m	1.20	+31.5	0.80	Sable beige à traces ocres et noirâtres
1,50 m				
1,80 m				
2,00 m	2.00	+30.7		

Observations	
Arrêt du sondage	éboulement
Type de venue d'eau	Nappe superficielle
Niveau d'eau	1,80 m/sol - 30,90 m NGF
Pas d'équipement	Rebouché en fin de reconnaissance


	COUPE LITHOLOGIQUE	Sondage S3
Dossier n° 22.015a-V1	Projet RésZHilience Porteur du projet : SIBA	

Date de réalisation du sondage	14-juin-22
Type de reconnaissance	Pelle mécanique
Cote sol orifice LIDAR	+ 33.5 mNGF

	Profondeur (m/sol)	Cote (m _{NGF})	Epaisseur (m)	Faciès
0,00 m			0.40	Sable gris à noirâtre
	0.40	+33.1		
0,50 m	0.60	+32.9	0.20	horizon aliotique marron peu induré
			1.40	Sable beige à traces ocres et noirâtres
1,00 m				
1,50 m				
	2.00	+31.5		
2,00 m				

1,70 m

Observations	
Arrêt du sondage	éboulement
Type de venue d'eau	Nappe superficielle
Niveau d'eau	1,70 m/sol - 31,80 m NGF
Pas d'équipement	Rebouché en fin de reconnaissance


	COUPE LITHOLOGIQUE	Sondage S4
Dossier n° 22.015a-V1	Projet RésZHilience Porteur du projet : SIBA	

Date de réalisation du sondage	14-juin-22
Type de reconnaissance	Pelle mécanique
Cote sol orifice LIDAR	+ 33.2 mNGF

	Profondeur (m/sol)	Cote (m _{NGF})	Epaisseur (m)	Faciès
0,00 m			0.50	Sable gris à noirâtre
0,50 m	0.50	+32.7	0.50	horizon aliotique marron induré
1,00 m	1.00	+32.2		
1,50 m			1.00	Sable beige à traces ocres et noirâtres
2,00 m	2.00	+31.2		

1,50 m


Observations	
Arrêt du sondage	éboulement
Type de venue d'eau	Nappe superficielle
Niveau d'eau	1,50 m/sol - 31,70 m NGF
Pas d'équipement	Rebouché en fin de reconnaissance

	COUPE LITHOLOGIQUE	Sondage S5
Dossier n° 22.015a-V1	Projet RésZHilience Porteur du projet : SIBA	

Date de réalisation du sondage	14-juin-22
Type de reconnaissance	Pelle mécanique
Cote sol orifice LIDAR	+ 33.5 mNGF

	Profondeur (m/sol)	Cote (m _{NGF})	Epaisseur (m)	Faciès
0,00 m			0.50	Sable gris à noirâtre
0,50 m	0.50	+33	0.70	horizon aliotique marron induré
1,00 m	1.20	+32.3	0.80	Sable beige à traces ocres et noirâtres + lignites
1,50 m				
1,60 m				
2,00 m	2.00	+31.5		


Observations	
Arrêt du sondage	éboulement
Type de venue d'eau	Nappe superficielle
Niveau d'eau	1,60 m/sol - 31,90 m NGF
Pas d'équipement	Rebouché en fin de reconnaissance

	COUPE LITHOLOGIQUE	Sondage S6
Dossier n° 22.015a-V1	Projet RésZHilience Porteur du projet : SIBA	

Date de réalisation du sondage	14-juin-22
Type de reconnaissance	Pelle mécanique
Cote sol orifice LIDAR	+ 33.8 mNGF

	Profondeur (m/sol)	Cote (m _{NGF})	Epaisseur (m)	Faciès
0,00 m			0.60	Sable gris à noirâtre
0,50 m	0.60	+33.2		
			0.50	horizon aliotique noir puis marron induré
1,00 m	1.10	+32.7		
			0.90	Sable beige à traces ocres et noirâtres
1,50 m				
1,80 m				
2,00 m	2.00	+31.8		


Observations	
Arrêt du sondage	éboulement
Type de venue d'eau	Nappe superficielle
Niveau d'eau	1,80 m/sol - 32,00 m NGF
Pas d'équipement	Rebouché en fin de reconnaissance

	COUPE LITHOLOGIQUE	Sondage S7
Dossier n° 22.015a-V1	Projet RésZHilience Porteur du projet : SIBA	

Date de réalisation du sondage	14-juin-22
Type de reconnaissance	Pelle mécanique
Cote sol orifice LIDAR	+ 33.3 mNGF

	Profondeur (m/sol)	Cote (m _{NGF})	Epaisseur (m)	Faciès
0,00 m				
	0.30	+33	0.30	Sable gris à noirâtre
0,50 m	0.50	+32.8	0.20	horizon aliotique marron induré
1,00 m			1.00	Sable beige à traces ocres et noirâtres
1,20 m				
1,50 m	1.50	+31.8		


Observations	
Arrêt du sondage	éboulement
Type de venue d'eau	Nappe superficielle
Niveau d'eau	1,20 m/sol - 32,10 m NGF
Pas d'équipement	Rebouché en fin de reconnaissance

	COUPE LITHOLOGIQUE	Sondage S8
Dossier n° 22.015a-V1	Projet RésZHilience Porteur du projet : SIBA	

Date de réalisation du sondage	14-juin-22
Type de reconnaissance	Pelle mécanique
Cote sol orifice LIDAR	+ 34.4 mNGF

	Profondeur (m/sol)	Cote (m _{NGF})	Epaisseur (m)	Faciès
0,00 m	0.30	+34.1	0.30	Sable gris à noirâtre
0,50 m	0.60	+33.8	0.30	horizon aliotique marron induré
1,00 m	1.40	+33	0.80	Sable beige à traces ocres et noirâtres
1,50 m	1.50	+32.9	0.10	sable marron
1,70 m	2.00	+32.4	0.50	Sable grossier beige (odeur soufre)
2,00 m				

Observations	
Arrêt du sondage	éboulement
Type de venue d'eau	Nappe superficielle
Niveau d'eau	1,70 m/sol - 32,70 m NGF
Pas d'équipement	Rebouché en fin de reconnaissance


	COUPE LITHOLOGIQUE	Sondage S9
Dossier n° 22.015a-V1	Projet RésZHilience Porteur du projet : SIBA	

Date de réalisation du sondage	14-juin-22
Type de reconnaissance	Pelle mécanique
Cote sol orifice LIDAR	+ 33.6 mNGF

	Profondeur (m/sol)	Cote (m _{NGF})	Epaisseur (m)	Faciès
0,00 m				
	0.30	+33.3	0.30	Sable gris à noirâtre
0,50 m	0.50	+33.1	0.20	horizon aliotique marron induré
			0.50	Sable beige à traces ocres et noirâtres
1,00 m	1.00	+32.6		
			0.50	Sable grossier beige (odeur soufre)
1,50 m	1.50	+32.1		

1,40 m

Observations	
Arrêt du sondage	éboulement
Type de venue d'eau	Nappe superficielle
Niveau d'eau	1,40 m/sol - 32,20 m NGF
Pas d'équipement	Rebouché en fin de reconnaissance

	COUPE LITHOLOGIQUE	Sondage S10
Dossier n° 22.015a-V1	Projet RésZHilience Porteur du projet : SIBA	

Date de réalisation du sondage	14-juin-22
Type de reconnaissance	Pelle mécanique
Cote sol orifice LIDAR	+ 33.8 mNGF

	Profondeur (m/sol)	Cote (m _{NGF})	Epaisseur (m)	Faciès
0,00 m				
	0.30	+33.5	0.30	Sable gris à noirâtre
0,50 m	0.60	+33.2	0.30	horizon aliotique marron induré
	1.10	+32.7	0.50	Sable beige à traces ocres et noirâtres
1,00 m	1.40	+32.4	0.30	Sable noirâtre
1,50 m	1.80	+32	0.40	Sable grisâtre
2,00 m				

1,60 m


Observations	
Arrêt du sondage	éboulement
Type de venue d'eau	Nappe superficielle
Niveau d'eau	1,60 m/sol - 32,20 m NGF
Pas d'équipement	Rebouché en fin de reconnaissance

	COUPE LITHOLOGIQUE	Sondage S11
Dossier n° 22.015a-V1	Projet RésZHilience Porteur du projet : SIBA	

Date de réalisation du sondage	14-juin-22
Type de reconnaissance	Pelle mécanique
Cote sol orifice LIDAR	+ 33.5 mNGF


	Profondeur (m/sol)	Cote (m _{NGF})	Epaisseur (m)	Faciès
0,00 m			0.60	Sable gris à noirâtre
0,50 m	0.60	+32.9		
	0.90	+32.6	0.30	horizon aliotique marron induré
1,00 m	1.10	+32.4	0.20	Sable beige à traces ocres et noirâtres
	1.30	+32.2	0.20	Limons argileux bariolés beige/ore à traces noirâtres
1,50 m			0.70	Sable beige grossier
1,70 m				
2,00 m	2.00	+31.5		

Observations	
Arrêt du sondage	éboulement
Type de venue d'eau	Nappe superficielle
Niveau d'eau	1,70 m/sol - 31,80 m NGF
Pas d'équipement	Rebouché en fin de reconnaissance


	COUPE LITHOLOGIQUE	Sondage S12
Dossier n° 22.015a-V1	Projet RésZHilience Porteur du projet : SIBA	

Date de réalisation du sondage	14-juin-22
Type de reconnaissance	Pelle mécanique
Cote sol orifice LIDAR	+ 34.2 mNGF

	Profondeur (m/sol)	Cote (m _{NGF})	Epaisseur (m)	Faciès
0,00 m	0.30	+33.9	0.30	Sable gris à noirâtre
0,50 m	0.60	+33.6	0.30	horizon aliotique marron peu induré
1,00 m	1.30	+32.9	0.70	Sable beige à traces ocres et noirâtres
1,50 m	1.70	+32.5	0.40	Lignites
2,00 m	2.00	+32.2	0.30	Sable gris grossier

 1,90 m

Observations	
Arrêt du sondage	éboulement
Type de venue d'eau	Nappe superficielle
Niveau d'eau	1,90 m/sol - 32,30 m NGF
Pas d'équipement	Rebouché en fin de reconnaissance

	COUPE LITHOLOGIQUE	Sondage S13
Dossier n° 22.015a-V1	Projet RésZHilience Porteur du projet : SIBA	

Date de réalisation du sondage	14-juin-22
Type de reconnaissance	Pelle mécanique
Cote sol orifice LIDAR	+ 34.1 mNGF

	Profondeur (m/sol)	Cote (m _{NGF})	Epaisseur (m)	Faciès
0,00 m				
			0.70	Sable gris à noirâtre
0,50 m	0.70	+33.4		
			0.30	horizon aliotique marron peu induré
1,00 m	1.00	+33.1		
			0.50	Sable beige à ocre
1,50 m	1.50	+32.6		
			0.50	Sable blanchâtre grossier
1,80 m	1.80			
2,00 m	2.00	+32.1		

Observations	
Arrêt du sondage	éboulement
Type de venue d'eau	Nappe superficielle
Niveau d'eau	1,80 m/sol - 32,30 m NGF
Pas d'équipement	Rebouché en fin de reconnaissance

	COUPE LITHOLOGIQUE	Sondage S14
Dossier n° 22.015a-V1	Projet RésZHilience <i>Porteur du projet : SIBA</i>	

Date de réalisation du sondage	14-juin-22
Type de reconnaissance	Pelle mécanique
Cote sol orifice LIDAR	+ 34.4 mNGF

	Profondeur (m/sol)	Cote (m _{NGF})	Epaisseur (m)	Faciès
0,00 m				
	0.30	+34.1	0.30	Sable gris à noirâtre
0,50 m	0.70	+33.7	0.40	horizon aliotique marron peu induré
1,00 m	1.30	+33.1	0.60	Sable beige à ocre
	1.40	+33	0.10	Sable noirâtre avec lignites
1,50 m			0.60	Sable marron
2,00 m	2.00	+32.4		


Observations	
Arrêt du sondage	éboulement
Type de venue d'eau	Nappe superficielle
Niveau d'eau	2,00 m/sol - 32,40 m NGF
Pas d'équipement	Rebouché en fin de reconnaissance

	COUPE LITHOLOGIQUE	Sondage S15
Dossier n° 22.015a-V1	Projet RésZHilience <i>Porteur du projet : SIBA</i>	

Date de réalisation du sondage	14-juin-22
Type de reconnaissance	Pelle mécanique
Cote sol orifice LIDAR	+ 34.9 mNGF

	Profondeur (m/sol)	Cote (m _{NGF})	Epaisseur (m)	Faciès
0,00 m			0.60	Sable gris à noirâtre
0,50 m	0.60	+34.3		
	0.90	+34	0.30	horizon aliotique marron peu induré
1,00 m			0.40	Sable beige à traces ocres
	1.30	+33.6		
1,50 m			0.70	Sable marron à beige
1,90 m				
2,00 m	2.00	+32.9		

Observations	
Arrêt du sondage	éboulement
Type de venue d'eau	Nappe superficielle
Niveau d'eau	1,90 m/sol - 33,00 m NGF
Pas d'équipement	Rebouché en fin de reconnaissance


	COUPE LITHOLOGIQUE	Sondage S16
Dossier n° 22.015a-V1	Projet RésZHilience Porteur du projet : SIBA	

Date de réalisation du sondage	14-juin-22
Type de reconnaissance	Pelle mécanique
Cote sol orifice LIDAR	+ 34.8 mNGF

	Profondeur (m/sol)	Cote (m _{NGF})	Epaisseur (m)	Faciès
0,00 m			0.60	Sable gris à noirâtre
0,50 m	0.60	+34.2		
	0.90	+33.9	0.30	horizon aliotique marron induré
1,00 m			0.60	Sable beige à traces ocres
1,50 m	1.50	+33.3		
	2.00	+32.8	0.50	Sable beige
2,00 m				

1,90 m


Observations	
Arrêt du sondage	éboulement
Type de venue d'eau	Nappe superficielle
Niveau d'eau	1,90 m/sol - 32,90 m NGF
Pas d'équipement	Rebouché en fin de reconnaissance

	COUPE LITHOLOGIQUE	Sondage S17
Dossier n° 22.015a-V1	Projet RésZHilience Porteur du projet : SIBA	

Date de réalisation du sondage	14-juin-22
Type de reconnaissance	Pelle mécanique
Cote sol orifice LIDAR	+ 34.9 mNGF

	Profondeur (m/sol)	Cote (m _{NGF})	Epaisseur (m)	Faciès
0,00 m			0.40	Sable gris à noirâtre
	0.40	+34.5		
0,50 m			0.30	horizon aliotique marron induré
	0.70	+34.2		
			0.40	Sable beige à ocre
1,00 m	1.10	+33.8		
	1.20	+33.7	0.10	Sable marron
			0.80	Sable beige
1,50 m				
2,00 m	2.00	+32.9		


Observations	
Arrêt du sondage	éboulement
Type de venue d'eau	Nappe superficielle
Niveau d'eau	2,00 m/sol - 32,90 m NGF
Pas d'équipement	Rebouché en fin de reconnaissance

	COUPE LITHOLOGIQUE	Sondage S18
Dossier n° 22.015a-V1	Projet RésZHilience Porteur du projet : SIBA	

Date de réalisation du sondage	14-juin-22
Type de reconnaissance	Pelle mécanique
Cote sol orifice LIDAR	+ 35.3 mNGF

	Profondeur (m/sol)	Cote (m _{NGF})	Epaisseur (m)	Faciès
0,00 m				
	0.40	+34.9	0.40	Sable gris à noirâtre
0,50 m				
	0.80	+34.5	0.40	horizon aliotique marron induré
1,00 m				
	1.10	+34.2	0.30	Sable ocre
	1.30	+34	0.20	Sable argileux bariolé gris/ocre
1,50 m				
			0.80	Sable beige à ocre
2,00 m				
	2.10	+33.2		

Observations	
Arrêt du sondage	éboulement
Type de venue d'eau	Nappe superficielle
Niveau d'eau	2,10 m/sol - 33,20 m NGF
Pas d'équipement	Rebouché en fin de reconnaissance

	COUPE LITHOLOGIQUE	Sondage S19
Dossier n° 22.015a-V1	Projet RésZHiience Porteur du projet : SIBA	

Date de réalisation du sondage	14-juin-22
Type de reconnaissance	Pelle mécanique
Cote sol orifice LIDAR	+ 35.5 mNGF

	Profondeur (m/sol)	Cote (m _{NGF})	Epaisseur (m)	Faciès
0,00 m			0.60	Sable gris à noirâtre
0,50 m	0.60	+34.9		
	0.90	+34.6	0.30	horizon aliotique marron induré
1,00 m				
1,50 m			1.10	Sable marron
2,00 m	2.00	+33.5		

1,60 m

Observations	
Arrêt du sondage	éboulement
Type de venue d'eau	Nappe superficielle
Niveau d'eau	1,60 m/sol - 33,90 m NGF
Pas d'équipement	Rebouché en fin de reconnaissance