

Rapport d'étude - Diagnostic et prescriptions

St-Malo (35) – Juin 2025

*ZAC de la Houssaye –
Étude hydrogéologique de la zone humide*



iao
senn

VILLE DE
Saint-malo

Demandeur

La **commune de St-Malo**, dans le cadre de l'aménagement de la ZAC de la Houssaye, a souhaité initier une étude permettant de comprendre le fonctionnement de la zone humide situé au cœur du périmètre de projet. Ce rapport vise donc à restituer le diagnostic de la zone humide et du cours d'eau qui la traverse et à formuler un ensemble de prescriptions à prendre en compte dans le cadre de l'aménagement de la ZAC.

Rédacteur du dossier

La rédaction de ce rapport a été assurée par **iao senn** :

29 rue de Chantepie

35770 Vern-sur-Seiche

Tel : 02 23 62 38 43

Mail : contact@iaosenn.fr

Référent interne : Anthony Pronier

Groupement d'étude

Cette étude a été menée par le groupement suivant :

- **iao senn** : mandataire, en charge des volets « hydraulique » - « hydromorphologie » - « lien avec la ZAC »
- **Soler IDE** : co-traitant, en charge du volet « hydrogéologique »
- **Ekoam** : co-traitant, en charge du volet « biodiversité »



Table des matières

Demandeur	2
------------------------	----------

Rédacteur du dossier	2
-----------------------------------	----------

Groupement d'étude	2
---------------------------------	----------

Table des matières.....	3
--------------------------------	----------

PARTIE 1. LES DIAGNOSTICS ET ENJEUX ASSOCIES A LA ZONE HUMIDE	4
1.1 LE CONTEXTE GENERAL ET LA ZONE D'ETUDE	5
1.2 LE DIAGNOSTIC HYDROGEOLOGIQUE DE LA ZONE HUMIDE	6
1.3 LE DIAGNOSTIC HYDROMORPHOLOGIQUE DU COURS D'EAU	9
1.4 LA BIODIVERSITE ET LES MILIEUX D'INTERET.....	15
1.5 LA SYNTHESE DES ENJEUX ASSOCIES A LA ZONE HUMIDE	16

PARTIE 2. LES PRESCRIPTIONS RELATIVES A LA PRISE EN COMPTE DE LA ZONE HUMIDE DANS LE CADRE DE L'AMENAGEMENT DE LA ZAC HOUSSAYE	17
2.1 LE MAINTIEN D'UNE ALIMENTATION PERENNE DE LA ZONE HUMIDE	18
2.1.1 La préservation des écoulements de la nappe	18
2.1.2 La gestion des eaux pluviales.....	21
2.2 LA PRESERVATION DE LA ZONE HUMIDE : MAINTIEN D'UNE MARGE DE REcul PAR RAPPORT AUX ESPACES A URBANISER.....	22
2.3 LA RESTAURATION DES FONCTIONNALITES HYDRAULIQUES ET ECOLOGIQUES DE LA ZONE HUMIDE	23
2.3.1 Le reméandrage du cours d'eau et la reconnexion lit mineur / lit majeur	23
2.3.2 La diversification des milieux	27
2.4 LES USAGES AU SEIN DE LA ZONE HUMIDE : QUIETUDE POUR LA FAUNE ET GESTION ADAPTEE DES MILIEUX	28

Partie 1. Les diagnostics et enjeux associés à la zone humide

1.1 Le contexte général et la zone d'étude

Les différentes études réalisées dans le cadre de l'étude d'impact au stade « Création » de la ZAC de la Houssaye ont permis d'actualiser :

- **L'inventaire des zones humides :**

La délimitation des zones humides a été mise à jour en 2022 par le CERESA en suivant les critères définis par l'arrêté du 1er octobre 2009 (modifiant l'arrêté du 24 juin 2008), avec caractérisation de la végétation et réalisation de sondages prospectifs à la tarière à main. Au point bas, les terres agricoles sont concernées par une zone humide de bas-fond d'environ 12 000 m². Sa position en amont d'un ruisseau (bien que busé) lui confère un rôle fonctionnel non négligeable (rétention des eaux, alimentation et protection du cours d'eau). Cette zone humide est cependant en grande partie cultivée de telle sorte que son rôle écologique est très faible. Un précédent inventaire des zones humides, réalisé en 2019, avait délimité une zone humide plus restreinte, sur la base d'une interprétation littérale de la réglementation en la matière.

- **L'inventaire des cours d'eau :**

Un nouveau linéaire de cours d'eau a été identifié selon les critères du SAGE Rance Frémur (cf. carte ci-après). Ce travail a été confirmé par deux visites de terrain, en avril 2022, la première réunissant le bureau d'études IAO SENN, Saint-Malo Agglomération (compétence GEMAPI) et Cœur Emeraude, la seconde réunissant la DDTM 35 et IAO SENN. À ce jour, ce linéaire n'apparaît pas encore sur la cartographie officielle actualisée de la DDTM 35, il est prévu à court terme un échange avec les services de la Police de l'Eau afin de prévoir l'intégration du futur tracé de cours d'eau restauré.

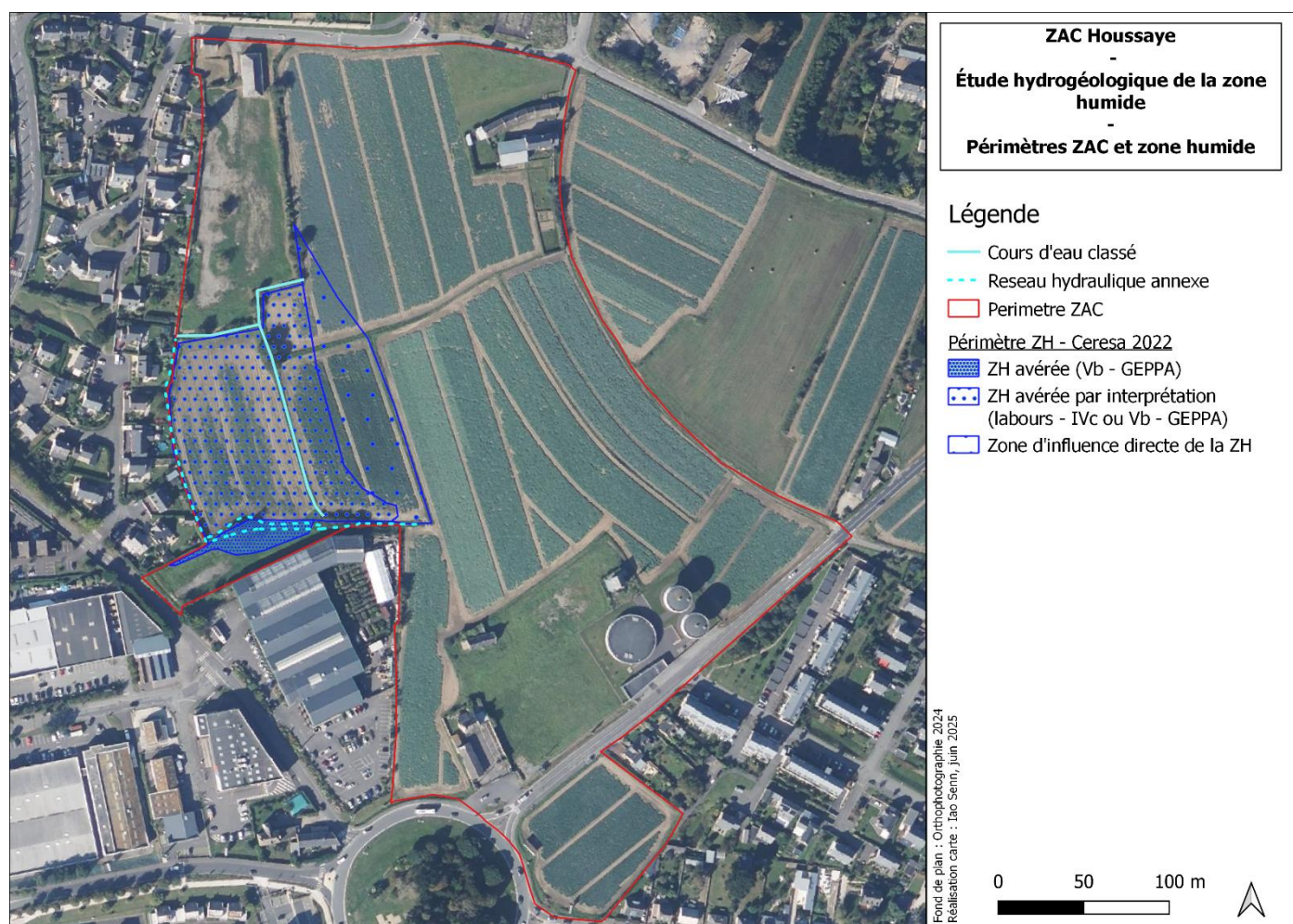


Figure 1 : Périmètre de la ZAC de la Houssaye, emprise de la zone humide et réseau hydrographique (source : Iao Senn, juin 2025)

En comparaison avec son faible bassin versant amont, cette zone humide étonne au regard de sa surface et des écoulements quasi-continus qui ont entraîné le classement de cours d'eau par la DDTM. En effet, le secteur de la Houssaye est situé sur les hauteurs de Saint Malo, et la présence d'une zone humide de cette taille en point haut interroge.

Les études de ZAC ont fixé comme enjeu environnemental la préservation de la zone humide, et aucun impact direct sur la zone humide n'est prévu. Une zone d'influence directe a elle aussi été définie. Et une attention sur le maintien d'alimentation de la zone humide a été apporté avec des principes de gestion des eaux pluviales basés sur l'écoulement de surface.

La ZAC a aussi l'ambition de corriger les actions passées et de réhabiliter ce milieu naturel afin de lui faire retrouver ses fonctions premières, notamment hydrologiques et support de biodiversité.

Les phases de concertation avec la population ont révélé une attente forte sur le sujet de la zone humide, que ce soit pour des aspirations écologiques ou pour des oppositions de point de vue sur l'urbanisation du secteur de la Houssaye.

Il a donc été décidé par la collectivité, en lançant la présente étude, de pousser les investigations et de mieux comprendre le fonctionnement hydrogéologique, hydrologique et écologique de ce milieu.

L'objectif de cette étude est également de monter l'ambition environnementale sur la réhabilitation de ce milieu (restauration morphologique du ruisseau) et, enfin, de consolider l'argumentaire et la justification technique du futur projet de ZAC.

1.2 Le diagnostic hydrogéologique de la zone humide

Note : L'étude de fonctionnement hydrogéologique réalisée par Soler entre février et juin 2025 est fournie en annexe n°1 de ce rapport.

Afin d'atteindre les objectifs de l'étude, il est proposé de définir si la zone humide est la conséquence d'une remontée de nappe ou de l'accumulation d'eaux superficielles en point bas.

Après analyse des données bibliographiques et réalisation d'une DT/DICT, Soler IDE a installé en février 2025 deux piézomètres (PZA-PZB sur la carte suivante) venant en complément des trois piézomètres déjà en place sur la ZAC (PZ1-PZ2-PZ3). Ces piézomètres ont pour objet :

- d'évaluer la profondeur des eaux souterraines, directement au sein de l'aquifère et sans perturbation d'éventuels écoulements sub-superficiels en isolant l'ouvrage à 2 m de profondeur ;
- de suivre l'évolution piézométrique de la nappe en fonction des conditions pluviométriques ;
- d'évaluer l'éventuelle remontée de nappe au niveau du sol en lien avec la présence de la zone humide ;
- de dresser une esquisse piézométrique à l'échelle de la ZAC pour définir les directions d'écoulement des eaux souterraines.

En complément, des fouilles à la pelle ont été réalisées à proximité immédiate des piézomètres afin :

- d'évaluer la présence d'éventuels écoulements sub-superficiels au droit de la zone humide ;
- de comparer ces données avec les relevés piézométriques au droit du piézomètre ;
- de visualiser en grand d'éventuelles arrivées d'eau dans le sondage et leur profondeur.

Les pages suivantes présentent trois illustrations du suivi piézométrique effectué entre le 18 février et le 18 juin 2025 (deux cartes piézométriques et un graphique).

Ces illustrations permettent de visualiser le toit de la nappe et sa distance au terrain naturel (TN).

Note : Pour des raisons de calendrier d'étude, le suivi piézométrique s'étale sur une période relativement courte (février à juin 2025). Toutefois, au regard de la forte pluviométrie observée au cours de l'automne-hiver 2024/2025, ce suivi sera représentatif d'une situation « haute » du toit de la nappe et ne minimisera donc pas le risque d'impact de la ZAC sur l'alimentation de la zone humide.

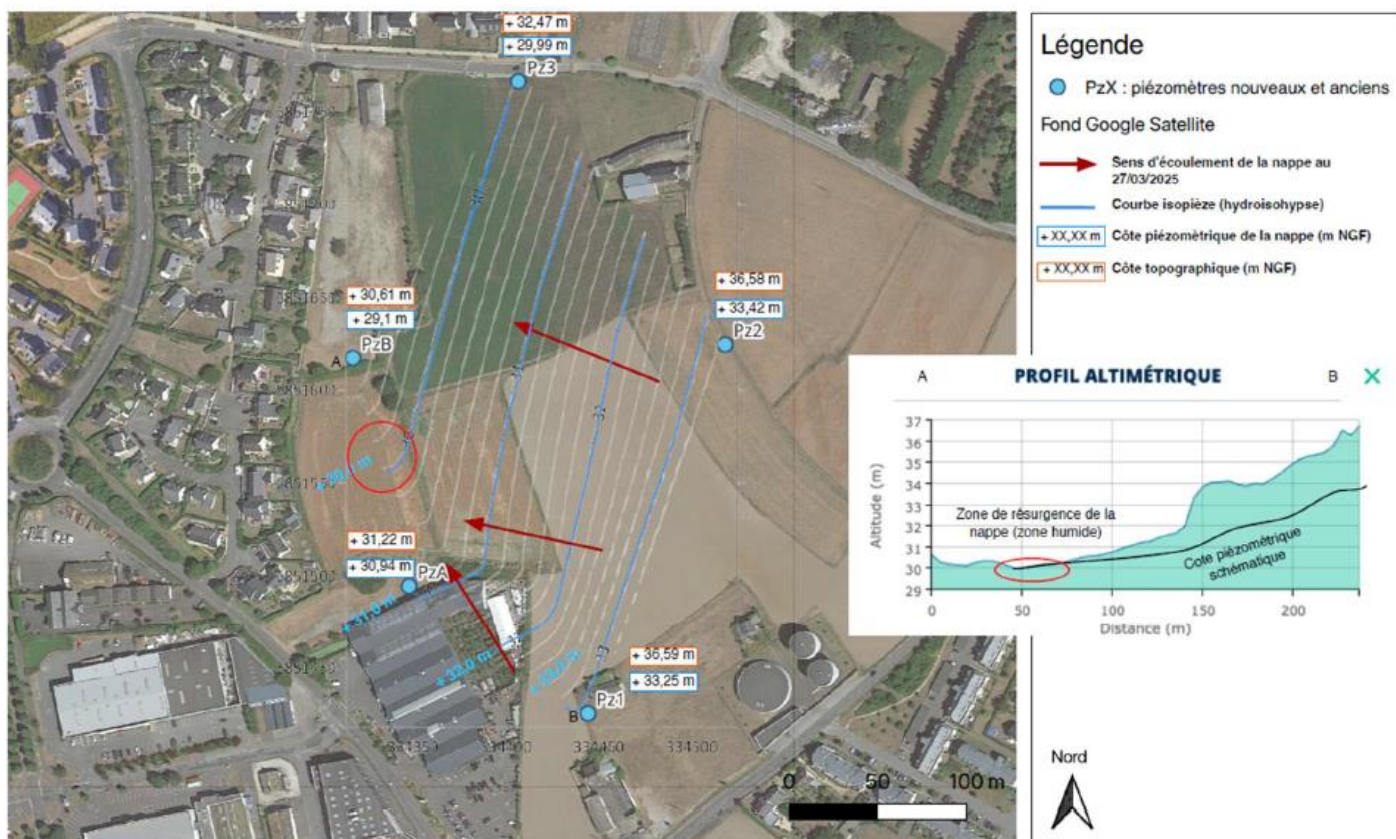


Figure 2 : Localisation des piézomètres, présentation des cotes du toit de la nappe (encarts bleus), du TN (encarts rouges) et du sens d'écoulement de la nappe (flèches rouges) et esquisse piézométrique en date du 27/03/2025 (source : Soler IDE)

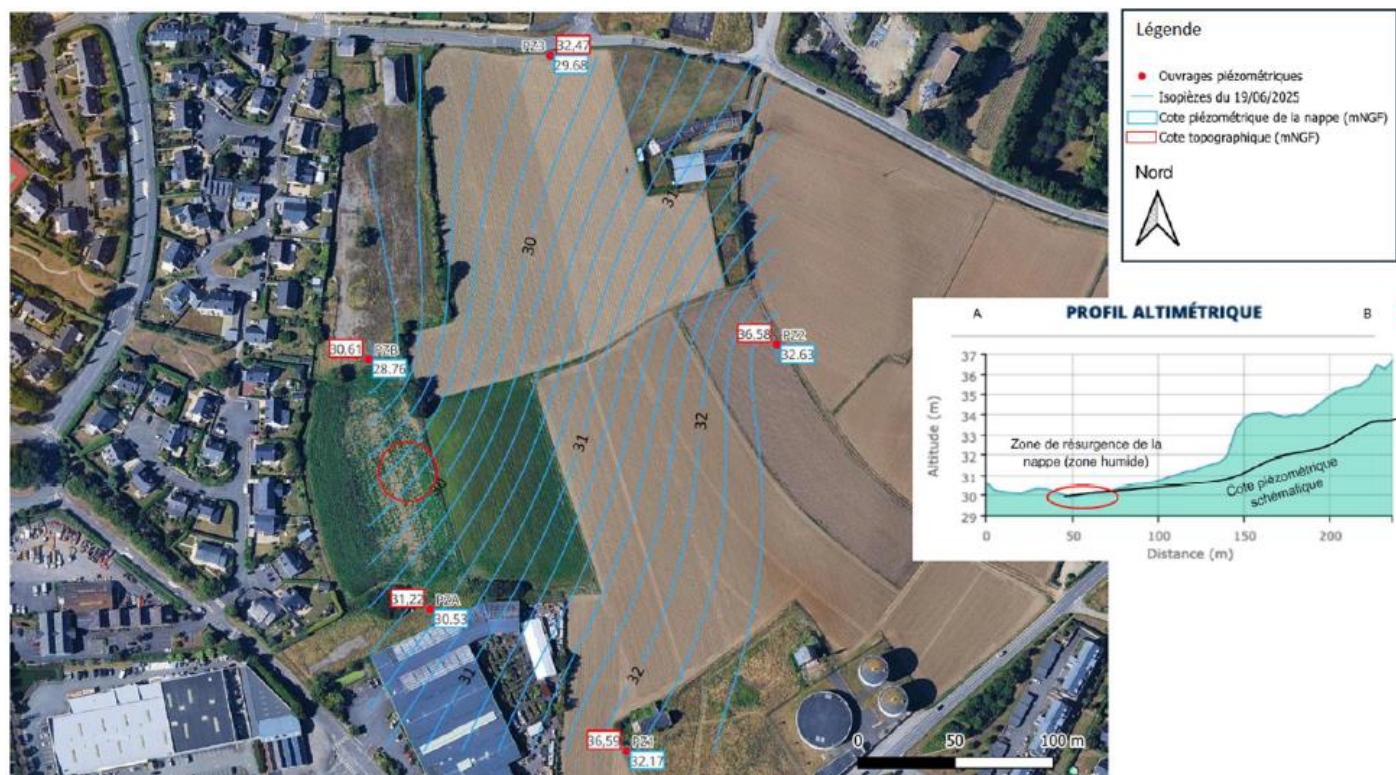


Figure 3 : Localisation des piézomètres, présentation des cotes du toit de la nappe (encarts bleus), du TN (encarts rouges) et du sens d'écoulement de la nappe (flèches rouges) et esquisse piézométrique en date du 19/06/2025 (source : Soler IDE)



Figure 4 : Résultats du suivi piézométrique (profondeur de la nappe par rapport au TN au droit du PzA, en bleu, et du PzB, en rouge) et mise en perspective avec la pluviométrie à la station de Dinard, entre le 18/02/2025 et le 18/06/2025 (source : Soler IDE)

Le suivi piézométrique continu de ces 2 ouvrages PZA et PZB a permis de mettre en avant une forte proximité du toit de la nappe vis-à-vis du TN pour le PZA, une faible corrélation pluviométrie / toit de la nappe et une cohérence globale dans l'évolution du toit de la nappe entre PZA et PZB.

En couplant ce suivi continu des PZA et PZB avec le relevé ponctuel des niveaux de nappe au droit des PZ1-PZ2-PZ3, il est possible d'émettre les conclusions suivantes :

- **Le bassin d'alimentation de la zone humide est en lien avec le bassin versant hydrogéologique** (depuis le sud-est vers le nord-ouest) ;
- **La présence de la zone humide est en lien direct avec la présence des eaux souterraines** (remontée de nappe en partie ouest de la ZAC, affleurant avec le TN), dont le comportement est typique d'une zone de décharge où la nappe perd une partie de son eau au profit des milieux superficiels ;
- **Les cours d'eau autour de la zone humide sont en connexion directe avec la nappe :**
 - La source du cours d'eau au sud correspond à une résurgence de la nappe ;
 - Les cours d'eau, dans leur tracé et gabarit actuels, constituent des axes de drainage de la zone humide.

Synthèse (Soler, Étude de fonctionnement hydrogéologique, juin 2025) :

Les données recueillies permettent de poser un diagnostic clair : la nappe phréatique constitue un acteur important de la régulation hydrique dans ce système, jouant un rôle de tampon hydrologique entre les précipitations en amont, l'infiltration dans les sols, et la restitution aux milieux aquatiques en aval. Cette dynamique illustre l'importance des relations entre géomorphologie, hydrogéologie et écosystèmes de zones humides, soulignant ainsi la nécessité de préserver l'intégrité de la nappe pour garantir la pérennité des milieux associés.

1.3 Le diagnostic hydromorphologique du cours d'eau

Un diagnostic hydromorphologique du cours d'eau a été réalisé par le biais notamment d'une expertise de terrain effectuée le 12/02/2025. Celle-ci a permis de mettre en avant le degré d'altération du ruisseau et de pointer les paramètres dégradés afin d'alimenter les réflexions pour le projet de restauration de la zone humide.

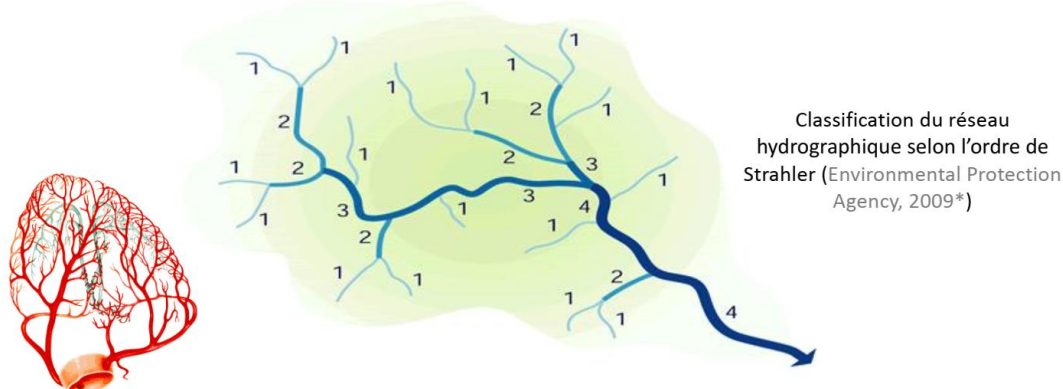
Ainsi, les différents paramètres hydromorphologiques de ce cours d'eau de tête de bassin versant ont été relevés dans le respect de la note technique de l'OFB sur la méthodologie d'évaluation de l'hydromorphologie des cours d'eau en tête de bassin versant :

- Faciès d'écoulement ;
- Substrats du fond du lit ;
- Habitats aquatiques (mouilles, sous-berges, bois morts, ...)
- Sinuosité ;
- Largeur/profondeur du lit ;
- Capacité de débordement des eaux dans le lit majeur ;
- ...

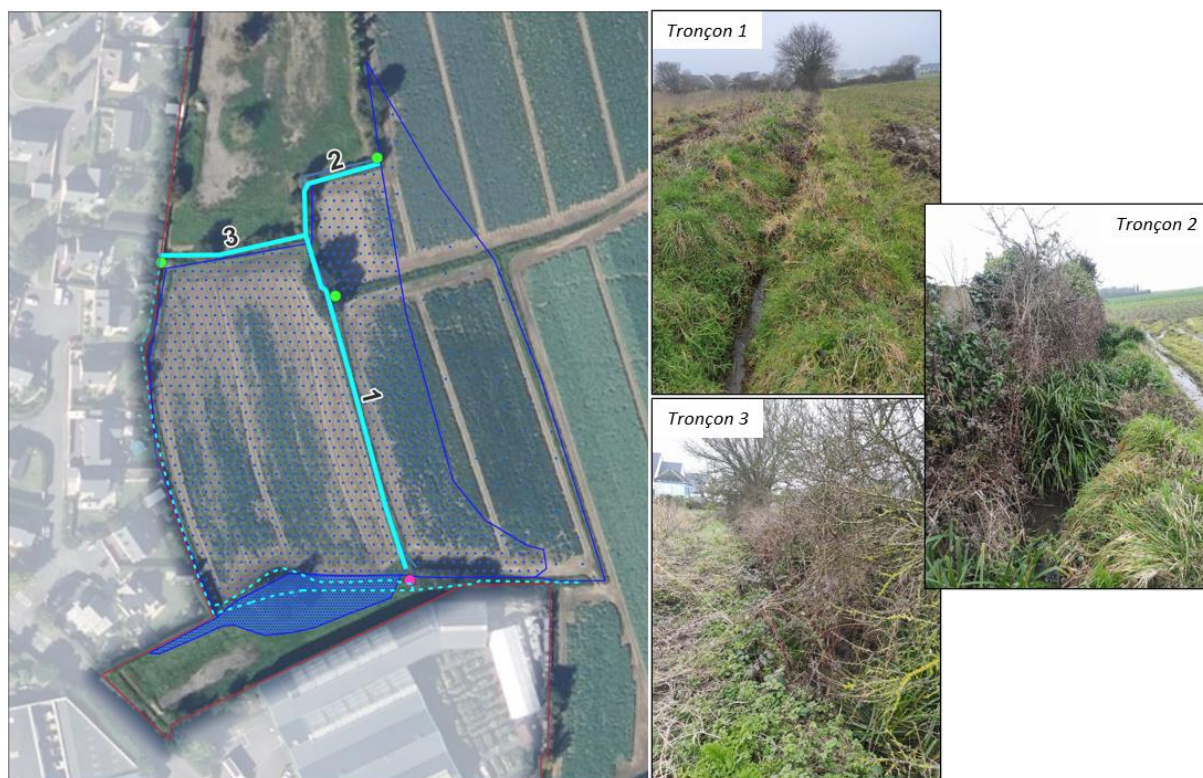


Figure 5 : Guide méthodologique d'analyse des ruisseaux de tête de bassin versant (source : OFB, mai 2023)

● **Les cours d'eau en tête de bassin versant (rangs de Strahler 1 et 2 à l'échelle 1 : 25 000) représentent environ de 70 à 85 % de la longueur totale du réseau hydrographique** (Schumm, 1956 ; Shreve, 1969 ; Meyer & Wallace, 2001 ; Peterson *et al.*, 2001 ; Meyer *et al.*, 2003 ; Gomi *et al.*, 2002 ; Benda *et al.*, 2005).



Ainsi, le linéaire de cours d'eau validé en 2022 par la DDTM 35 a été analysé selon cette méthodologie des têtes de bassin versant. Trois tronçons distincts ont été identifiés sur site, correspondant au ruisseau principal, dénommé ruisseau de la Houssaye par la suite (et noté 1 et 3 sur la carte ci-dessous) et son affluent (noté 2).

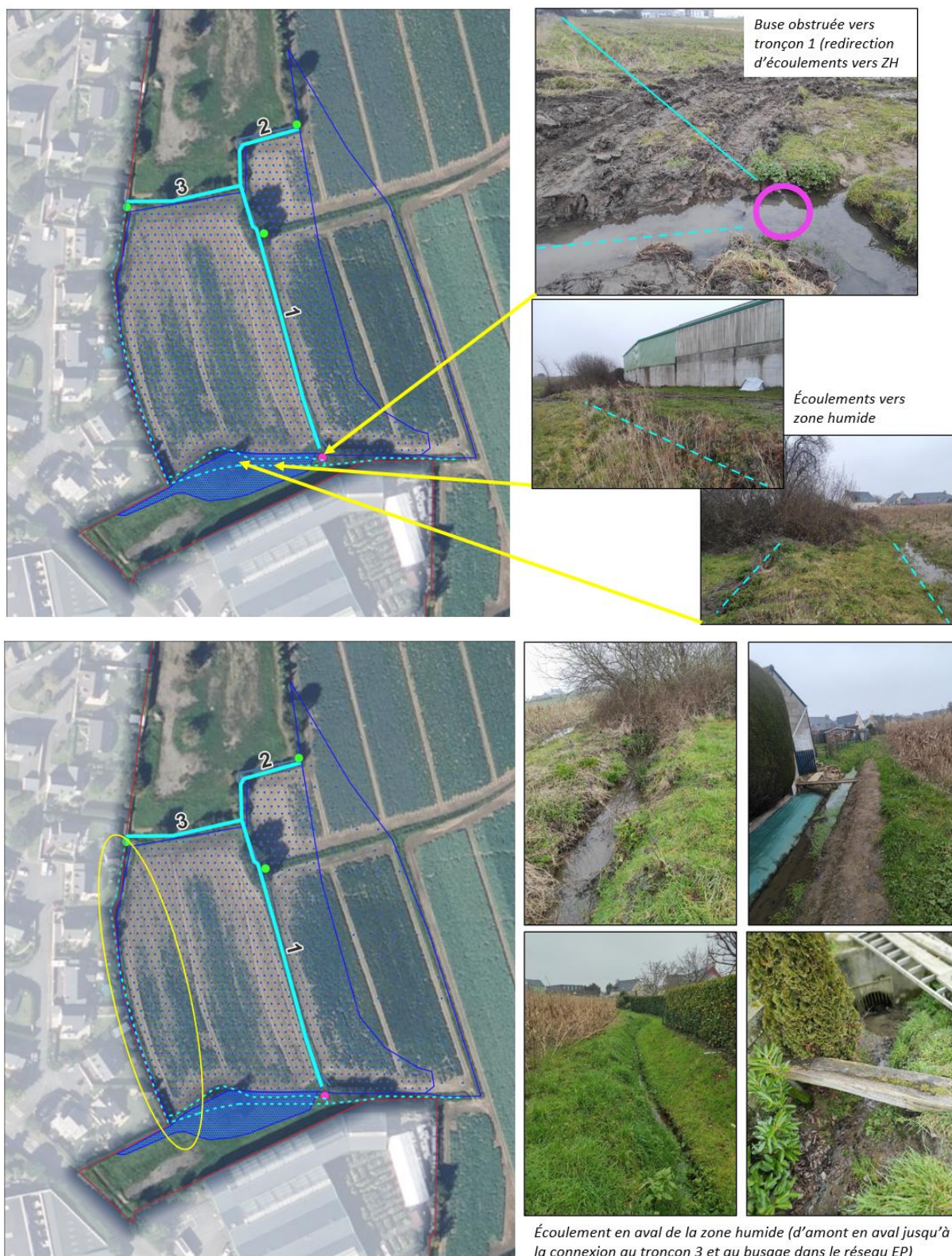


Il est à noter qu'au regard des observations de terrain, le réseau hydrographique situé directement en amont du tronçon présente également les caractéristiques d'un cours d'eau et pourra être classé comme tel suite aux futurs échanges avec les services de la DDTM 35.



En limite amont du tronçon 1, une buse obstruée redirige une partie du débit vers un réseau hydraulique annexe (fossé) et vers la zone humide sur sa partie sud, à savoir la mare enfrichée. En sortie de mare, les écoulements se poursuivent au sein

d'un fossé longeant les habitations ouest et confluant avec le ruisseau en aval du tronçon 3, directement au droit de l'entrée dans le réseau d'eaux pluviales communal. Ce fossé fait l'objet d'un entretien plus ou moins intense selon les riverains.



Les trois tronçons de cours d'eau s'avèrent très fortement artificialisés après application du protocole OFB, ce qui s'explique par plusieurs paramètres :

- Tracé rectifié (rectiligne) et hors talweg (déplacé de son point bas topographique historique) ;
- Gabarit recalibré et surdimensionné : environ 1m de large pour 60 à 80cm de haut (plus bas sur tronçon 2, descend jusqu'à 20cm), pour un bassin versant de 0,11km² → nous le verrons dans le chapitre 2.3.1, le gabarit théorique naturel se rapprocherait de 30cm par 7cm ;
- Absence de ripisylve
- Absence de connexion au lit majeur (cours d'eau encaissé, drainant la zone humide plutôt que l'alimentant).

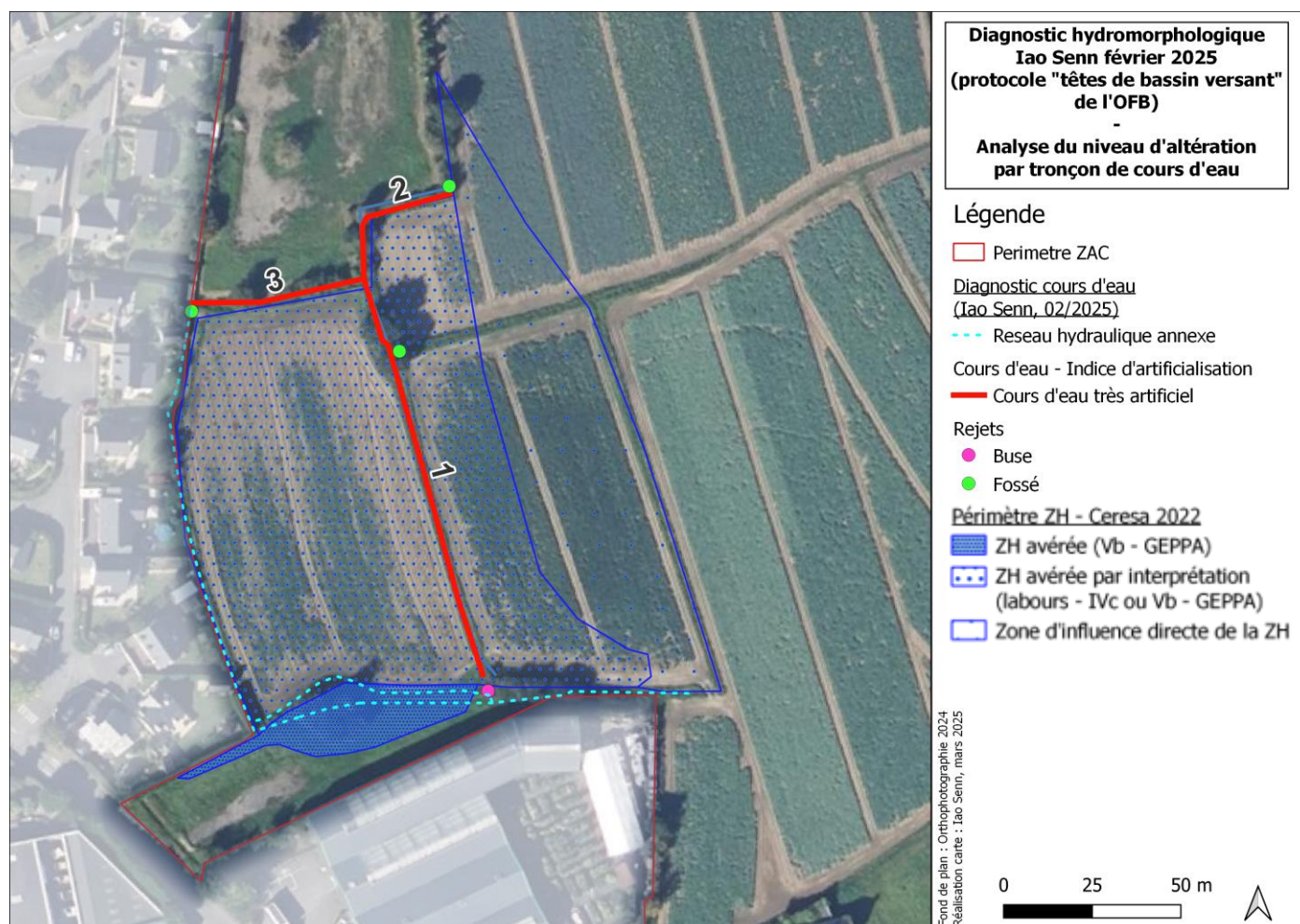


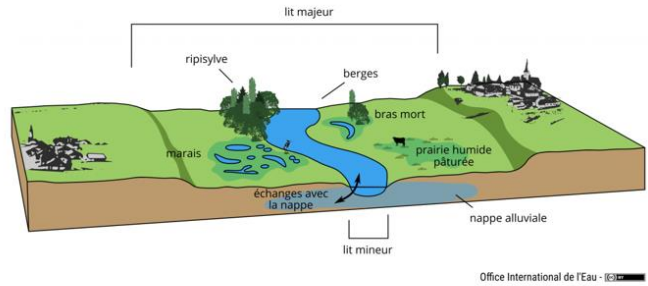
Figure 6 : Carte du degré d'artificialisation des cours d'eau de la zone d'étude - Protocole tête de bassin versant de l'OFB (source : Iao Senn)

Indice d'artificialisation (IA) des têtes de bassin versant à l'état initial						
(source : Méthodologie d'évaluation de l'hydromorphologie des cours d'eau en tête de bassin versant à l'échelle linéaire. Guide de l'Office Français de la Biodiversité, Direction Régionale Bretagne. Le Bihan M., version 2.4 au 01/05/23. 40 pages.						
indice	descriptif			note Tr 1	note Tr 2	note Tr 3
" talweg "	dans le talweg			0	0	0
	en dehors du talweg			1	1	1
"sinuosité "	sinueux - méandrique			0	0	0
	limité par rapport à la sinuosité naturelle			0,5	0,5	0,5
	rectiligne			1	1	1
"classe d'évolution morpho-dynamique"	classe I			0	0	0
	classe VI avec évolution naturelle (lit emboité)			0,5	0,5	0,5
	classe II, III, IV, V			1	1	1
"rugosité"	coeff de rugosité K < 20			0	0	0
	coeff de rugosité 20 < K < 30			0,5	0,5	0,5
	coeff de rugosité K > 30			1	1	1
" protection de berge - enterrement "	absence de protection			0	0	0
	protection de berge de type génie végétale			0,25	0,25	0,25
	protection uniquement sur les berges			0,5	0,5	0,5
	protection sur berge + fond du lit mineur			0,75	0,75	0,75
	100 % d'enterrement (par couverture, busage,			1	1	1
IA_SEGM = (Σ (Italweg + Isinuosité * 2 + Icem *2 + Irugosité + Iprotection))/7				0,79	0,79	0,79
	valeur IA	modification du lit mineur	type d'artificialisation	Tronçon 1	Tronçon 2	Tronçon 3
Valeur de l'indice d'artificialisation du segment IA	IA = 0	modification négligeable	CE de référence			
	0 < IA < 0,25	modification faible	CE naturel			
	0,25 < IA < 0,5	modification sensible	CE semi-artificiel			
	0,5 < IA < 0,75	modification moyenne	CE artificiel			
	0,75 < IA < 1	modification importante	CE très artificiel	cours d'eau très artificiel	cours d'eau très artificiel	cours d'eau très artificiel
	IA = 1	modification absolue	CE enterré ou articialisation total			

Figure 7 : Tableau de synthèse des paramètres analysés dans le cadre du protocole "tête de bassin versant de l'OFB" pour les 3 tronçons de cours d'eau de la zone d'étude (source : Iao Senn)

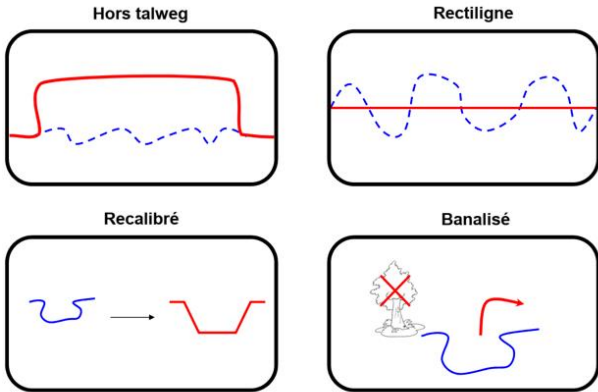
En page suivante sont présentées différentes illustrations du fonctionnement des cours d'eau de tête de bassin versant, des altérations qu'ils peuvent subir ou des fonctions qu'ils sont sensés remplir.

La structure du cours d'eau

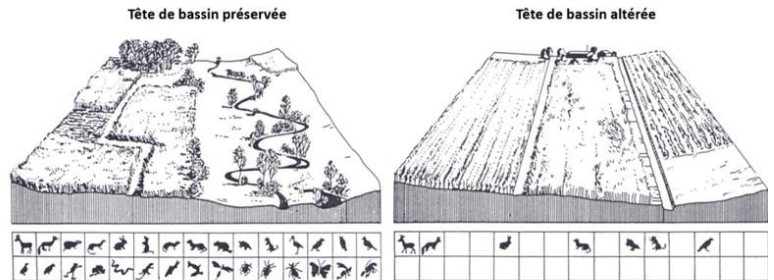


Office International de l'Eau - OIE

Synthèse des 4 grandes types « altération/restauration »



Le Bihan, OFB



Le Bihan, OFB

Cours d'eau altéré/restauré : Synthèse des enjeux hydrauliques et écologiques (source : Folk, octobre 2024)

Cours d'eau artificialisé

1 - Pas de végétation tenant les berges : érosion ou colmatage des fonds

2 - Tonte drastique : érosion, pas d'habitats hospitaliers = perte de biodiversité

3 - Ripisylve dégradée et diminuée : grave perte de biodiversité, risques d'inondations accrues, berges instables, eau peu épurée / polluée

4 - Ouvrages de franchissement : rompent la continuité écologique et circulation des organismes aquatiques

5 - Contact avec les affluents

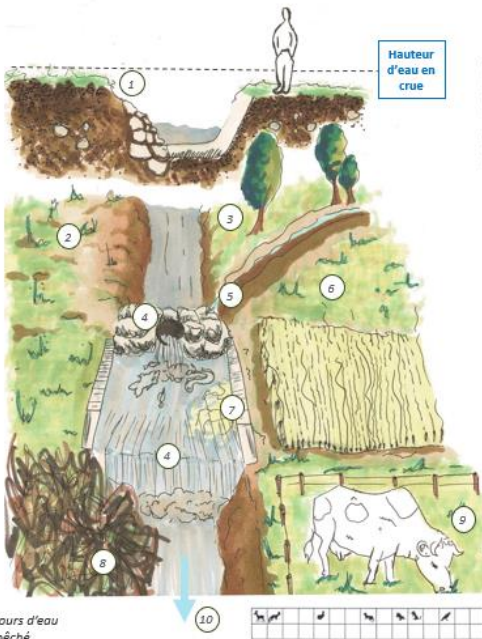
6 - Zones humides dégradées et asséchées, peu d'habitats, perte de biodiversité

7 - Épandages : pollution

8 - Manque d'entretien : cours d'eau enfriché, écoulement empêché, accessibilité difficile

9 - Pollution de l'eau = risques sanitaires pour le bétail

10 - Cours d'eau fortement artificialisé et altéré : accélération du débit, de la circulation des sédiments et des polluants, de la température de l'eau => risques d'inondations accrues, pollution, berges instables, dégradation des milieux et de la biodiversité



Hauteur d'eau en crue

1 - Restauration des berges : stabilisation et restauration du lit mineur

2 - Ripisylve restaurée : berges maintenues, eau épurée et infiltrée vers la nappe, onde de crue ralentie, ombrage, multiples habitats et continuité écologique = restauration de la biodiversité

3 - Revalorisation paysagère : conciliation des usages

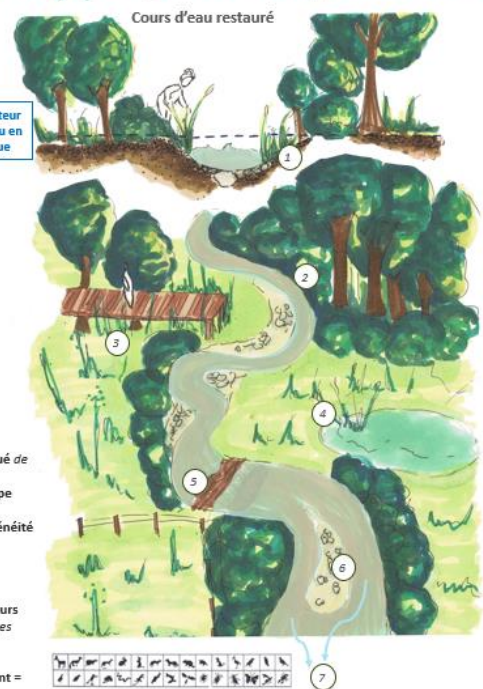
4 - Zone humide restaurée : eau épurée, onde de crue ralentie, multiples habitats et continuité écologique = restauration de la biodiversité et de la qualité de l'eau

5 - Embâcle naturel : freine inondations et sécheresses, habitat / gué de multiples espèces, recharge de la nappe alluviale, favorise la sédimentation, hétérogénéité du cours d'eau

6 - Accumulation de sédiments : hétérogénéisation du cours d'eau, habitat de multiples espèces clefs pour l'écosystème, écotone filtrant, aérant et épurant = restauration de la biodiversité et dépollution de l'eau

7 - Cours d'eau reméandré :

débit régulé, augmentation des échanges entre la nappe, les zones humides et le cours d'eau, habitats hospitaliers pour la faune aquatique = crues contenues, berges stables, eau dépolluée, restauration des milieux et de la biodiversité



Hauteur d'eau en crue

1.4 La biodiversité et les milieux d'intérêt

Le périmètre de la ZAC correspond à un ensemble agricole périurbain qui se compose majoritairement d'espace artificialisés (labours/cultures, friches et bâti à l'abandon). Les rares milieux plus « naturels » encore présents sont localisés et cantonnés aux marges des parcelles cultivées (haie résiduelle, fourré et petits délaissés prairiaux). Ainsi, au sein de ces espaces, peu d'enjeux écologiques ont été identifiés (voir synthèse des enjeux ci-dessous).

Synthèse des enjeux « biodiversité et milieux naturels » :

- Des milieux agricoles et des espaces artificialisés sans enjeux particuliers
- Absence de corridor écologique identifié dans les documents de programmation et d'urbanisme au sein de l'aire d'étude
- Une nécessité d'assurer une transition paysagère harmonieuse entre l'espace urbanisé et les espaces agro-naturels périphériques (source : PLU de St-Malo)
- Une faune terrestre globalement commune et peu diversifiée
- Une faune volante (oiseaux et chauves-souris) plus diversifiée, mais sans enjeux majeurs
- Quelques espèces protégées à prendre en compte (moineau domestique et lézard des murailles au niveau de l'ancienne usine des eaux ; et verdier d'Europe dans la haie résiduelle centrale)
- La présence d'une zone humide au point bas de la zone d'étude (environ 1,2 ha)
- Quelques problématiques d'espèces invasives (herbe de la Pampa et buddleia)



Figure 8 : Carte de synthèse des enjeux « biodiversité et milieux naturels » (Source : Etude d'impact de création de ZAC)

Le diagnostic écologique a permis de repérer la présence d'une zone humide de bas-fond d'environ 12 000m² au point bas du site. Cette zone humide ne présente pas d'enjeu écologique particulier du fait de son caractère majoritairement cultivé. Seule une ancienne mare, aujourd'hui envahie de saules, associée à une petite zone prairiale « mouilleuse », rappelle le caractère humide et accueille une flore spécifique (saule, agrostis rampant, consoude, potentille des oies, etc.). L'intérêt écologique de ce milieu humide résiduel reste donc très réduit et localisé.

La position de la zone humide en amont d'un ruisseau busé lui confère cependant un rôle fonctionnel non négligeable vis-à-vis des fonctionnalités de rétention des eaux et d'alimentation du cours d'eau.

Synthèse des fonctionnalités de la zone humide : moyen à fort pour les aspects hydrologiques et biogéochimiques (expansion des crues, dénitrification, ...) et faible pour l'aspect écologique (milieu artificialisé).

Fonctionnalités	Sous-fonctionnalités	Niveau de fonctionnalité
Hydrologiques	Ralentissement des ruissellements	Fort : Position de bas-fond permettant de retenir les eaux arrivant du versant agricole (ralenti la mise en charge du ruisseau)
	Recharge des nappes	Moyen : alimentation possible de la nappe par infiltration des eaux (surface concernée relativement faible- 12 000m ²)
	Expansion des crues	Fort : Zone tampon située en amont du busage (surface restant cependant relativement faible)
Biogéochimiques	Rétention des sédiments	Fort : Position de bas-fond permettant de retenir les sédiments arrivant du versant agricole (rôle de protection du cours d'eau)
	Dénitrification et assimilation végétale	Moyen : Position de bas-fond permettant de retenir les « nutriments » arrivant du versant agricole (rôle de protection du cours d'eau). Couvert végétal cultivé jouant cependant un faible rôle actuellement
	Séquestration du carbone	Faible : Couvert végétal cultivé jouant un faible rôle actuellement
Écologiques	Habitats d'espèces	Faible : Couvert végétal cultivé jouant un faible rôle actuellement. À noter la présence d'un petit secteur prairial à flore diversifiée en marge du labours
	Connexion des habitats	Faible : Secteur globalement déconnecté, en tête de bassin versant (lié à un ruisseau busé sous la ville en aval)

Figure 9 : Fonctionnalités de la zone humide (Source : Etude d'impact de création de ZAC)

1.5 La synthèse des enjeux associés à la zone humide

À l'issue de ces diagnostics croisés de la zone humide (hydrogéologique, hydromorphologique et écologique), **4 grands enjeux peuvent être identifiés**. Ils vont servir de fils directeurs des prescriptions formulées dans le chapitre suivant pour **guider l'aménagement de la ZAC de la Houssaye dans une logique de préservation/restauration de ce milieu naturel d'intérêt**.

- **Enjeu 1** : La nappe d'eaux souterraines, son fonctionnement et ses modalités d'alimentation de la zone humide à préserver ;
- **Enjeu 2** : La gestion des eaux pluviales de la future ZAC favorisant au maximum une infiltration à la source (écoulement vers la nappe) et une restitution différenciée des débits régulés (écoulements de surface) évitant le rejet en un point unique ;
- **Enjeu 3** : Le cours d'eau et ses fonctions hydromorphologiques et écologiques à restaurer ;
- **Enjeu 4** : La biodiversité associée à la zone humide à intégrer aux réflexions (création d'habitats, adaptation des usages, ...).

Partie 2. Les prescriptions relatives à la prise en compte de la zone humide dans le cadre de l'aménagement de la ZAC Houssaye

2.1 Le maintien d'une alimentation pérenne de la zone humide

Afin de ne pas impacter/réduire l'alimentation de la zone humide après aménagement de la ZAC par rapport à la situation actuelle, deux paramètres sont à prendre en compte : les écoulements de la nappe et la gestion des eaux pluviales.

2.1.1 La préservation des écoulements de la nappe

Note : Ce chapitre est également présent dans le rapport hydrogéologique de Soler (juin 2025).

En ce qui concerne les écoulements de la nappe, le projet de la ZAC de la Houssaye peut avoir trois impacts indirects sur l'alimentation de la zone humide :

- Des sous-sols interceptant des écoulements de nappe et/ou en provoquant un effet barrage ;
- Une structure de voirie venant intercepter/drainner les eaux de la nappe
- Une placette centrale impactant la résurgence de la nappe au niveau de l'amont du cours d'eau.

Les prescriptions spécifiques à ces trois cas sont présentées ci-après.

Le cas des sous-sols

Prescription initiale :

Le projet de la ZAC de la Houssaye ne devra prévoir aucun sous-sol au contact du toit de la nappe afin de maintenir l'alimentation de la zone humide (et des cours d'eau) dans les conditions actuelles. Cette prescription très ambitieuse évite tout risque structurel sur les bâtiments ou écologique sur l'alimentation de la zone humide.

Analyse de faisabilité technico-économique :

Après analyse croisée des exigences de densité de la ZAC, de la topographie du site et du besoin en offre de stationnements, cette prescription ne peut pas être pleinement respectée. En effet, sept sous-sols accueillant des parkings s'avèrent nécessaires à la faisabilité de la ZAC. Après adaptation des cotes plancher des sous-sols pour réduire au maximum leur profondeur :

- 4 sont au contact de la nappe mesurée en mars 2025
 - 1 dont la cote plancher est située à environ 2,5m sous le toit de la nappe
 - 3 dont la cote plancher est située entre 0 et 1m sous le toit de la nappe
- 3 sont au-dessus du toit de la nappe mesurée, mais avec une cote plancher affleurant à moins d'un mètre pour tout ou partie du sous-sol.

Partant de ce constat, des prescriptions techniques sont présentées ci-après et devront être respectées pour éviter tout risque structurel sur les sous-sols (problèmes de sous-pression ou d'infiltration) ou tout risque de perturbation des écoulements de nappe (perturbant l'alimentation de la zone humide et des cours d'eau).

Adaptation des prescriptions :

➤ Cuvelage étanche

Un cuvelage étanche sera systématiquement mis en œuvre pour l'ensemble des sous-sols des futurs projets immobiliers. En aucun cas, un revêtement semi-étanche ou une inondabilité du sous-sol ne devra être considéré, afin d'éviter tout drainage de nappe au sein du sous-sol et donc d'éviter tout prélèvement en nappe pouvant impacter l'alimentation de la zone humide.

La cote de ce cuvelage devra être définie par chaque promoteur, projet par projet, sur la base d'une étude hydrogéologique NPHE (Niveau des Plus Hautes Eaux) et en se faisant accompagner de bureaux d'études géotechnique et structure (cotes définies selon l'Eurocode 0 et/ou du DTU 14.1). Ainsi, chaque sous-sol fera l'objet d'un cuvelage étanche, mais à une cote variant au cas-par-cas.

Cf. chapitre 5.3 de l'étude hydrogéologique de Soler (juin 2025) précisant les investigations complémentaires à mener promoteur par promoteur.

➤ Tapis drainant

Au regard des cotes plancher des sept sous-sols, l'impact potentiel sur l'alimentation de la zone humide et des cours d'eau restera très limité et se cantonnera à quatre sous-sols susceptibles d'intercepter la nappe en période de hautes eaux en amont de cette zone humide et de ces cours d'eau.

Pour éviter ce risque, en complément du cuvelage étanche prescrit ci-avant, un tapis drainant devra être disposé sous la dalle de ces quatre sous-sols afin de limiter l'effet barrage et de favoriser les écoulements de nappe en direction de la zone humide et des cours d'eau.



Figure 10 : Sous-sols concernés par la prescription de tapis drainant

Ce tapis drainant pourra également être intégré aux autres sous-sols non concernés par le paragraphe précédent, afin de réduire au maximum l'impact de la ZAC sur les écoulements de nappe locaux. L'obligation de ce tapis drainant pour l'ensemble des sous-sols pourra faire l'objet d'un arbitrage par la ville mais n'apparaît pas indispensable à ce stade au regard des enjeux de protection de la zone humide.

➤ Rabattement/drainage en phase chantier

Compte tenu des niveaux de nappe observés et de leur interférence avec les terrassements pour la réalisation des sous-sols, un drainage/rabattement de nappe pourrait être nécessaire en phase chantier (à définir par une étude hydrogéologique spécifique). Ces prélèvements en nappe pourront avoir un impact sur les écoulements de nappe et donc sur l'alimentation de la zone humide.

Il conviendra d'analyser finement les impacts potentiels du rabattement sur les milieux environnants, notamment les zones humides et les cours d'eau en aval, afin d'adapter les mesures de gestion (limitation des débits, réinjection éventuelle, phasage des travaux). En phase chantier, la réalisation d'un rabattement/drainage de nappe en dehors des périodes de hautes eaux devra être privilégié pour les sous-sols directement à l'amont de la zone humide.

Le cas de la voirie nord/sud

Prescription :

L'axe routier structurant nord/sud de la ZAC ne devra pas intercepter ou drainer la nappe afin de maintenir l'alimentation de la zone humide (et des cours d'eau) dans les conditions actuelles.

Précision technique :

Si la structure de la voirie se situe au-dessus du toit de la nappe, le risque d'impact sur la nappe concerne la tranchée associée à cette voirie, permettant le passage des réseaux et notamment du réseau d'eaux usées. Ainsi, cette tranchée devra faire l'objet d'une attention particulière :

- choix de matériaux perméables permettant d'éviter le blocage et la redirection des écoulements de la nappe vers le nord ou le sud ;
- mise en place de bouchons d'argile (ou autre système visant le même objectif) permettant aux eaux circulant au sein de la tranchée de ne pas être drainées et renvoyées vers un réseau d'eaux pluviales, mais d'être restituées à l'ouest de la voirie directement vers la zone humide

État d'avancement du projet de ZAC au 12 juin 2025 :

Le projet prévoit un matériau de tranchée dont la perméabilité se rapproche de celle du sol environnant (utilisation des déblais de projet autant que possible) afin d'éviter les risques de barrage.

De plus, il est envisagé à ce stade d'intégrer au sein de la tranchée des parois d'argile tous les 20m afin de forcer l'accumulation des eaux et leur redistribution vers la zone humide, et ainsi d'éviter le risque de drainage de la nappe.

Le cas de la placette centrale

Prescription :

La placette centrale située à l'amont immédiat du début du cours d'eau ne devra pas impacter la résurgence de la nappe afin d'éviter tout risque d'impact sur le débit d'alimentation du cours d'eau.

Précision technique :

Afin d'éviter ce risque d'impact sur la résurgence de nappe, le projet devra prévoir une adaptation de la géométrie de la placette évitant tout contact avec la résurgence et une gestion pluviale évitant tout risque d'à-coups hydrauliques renforcés par rapport à la situation existante.

État d'avancement du projet de ZAC au 12 juin 2025 :

Le projet de ZAC a intégré cet enjeu lié à la résurgence de la nappe en adaptant la géométrie de la placette, qui va rester à distance et en surplomb. Ainsi, la résurgence ne sera ni artificialisée, ni remblayée par le projet, seul un talus viendra rattraper le dénivelé entre la placette et la résurgence, sans venir au contact de celle-ci.

De plus, la gestion des eaux pluviales de la placette favorisera une infiltration sur place des pluies courantes et un écoulement des plus fortes pluies en surface, vers un ouvrage de régulation avant rejet au cours d'eau et à la zone humide. Cela évitera une concentration des écoulements au droit de la résurgence. Cette notion est présentée dans le chapitre suivant et l'annexe qui lui est associée.



Figure 11 : Extrait du plan de composition d'AVP au droit de la placette et de la résurgence de la nappe (source : Ar'topia, juin 2025)

2.1.2 La gestion des eaux pluviales

Prescription :

L'aménagement de la ZAC de la Houssaye devra prévoir une gestion des eaux pluviales n'impactant pas l'alimentation de la zone humide et des cours d'eau.

Précision technique :

Pour respecter cette prescription, il s'agira :

- de favoriser l'infiltration à la source ;
- de prévoir une gestion des pluies les plus fortes en surverses restituant en plusieurs points (éviter de concentrer tous les ruissellements de fortes pluies en un rejet) ;
- d'éviter tout ouvrage de gestion pluviale impactant la nappe.

État d'avancement du projet de ZAC au 12 juin 2025 :

La note de proposition de gestion des eaux pluviales établie par Iao Senn en mai 2025 est présentée en annexe n°2 de ce rapport. Elle précise :

- les propositions de gestion pluviale au sein des espaces publics ;
- les propositions de gestion pluviale au sein des espaces privés ;
- la répartition des débits surversant vers les cours d'eau.

➤ Ces principes sont d'ores et déjà pris en compte dans la formalisation de l'AVP de la ZAC.

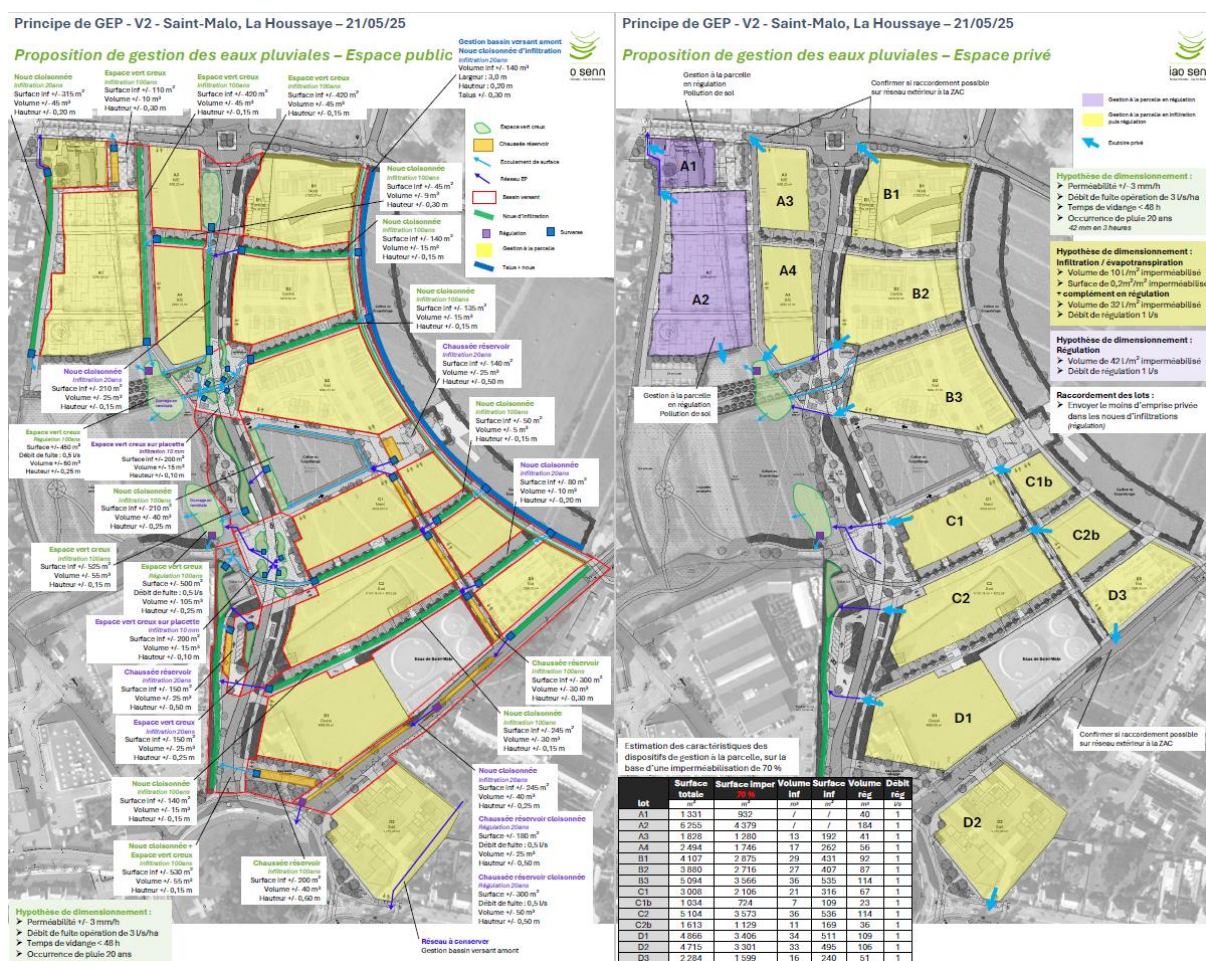


Figure 12 : Extrait de la note de gestion des eaux pluviales, cf. version complète en annexe (Iao Senn, mai 2025)

2.3 La restauration des fonctionnalités hydrauliques et écologiques de la zone humide

En complément des prescriptions de préservation de la nappe (modalités d'écoulement des eaux souterraines et d'alimentation de la zone humide) et de protection de la zone humide (marge de recul et usages associés à la zone humide), il est proposé ici d'intégrer au projet de la ZAC deux mesures de restauration passant par :

- La restauration hydromorphologique des cours d'eau, favorisant d'une part les habitats aquatiques directement liés aux ruisseaux, mais favorisant également un gain de fonctionnalité de la zone humide en permettant des échanges facilités entre lit mineur et lit majeur.
- La restauration des milieux afin de diversifier les supports de biodiversité.

2.3.1 Le reméandrage du cours d'eau et la reconnexion lit mineur / lit majeur

Prescription :

Les cours d'eau fortement altérés (cf. chapitre 1.3) devront faire l'objet d'une restauration morphologique leur permettant de retrouver un gabarit et une sinuosité au plus proche de leur état naturel théorique.

Précision technique :

Pour mettre en œuvre cette prescription, les paramètres techniques suivants devront être respectés :

- **Reméandrage des cours d'eau selon un profil en long « très sinueux »** (contre « rectiligne » actuellement) **et respectant une alternance « radiers-mouilles »**, ce qui sera favorable à leur bon fonctionnement hydromorphologique (alternance régulière de pentes, de faciès d'écoulement et de zones de dépôts et d'érosion des sédiments, diversité des habitats aquatiques, ...) ;

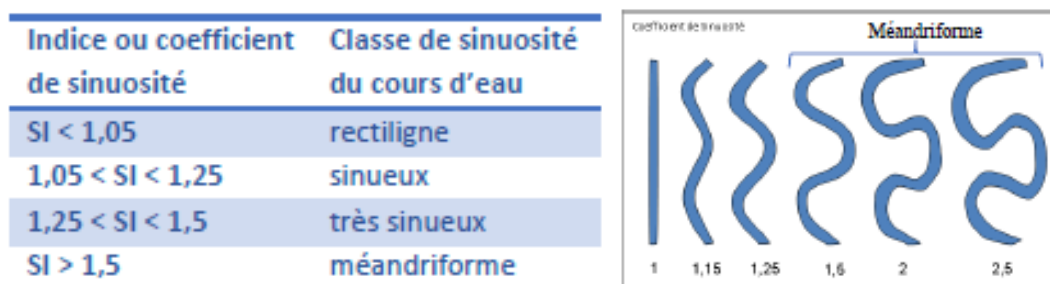


Figure 13 : Indice et classe de sinuosité (source : FDPPMA35, adapté de Malavoi/Bravard - OFB)

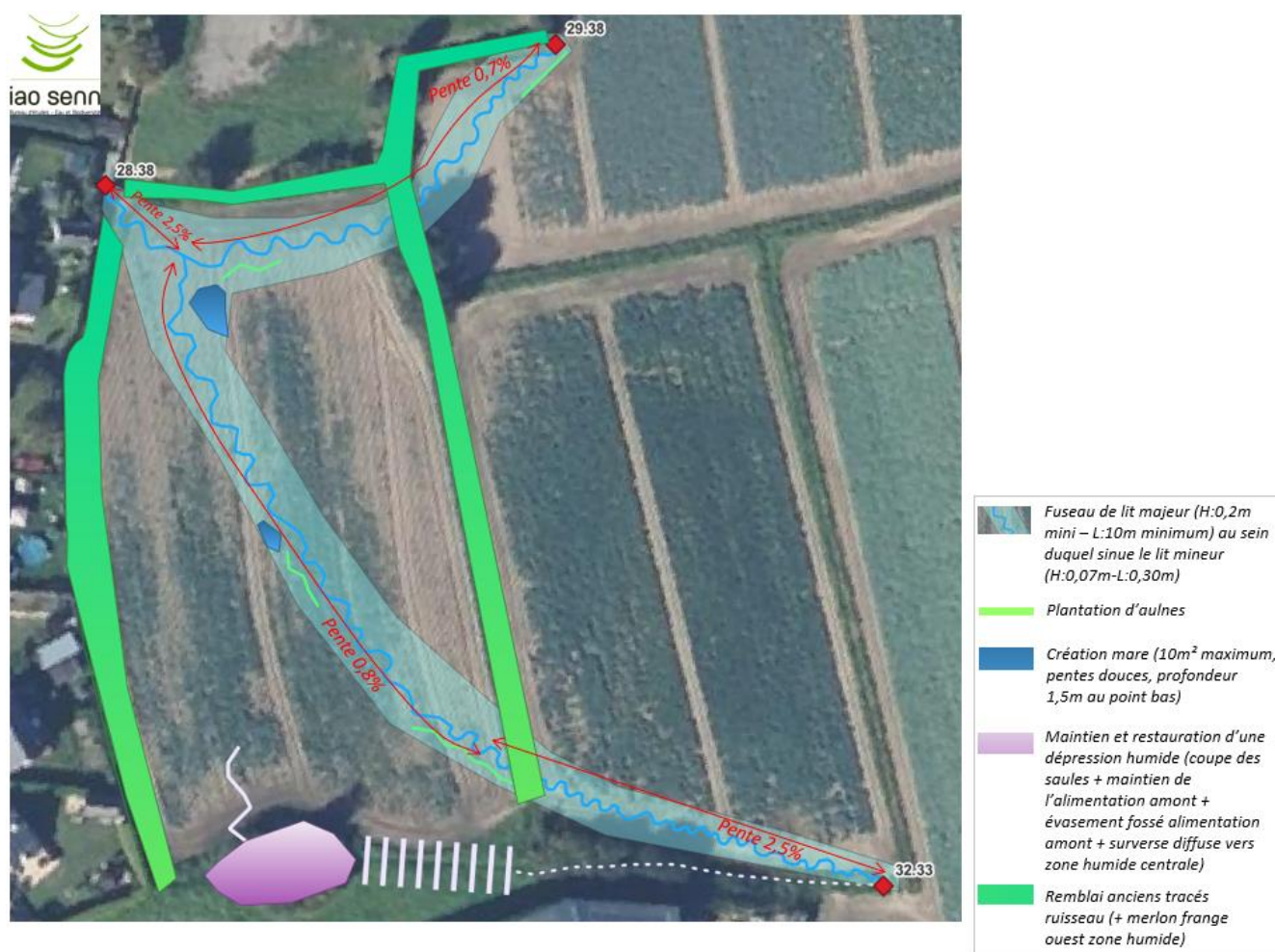


Figure 14 : Plan de principe du reméandrage du ruisseau de la Houssaye et de son affluent

Note : Pour le ruisseau de la Houssaye, plutôt qu'une pente homogène de 1,5%, il a été fait le choix de compartimenter le ruisseau selon 3 pentes distinctes (2,5%-0,8%-2,5%) afin de ne pas aboutir à un tronçon de cours d'eau dont le fil d'eau se situerait au-dessus du TN et d'autres tronçons trop enfoncés dans la parcelle de maïs qui nécessiteraient d'importants déblais.

- **Reprofilage du cours d'eau pour :**
 - retrouver un gabarit de lit mineur restreint (intégrant un lit d'étiage recueillant les plus basses eaux) ;
 - favoriser les échanges entre lit mineur et lit majeur selon le principe des « lits emboîtés » afin de canaliser les débits de crue et d'éviter les risques de débordement vers les habitations situées à l'ouest de la ZAC.
- **Enveloppe ou fuseau de méandrage calée sur 10 fois la largeur à plein bord (LPB), soit environ 3m.**
 - Au regard de l'enjeu de non-aggravation du risque inondation des habitations situées en aval, **ce fuseau servira de lit majeur emboîté à plat permettant de recueillir les débits de crue** (600-650 l/s : environ Q100 urbain et supérieur au Q100 « naturel »).
 - En complément **un merlon de 30cm sera créé par-dessus l'ancien fossé ouest remblayé** en bord des parcelles riveraines afin de protéger ces dernières.
 - Afin d'optimiser les échanges lit mineur / lit majeur et d'améliorer les fonctionnalités de la zone humide (dont celui de zone d'expansion de crue), **ce fuseau de lit majeur à plat pourra être élargi si la topographie le permet sans créer d'important surcoût.**

- **Longueur d'onde de 10 LPB**, soit environ 3m.
- **Berges du lit mineur basses et subverticales (80°)**, ce qui permettra de favoriser l'auto-ajustement et la résilience du cours d'eau.
- **Rapport de forme de 4,3 entre largeur et hauteur du lit mineur.**

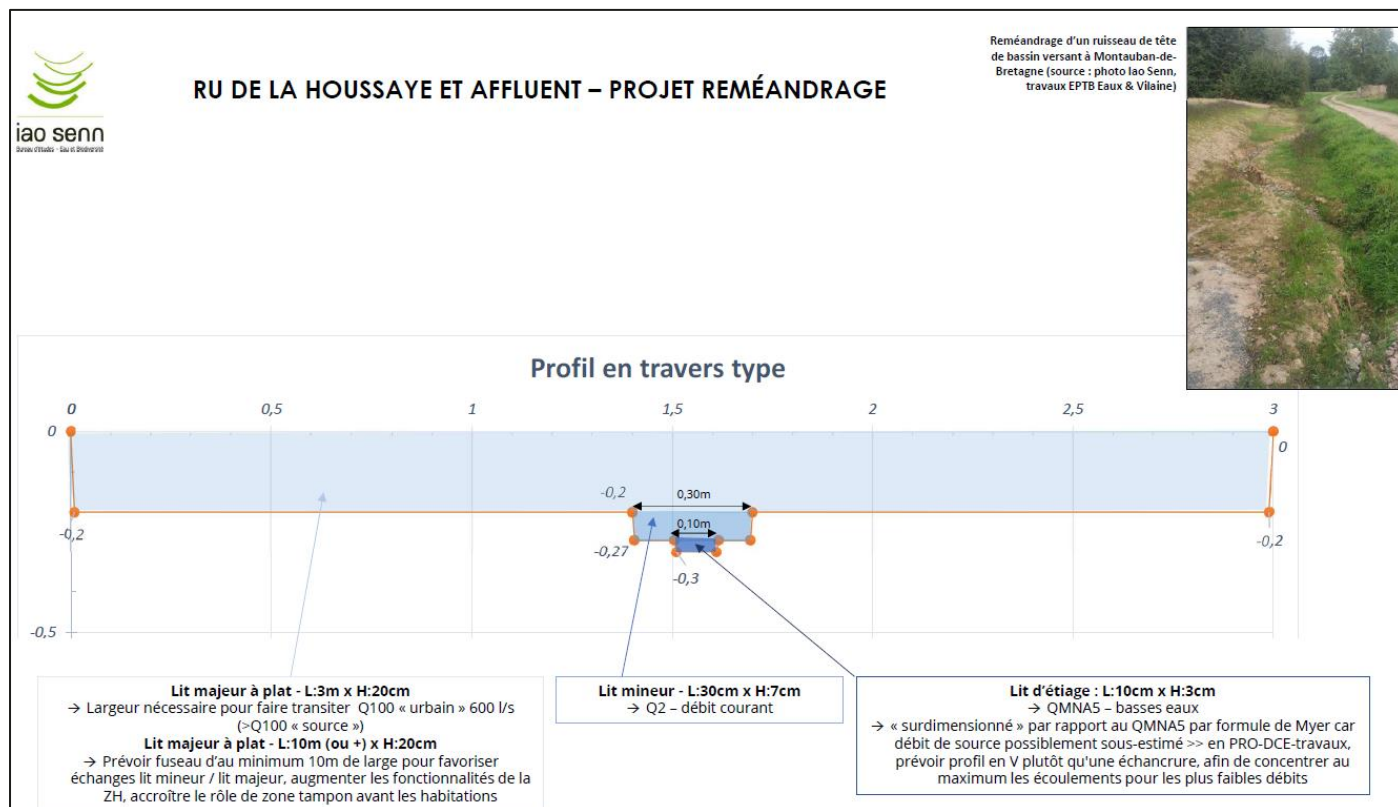


Figure 15 : Schéma d'un profil en travers type du ruisseau selon le principe des lits emboîtés

- **Recharge granulométrique** assurant à la fois une diversité de substrats dans le fond du lit mineur et une stabilité du profil en long :
 - 1/5ème de GNT 0/10 mm ;
 - 1/5ème de GNT 4/14 mm ;
 - 2/5ème de GNT 16/31 mm ;
 - 1/5ème de GNT 40/80 mm ;
 - Ajout de pierres fines et grossières (100-250mm) sur les crêtes de radiers (soumises à la force hydraulique) afin de les consolider et d'assurer leur pérennité dans le temps ;
 - Quelques blocs et souches seront intégrés en berges afin de créer des micro-habitats aquatiques.

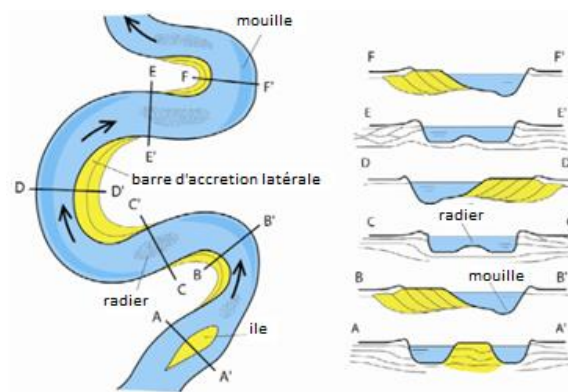


Figure 16 : Vue en plan et coupe de l'alternance de faciès radiers/mouilles

- **Radiers positionnés aux points d'inflexions des méandres et mouilles de concavité dans les coudes des méandres.** Ainsi, au fil des crues, les profils en travers pourront prendre des formes variées/hétérogènes, selon leur positionnement sur le tracé du cours d'eau, pour reproduire les observations faites en conditions naturelles.
- **Alternance des radiers intervient tous les 12 LPB du cours d'eau**, soit 71 radiers répartis tous les 3,6m, de longueur 0,72m et de dénivelé 5,6cm, ce qui permet une bonne accélération des écoulements et une pérennité du

profil en long. Généralement calée sur environ 7 LPB, cette distance inter-radiers peut être augmentée sur des têtes de bassin versant comme ce ruisseau afin d'assurer un dénivelé satisfaisant au droit de chaque radier (un dénivelé inférieur à 4cm ne permet pas une alternance de faciès d'écoulement satisfaisante). Cet ajustement de la distance inter-radiers est issu d'échanges avec les services de l'OFB (Mikaël Le Bihan / SD35 / SD56) sur des projets similaires ces dernières années.

- Pour éviter l'envolement des radiers, la phase travaux s'assurera que les radiers aval n'envoient pas les radiers amont : il faudra ainsi respecter la relation « **cote fin de radier amont ($Y_{\text{amont_R2}}$) = cote tête de radier aval ($Y_{\text{aval_R1}}$)** » pour chaque radier recréé, en commençant par les travaux de création de radier par l'aval du ruisseau.

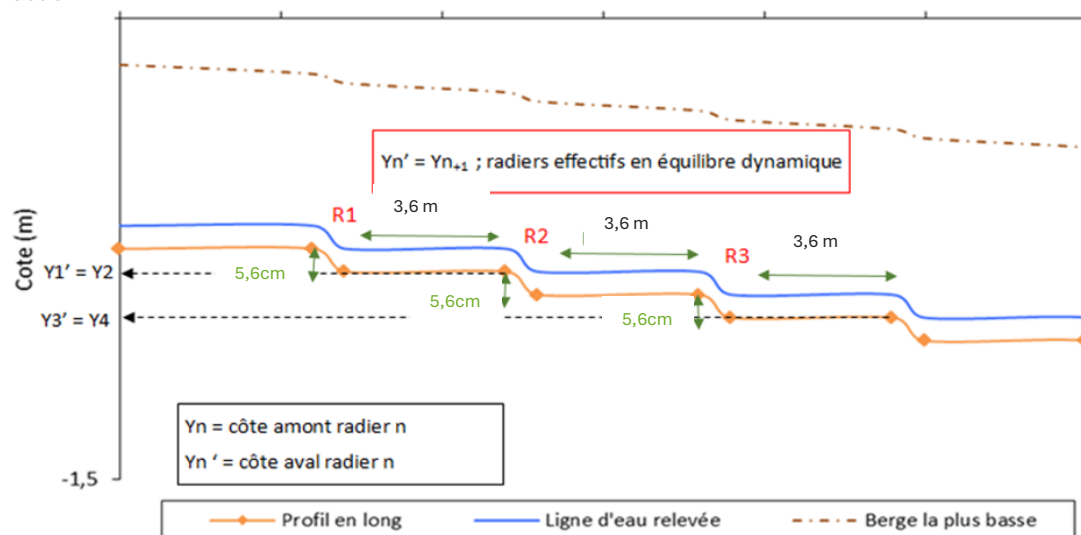


Figure 17 : Principe de mise en œuvre des radiers sur le profil en long du tronçon restauré (adapté de Péchard, 2018)

- **Profil en long ne devant pas être uniquement modelé par l'apport de la granulométrie, mais élaboré au moment du terrassement**, en créant du relief sur le fond du lit à l'aide de la pelleuse.

De plus, le **terrassement du nouveau lit anticipera les 20-25cm de recharge granulométrique** qui rehaussera le fond terrassé. Les ; un cours d'eau présentant des fosses régulièrement réparties permet aux étiages sévères dans un cours d'eau fonctionnel (Malavoi et Bravard, 2011).

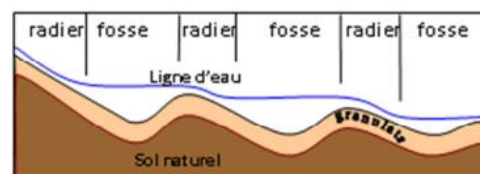


Figure 18 : Terrassements à mettre en œuvre en phase chantier

- **Comblement de l'ancien lit des ruisseaux** par les déblais issus du reméandrage.
- **Plantation d'aulnes** sur quelques portions de ruisseau, en rive sud, afin d'apporter ombrage et fraîcheur.
- **Création/restauration de mares** (cf. chapitre suivant « La restauration des milieux »).

État d'avancement du projet de ZAC au 12 juin 2025 :

Le projet de ZAC intègre cette proposition de reméandrage des cours d'eau (cf. annexe n°3).

2.3.2 La diversification des milieux

Prescription :

La restauration de la zone humide passe par sa renaturation et le renforcement de ses fonctionnalités écologiques, permettant ainsi de créer des milieux plus « naturels », supports de biodiversité.

Les mesures apportées ci-après sont intimement liées au reméandrage du cours d'eau et à la reconnexion lit mineur/lit majeur (cf. ci-avant) qui favoriseront le retour vers un fonctionnement plus « naturel » de cette zone humide.

Précision technique :

Il convient, d'une part, de recréer un milieu plus « naturel », basé sur la reconversion du labour en prairie et, d'autre part, de créer des milieux favorables à l'expression de la biodiversité (mares) :

- **Semis prairial :** A l'issue des travaux sur la zone humide (voir chapitre 2.3.1), les terrassements seront recouverts de terre végétale sur 20 à 25 cm (prélevée sur place) et un semis prairial sera effectué. Si possible, le semis sera réalisé à base d'un mélange adapté « zones humides », sous réserve de trouver un fournisseur local. A défaut, un semis prairial « classique » (ray grass, fétuques, pâturin) pourra être mis en place, la flore spontanée viendra progressivement remplacer le cortège végétal du fait du caractère humide du terrain ;
- **Restauration de la mare enfrichée :** La mare qui se trouve au sud de la zone humide (cf. Figure 14) est actuellement envahie par les saules. On profitera de la restauration de la zone humide pour supprimer les saules par arrachage et reprofiler la mare, afin de lui redonner une morphologie plus « douce » (cf. ci-après). On veillera cependant à maintenir sa position actuelle et sa surface (quelques m²) ;
- **Creusement de 2 mares supplémentaires :** Pour diversifier les habitats naturels et favoriser le maintien de zones aquatiques ou semi-aquatiques, il est préconisé de creuser 2 mares supplémentaires le long du cours d'eau (voir proposition de localisation - Figure 14). Ces dernières présenteront une surface d'environ 10m² et une morphologie en pente douce au moins sur la moitié de leur pourtour (voir schéma ci-dessous). Quelques plantes amphibies et héliophytes pourront être plantées sur les rives pour amorcer la colonisation végétale (lycope d'Europe, menthe aquatique, salicaire, lysimaque commune, renoncule flamette, ...)

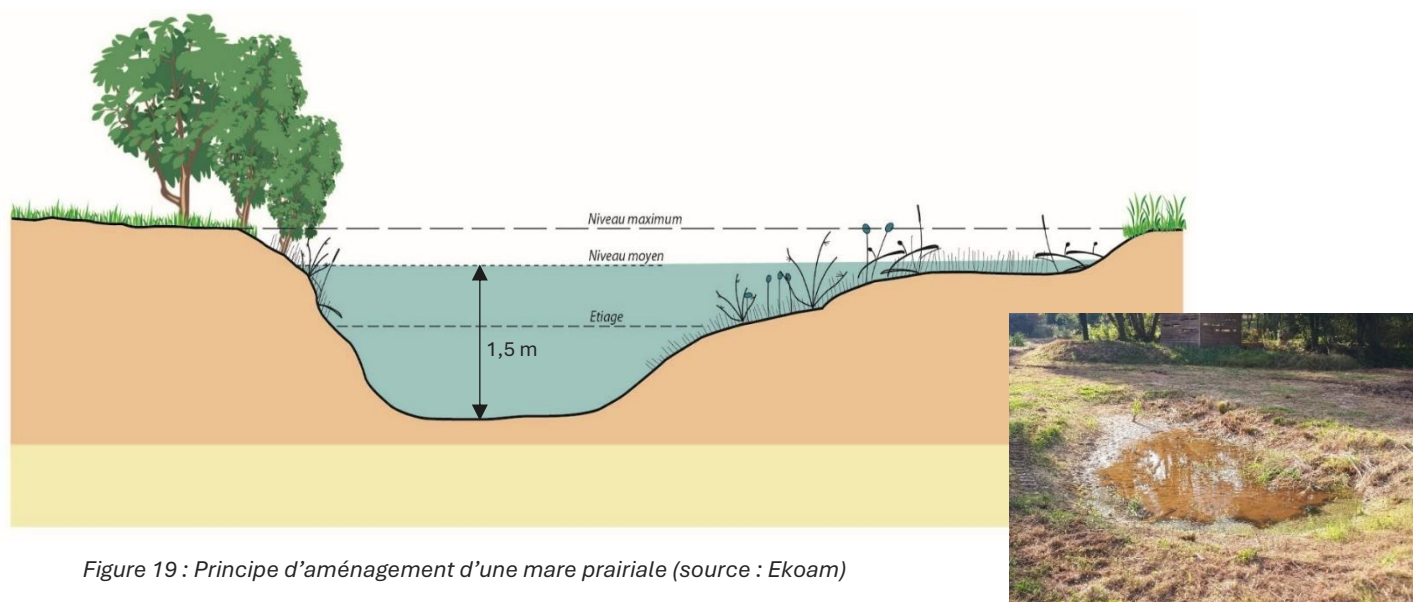


Figure 19 : Principe d'aménagement d'une mare prairiale (source : Ekoam)

État d'avancement du projet de ZAC au 12 juin 2025 : Le projet d'aménagement intègre la restauration de la mare et la création de 2 mares supplémentaires (cf. Figure 14). A noter que le projet prévoit, en outre, la mise en place de petits tas de bois et pierriers, notamment à proximité de la zone humide. Ces derniers offriront autant d'abris complémentaires pour la petite faune terrestre liée à la zone humide (insectes, amphibiens, ...).

2.4 Les usages au sein de la zone humide : quiétude pour la faune et gestion adaptée des milieux

Prescription :

Le projet de renaturation va permettre de retrouver une zone humide fonctionnelle, aussi bien d'un point de vue hydraulique, que pour l'accueil de la biodiversité. La pérennité de cette fonctionnalité passe par le maintien d'une certaine quiétude au cœur de la zone humide, ce qui favorisera sa recolonisation par la faune. Une gestion adaptée est également nécessaire pour permettant le maintien d'habitats « ouverts » (prairiaux).

Précision technique :

Pour préserver/renforcer les fonctionnalités écologiques de la zone humide, il s'agira :

- d'y limiter la pression humaine, par **report des cheminements sur les marges** de la zone humide et **mise en place de clôtures** pour en limiter l'accès (ganivelles ou clôture à moutons) ;
- d'y maintenir une **gestion agricole extensive** permettant d'entretenir le milieu. La gestion pourra consister en une fauche annuelle de fin de printemps (après le 15 juin, si intervention d'un agriculteur) ou plus tard (septembre, si gestion en régie), avec export. Il est préconisé de maintenir une bande non fauchée sur les marges de la parcelle afin d'offrir des espaces refuge pour la faune en hiver. Une rotation annuelle des zones fauchées/non fauchées est à envisager pour entretenir ces dernières au moins 1 fois tous les 2 à 3 ans. La gestion pourrait également consister en la mise en place d'un éco-pâturage, qui pourrait être « tournant » avec les parcelles plus hautes (non humides). La pression de pâturage devra rester très extensive (0,5 UGB/ha en moyenne sur l'année).

État d'avancement du projet de ZAC au 12 juin 2025 :

Le plan d'aménagement de la ZAC permet d'intégrer et de protéger la prairie humide (report du cheminement doux, clôture le long des platelages). Un accès devra être prévu pour permettre à un petit tracteur de pouvoir effectuer l'entretien (fauche).

ETUDE DE FONCTIONNEMENT HYDROGEOLOGIQUE

RAPPORT

Référence de proposition : 129001 SI REN 02a

ZAC de la Houssaye - SAINT-MALO (35)



CLIENT : Ville de Saint-Malo
Place Chateaubriand
CS 21826
35418 Saint-Malo

ETUDE DE FONCTIONNEMENT HYDROGEOLOGIQUE

ZAC de la Houssaye - SAINT-MALO (35)

Dossier	Agence	N° prestation	Prestation	N° Pièce	Type Document	Date	Commentaires / version
129001	SI REN	02a	HYDRO	2	Rapport	27/06/2025	État : Final

Ingénieur/Rédacteur	Chef de projet	Superviseur
Nicolas DUCASSE 	Nicolas DUCASSE 	Sylvain BERGERONNEAU 

CONDITIONS D'EXPLOITATIONS DU PRÉSENT RAPPORT

L'utilisation de ce rapport doit respecter les conditions d'exploitation des études d'environnement (voir annexe 4).

En particulier :

- Le rapport a été établi avec les informations disponibles au moment de la rédaction de l'étude et dans l'état actuel des connaissances techniques, juridiques et scientifiques.
- Le rapport et ses annexes forment un document indissociable. Ce document ne peut être exploité que dans son intégralité.

Ce rapport n'est pas un rapport géotechnique et ainsi ne préconise pas les dispositions constructives à prendre vis-à-vis des eaux souterraines.

Ce rapport a pour but de fournir les valeurs de niveaux piézométriques au droit du site d'étude, dans le premier mètre de sol.

129001	SI REN	02a	HYDRO	2	27/06/2025	Nicolas DUCASSE	Nicolas DUCASSE	Sylvain BERGERONNEAU	Final
Dossier	Agence	N° Prestation	Prestation	N° Pièce	Édition du	Ingénieur/Rédacteur	Chef de projet	Superviseur	État

SOMMAIRE

1. MISSIONS.....	5
2. ÉTUDE DOCUMENTAIRE	6
2.1. DOCUMENT DE REFERENCE.....	6
2.2. RAPPEL DU PROJET	6
2.3. DESCRIPTIF DU SITE	7
2.3.1. Localisation.....	7
2.3.2. Topographie.....	8
2.4. CONTEXTE METEOROLOGIQUE	8
2.5. CONTEXTE GEOLOGIQUE	8
2.5.1. Généralités.....	8
2.5.2. Nature des sols attendue au droit du site	9
2.6. CONTEXTE HYDROLOGIQUE.....	10
2.6.1. Réseau hydrographique	10
2.6.2. Réseau hydrographique local.....	10
2.7. CONTEXTE NATUREL : ZONE HUMIDE (IAO SENN)	13
2.8. CONTEXTE HYDROGEOLOGIQUE	14
2.8.1. Aquifère au droit du site.....	14
2.8.2. Sensibilité aux remontées de nappe	15
3. DONNEES HYDROGEOLOGIQUES AU DROIT DU SITE.....	16
3.1. SONDAGES A LA PELLE MECANIQUE	16
3.2. NIVEAUX D'EAU SUR SITE ET SUIVIS.....	17
3.3. ANALYSES ET INTERPRETATION	22
4. RECOMMANDATIONS.....	25
4.1. PRESERVATION DES ECOULEMENTS DE NAPPE.....	25
4.1.1. Le cas des sous-sols.....	25
4.1.2. Le cas de la voirie nord/sud.....	26
4.1.3. Le cas de la placette centrale.....	27
4.2. INVESTIGATIONS COMPLEMENTAIRES ENVISAGEABLES	27
4.3. INVESTIGATIONS COMPLEMENTAIRES A PREVOIR PAR LES PORTEURS DE PROJET	28

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Vue aérienne du site d'étude (Source : Géoportail)	7
Figure 2 : Extrait de la carte géologique de Saint-Malo 1/50 000 (Source : BRGM, InfoTerre)	9
Figure 3 : Analyse géologique du site (Source : INFRANEO)	9
Figure 4 : Contexte hydrographique du secteur du projet sur fond de carte aérienne (Source : Géoportail)	10
Figure 5 : Périmètre de la ZAC de la Houssaye, emprise de la zone humide et réseau hydrographique (source : IAO SENN, juin 2025)	13
Figure 6 : Schéma conceptuel des aquifères de socle bretons (source : SIGES Bretagne)	15
Figure 7 : Extrait de la cartographie des sensibilités de remontée de nappe (Source : Géorisques)	15
Figure 8 : Plan d'implantation des essais à la pelle mécanique.....	17
Figure 9 : Plan d'implantation des ouvrages piézométriques.....	19
Figure 10 : Évolution du niveau d'eau et de la pluviométrie au cours du suivi piézométrique (Rattaché en mNGF)	21
Figure 11 : Évolution du niveau d'eau et de la pluviométrie au cours du suivi piézométrique (en profondeur)	21
Figure 12 : Esquisse piézométrique réalisées selon les relevés de nappe en date du 27/03/2025 (hautes eaux).....	22
Figure 13 : Esquisse piézométrique réalisées selon les relevés de nappe en date du 19/06/2025	23
Figure 14 : Sous-sols concernés par la prescription de tapis drainant (Source : IAO SENN).....	26

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Contexte météorologique régional (Source : station météorologique de Dinard – St Malo).....	8
Tableau 2 : Caractéristiques des ouvrages piézométriques.....	18
Tableau 3 : Relevés manuels réalisés au droit des piézomètres.....	20

LISTE DES ANNEXES

ANNEXE 1	INFORMATION SUR LES OBLIGATIONS RELATIVES AUX PIÉZOMÈTRES
ANNEXE 2	CONDITIONS D'EXPLOITATION

129001	SI REN	02a	HYDRO	2	27/06/2025	Nicolas DUCASSE	Nicolas DUCASSE	Sylvain BERGERONNEAU	Final
Dossier	Agence	N° Prestation	Prestation	N° Pièce	Édition du	Ingénieur/Rédacteur	Chef de projet	Superviseur	État

1. MISSIONS

La Ville de Saint-Malo entreprend l'**Erreur ! Source du renvoi introuvable.** sur la commune de Saint-Malo (35) dans le secteur dit de « La Houssaye ».

Cette mission hydrogéologique donne suite à la mise en œuvre du marché référencé 24-103 dont la notification d'attribution a été réalisée le 27/11/2024 ainsi qu'à l'ordre de service n°1 en date du 25/04/2025 signifiant le démarrage de la mission en tranche ferme.

Dans le cadre de ce marché SOLER IDE, co-traitant du mandataire IAO SENN, s'est vu confié les missions suivantes :

- La réalisation de 2 piézomètres (6,0 m de profondeur), afin d'intercepter les niveaux de nappe superficielle ;
- La réalisation d'un suivi piézométrique automatique de 6 mois (sondes d'enregistrement) au droit des 2 nouveaux ouvrages piézométriques ;
- La réalisation d'un suivi piézométrique manuel au droit des piézomètres existant, réalisés par INFRANEO en 2023 ;
- La réalisation de 3 sondages à la pelle mécanique à 2,0 m de profondeur.
- L'exploitation des données d'enregistrement automatique et la réalisation d'un compte rendu piézométrique détaillé présentant les niveaux de nappe observés.

Conformément au mémoire technique, les objectifs principaux de cette mission sont :

- La description du contexte hydrogéologique local ;
- La méthodologie mise en place et le détail des investigations mises en œuvre ;
- Les résultats des investigations sous formes de coupes, schémas, graphiques, planches photographiques et cartographies ;
- Les conclusions et recommandations au regard de la présence de la zone humide en lien avec le projet d'aménagement.

La mission n'a pas pour objectif :

- La définition de la faisabilité d'infiltration des eaux pluviales au droit du site ;
- De préconiser les dispositions constructives à prendre pour le dimensionnement de la gestion des eaux pluviales ;
- L'estimation du risque de remontée de la nappe à travers une étude des Niveaux des Plus Hautes Eaux (NPHE) ;
- L'estimation des débits d'exhaure en phase travaux et la fixation du contexte réglementaire vis-à-vis du régime de la Loi sur l'Eau auquel sera soumis le projet ;
- La modélisation hydrodynamique.

En outre, cette étude ne constitue pas :

- Une étude de pollution au sens de la norme NFX 31620-2 ;
- Une étude géotechnique au sens de la norme NFP 94-500.

Le présent rapport est édité à titre définitif. Le suivi piézométrique s'est terminé le 19/06/2025.

129001	SI REN	02a	HYDRO	2	27/06/2025	Nicolas DUCASSE	Nicolas DUCASSE	Sylvain BERGERONNEAU	Final
Dossier	Agence	N° Prestation	Prestation	N° Pièce	Édition du	Ingénieur/Rédacteur	Chef de projet	Superviseur	État

2. ÉTUDE DOCUMENTAIRE

2.1. Document de référence

L'étude hydrogéologique a été réalisée à partir des éléments suivants :

DONNÉES PUBLIQUES ET CARTES DISPONIBLES

- Données bibliographiques ;
- Carte topographique au 1/25 000ème – IGN ;
- Carte géologique de Saint-Malo au 1/50 000ème – BRGM ;
- Banque de données du sous-sol – site InfoTerre, BRGM ;
- Banque de données sur les eaux souterraines – site ADES, BRGM ;
- Données météorologiques – Météo France & InfoClimat ;
- Données cartographiques du ministère de l'Environnement ;
- Cartes hydrogéologiques au 1/50 000ème – BRGM ;
- Données sur les prélèvements des captages d'eaux souterraines – Agence de l'eau Loire-Bretagne ;
- Chroniques piézométriques et information sur l'état des nappes - Info Sécheresse, imageau.

AUTRES ÉTUDES RÉALISÉES SUR LE SITE

Société	Prestation	N° Pièce	Type Document	Date	Titre / Objet du document
IAO SENN	COTECH	Avant-Projet	Présentation	19/03/2025	Rapport d'avant-projet
IAO SENN	Etude Hydrogéologique	Phase Diagnostic	Présentation	03/04/2025	Réunion intermédiaire phase « diagnostic »
IAO SENN	Etude Hydrogéologique	Phase Diagnostic	Présentation	28/04/2025	Réunion de rendu de la phase « diagnostic »
INFRANEO	G1 PGC	1	Rapport	03/2023	Etude géotechnique G1 PGC

2.2. Rappel du projet

Extrait du CCTP :

« La ville de Saint-Malo projette de créer un **quartier à dominante habitat au nord-est de son territoire**, reliant entre eux les secteurs urbanisés et affirmant la limite naturelle entre les espaces urbains et agricoles. Actuellement, le secteur de la Houssaye est composé majoritairement d'espaces agricoles. Demain, il fera l'objet d'un projet d'extension urbaine maîtrisée et raisonnée. Sa **localisation stratégique en entrée de ville** et son **intégration aux secteurs urbanisés** (zone commerciale, campus, zone résidentielle, pôle de Paramé-Saint-Ideuc) contribueront à la création d'une **nouvelle polarité**.

Le Projet Urbain Stratégique Saint-Malo 2030, étude prospective majeure du territoire, a permis d'identifier le secteur de la Houssaye comme un secteur d'enjeux, précisant ainsi des orientations d'aménagement pour un développement harmonieux de ce quartier en entrée de ville.

Pour initier les études de ce secteur, la Ville de Saint-Malo a lancé une consultation de maîtrise d'œuvre en septembre 2018, permettant de retenir le groupement Atelier Philippe Madec / GLAZ Architectes / AIRES paysagiste / IAO SENN / ECR environnement / Mobhili / CERCIA Conseil / Cabinet Caradeux Consultants / Jérémie FORGEUX en mars 2019.

L'étude d'impact de la ZAC de la HOUSSAYE préconise la réalisation d'une étude hydrogéologique à mener au stade réalisation de la ZAC. Celle-ci doit permettre de **préciser les données recueillis dans le cadre de l'étude d'impact et d'adapter au mieux le projet urbain et les principes de la gestion des eaux pluviales**. Cette étude a aussi pour but de **livrer de nouvelles informations sur l'alimentation et le fonctionnement de la zone humide**.

129001	SI REN	02a	HYDRO	2	27/06/2025	Nicolas DUCASSE	Nicolas DUCASSE	Sylvain BERGERONNEAU	Final
Dossier	Agence	N° Prestation	Prestation	N° Pièce	Édition du	Ingénieur/Rédacteur	Chef de projet	Superviseur	État

La préservation de la zone humide a également fait l'objet de plusieurs questions de la part de la population lors de la concertation du public. Les conclusions de l'étude devront être présentées et rédigées afin de permettre la bonne compréhension d'un public non technique et participer à rassurer les inquiétudes révélées lors du stade de création de la ZAC.

Dans ce contexte, la société Soler IDE s'est vue confié la réalisation d'une mission d'expertise hydrogéologique dans le cadre de la mise en œuvre du marché référencé 24-103 dont la notification d'attribution a été réalisée le 27/11/2024.

2.3. Descriptif du site

2.3.1. Localisation

Extrait du CCTP :

« La Ville de Saint-Malo est le maître d'ouvrage du projet de ZAC de la Houssaye sans délégation ou concession d'aménagement mise en place.

Le secteur dit de « La Houssaye » a été retenu par la Ville pour y développer ce projet de ZAC. Ce secteur est situé dans le quartier Le Levy-Saint-Ideuc, au nord-est de la ville de Saint-Malo. La ZAC de la Houssaye est bordée :

- Au nord par le lieu-dit Bonne Rencontre, puis des terres agricoles,
- À l'ouest par l'urbanisation de Saint-Ideuc, avec notamment le lotissement Bonne Rencontre,
- À l'est par le hameau de la ville Besnard et la D355 (rue de la Croix Désilles),
- Au sud par la zone commerciale et le rond-point des Français libres.

Le périmètre opérationnel de la ZAC s'étend sur une surface de 10,9 ha. »

L'emprise de la ZAC de la Houssaye est présentée en suivant.



Figure 1 : Vue aérienne du site d'étude (Source : Géoportail)

129001	SI REN	02a	HYDRO	2	27/06/2025	Nicolas DUCASSE	Nicolas DUCASSE	Sylvain BERGERONNEAU	Final
Dossier	Agence	N° Prestation	Prestation	N° Pièce	Édition du	Ingénieur/Rédacteur	Chef de projet	Superviseur	État

2.3.2. Topographie

Le projet se trouve dans un contexte général de pente :

- Orienté en direction du nord-ouest sur sa partie sud-est ;
- Orienté en direction de l'ouest sur sa partie nord-ouest.

D'après la cartographie IGN, le site étudié se trouve à une altitude comprise entre 30,0 et 40,0 mNGF environ.

La localisation de la zone d'étude en coordonnées Lambert 93, en se basant sur un point arbitraire au centre du projet, est la suivante :

X : 334 451 m
Y : 6 851 553 m

2.4. Contexte météorologique

La Bretagne se situe dans un bassin sous influence océanique. Les vents dominants sont orientés au sud-ouest.

D'après les mesures effectuées par la station météorologique de Dinard – St Malo (Données : InfoClimat), les normales annuelles pour la zone d'étude sont les suivantes :

Tableau 1 : Contexte météorologique régional (Source : station météorologique de Dinard – St Malo)

Température normale minimale (°C)	Température normale maximale (°C)	Pluviométrie annuelle : hauteur des précipitations (mm)
7,8	14,9	757

2.5. Contexte géologique

2.5.1. Généralités

D'après les informations fournies par le BRGM, la carte géologique de Saint-Malo (n°207) au 1/50 000^{ème} et sa notice, la succession des formations géologiques présente au droit du site à l'étude, sous un éventuel recouvrement de surface, est la suivante :

- Allotérites des migmatites indifférenciées (Néoprotérozoïques) ;
- Substratum métamorphique Migmatites indifférenciées (Néoprotérozoïques).

La carte géologique est présentée en suivant.

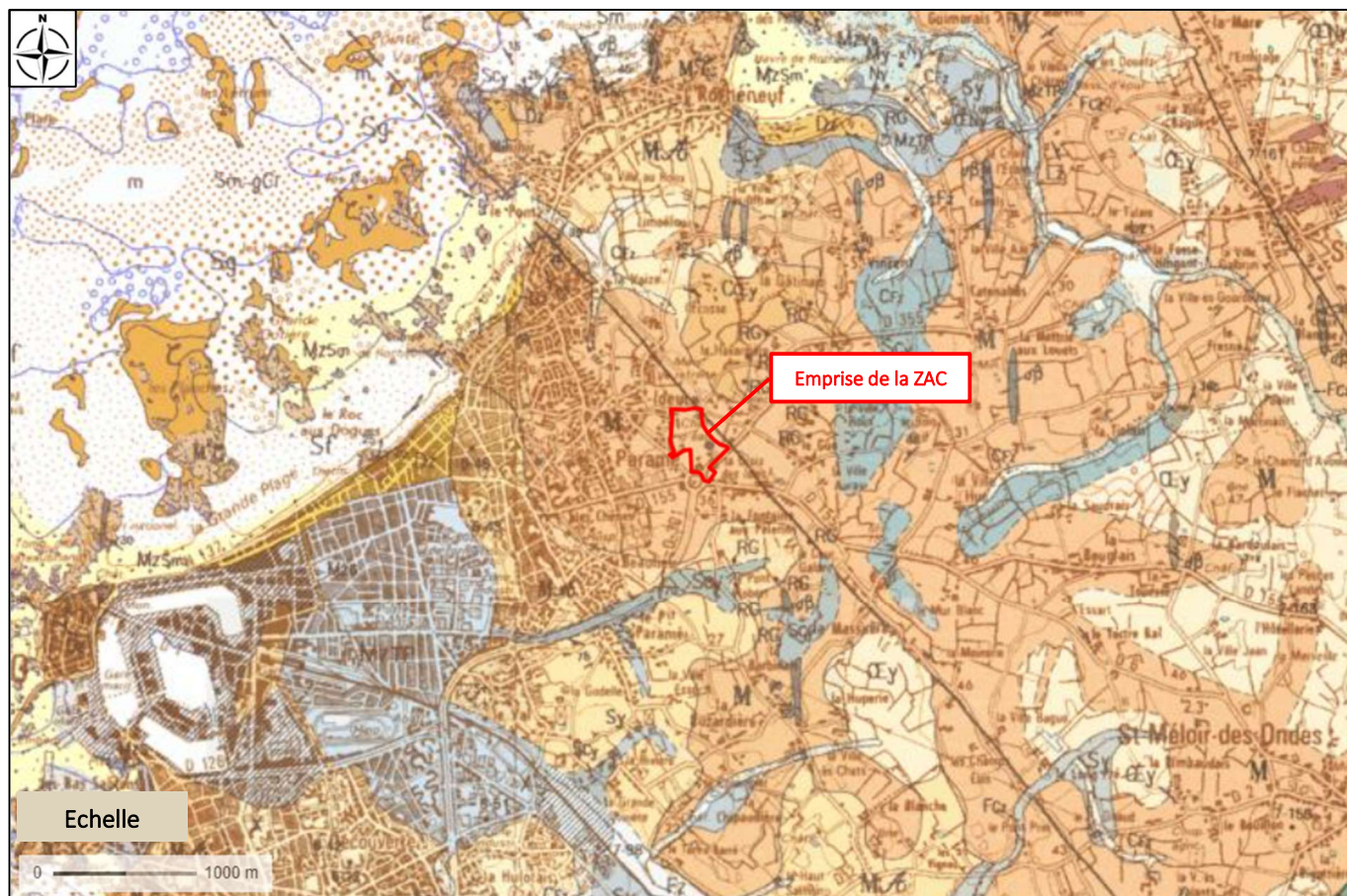


Figure 2 : Extrait de la carte géologique de Saint-Malo 1/50 000 (Source : BRGM, InfoTerre)

2.5.2. Nature des sols attendue au droit du site

L'étude géotechnique G1 PGC réalisée par INFRANEO en mars 2023 a permis de préciser la nature et l'épaisseur des formations du sous-sol. Les résultats de ces investigations sont présentés ci-après :

L'ensemble des résultats permet de dresser la coupe géologique schématisée ci-après :

- H1 / des **formations superficielles**, composées de sols remaniés, limons, reconnues jusqu'à 0.3 / 1.5 m de profondeur ;
- H2 / des **arènes granitiques**, de couleurs marron orangée, reconnues jusqu'à 0.7 / 2.5 m de profondeur sauf au droit de SP5 ;
- H3.1 / des **argiles** de couleur bariolée, à beige gris, reconnues seulement au droit de SP5 jusqu'à 2.7 m de profondeur ;
- H3.2 / des **argiles compactes ou arènes granitiques argileuses**, reconnues seulement au droit du sondage SP5 et jusqu'à la fin du sondage soit environ 5.5 m de profondeur ;
- H4 / des **granites +/- altérés** de couleur beige à gris, reconnus jusqu'à la fin des sondages, soit entre 1.7 et 5.0 m de profondeur et provoquant le refus de la tarière sauf au droit du sondage SP8.

Figure 3 : Analyse géologique du site (Source : INFRANEO)

129001	SI REN	02a	HYDRO	2	27/06/2025	Nicolas DUCASSE	Nicolas DUCASSE	Sylvain BERGERONNEAU	Final
Dossier	Agence	N° Prestation	Prestation	N° Pièce	Édition du	Ingénieur/Rédacteur	Chef de projet	Superviseur	État

2.6. Contexte hydrologique

2.6.1. Réseau hydrographique

La commune de Saint-Malo est caractérisée par un réseau hydrographique relativement dense, représenté par quelques cours d'eau en talweg et leurs affluents, avant de se jeter dans la Manche. On notera la présence :

- Du Routhouan, affluent de la Rance, 2,5 km au sud-ouest ;
- De la Ranc, 5,8 km au sud-ouest du site à l'embouchure avec la Manche ;
- Des cours d'eau mineurs 2,5 km au nord-est du site environ.



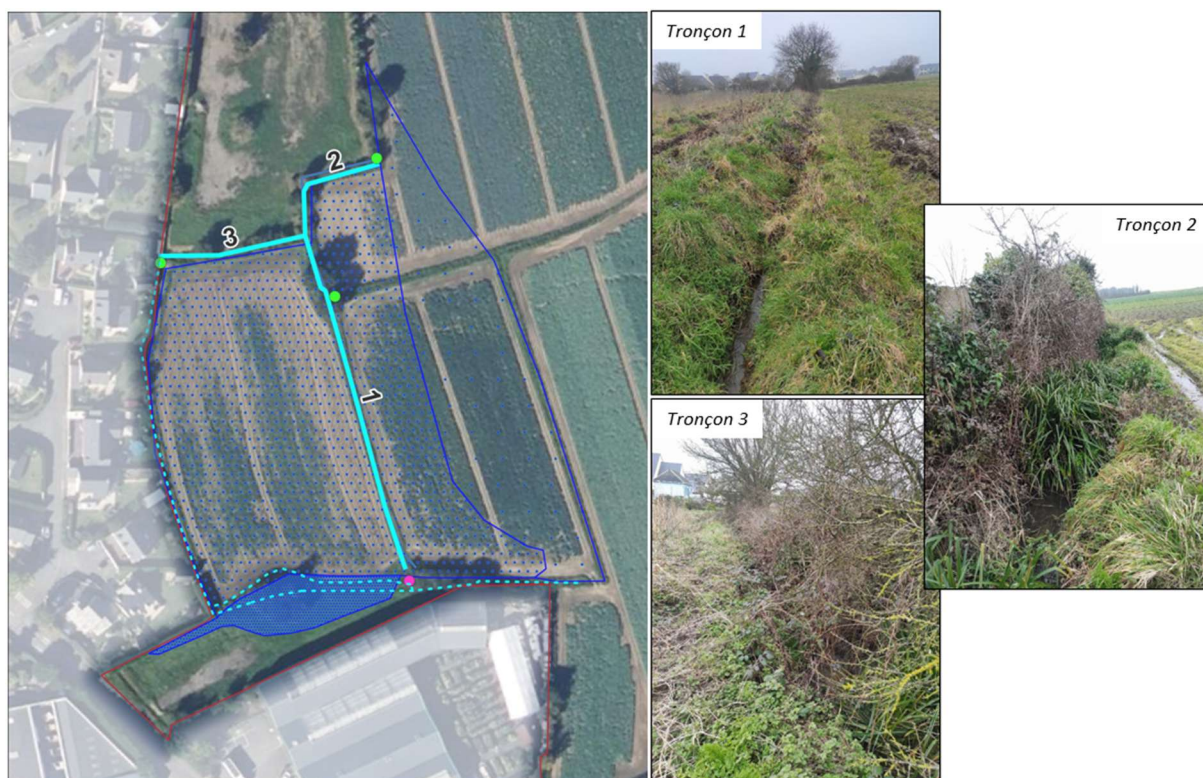
Figure 4 : Contexte hydrographique du secteur du projet sur fond de carte aérienne (Source : Géoportail)

2.6.2. Réseau hydrographique local

Un ruisseau et son affluent ont été mis en évidence à l'ouest du site dans le cadre des études menées par IAO SENN. Le tracé a été validé en 2022 par la DDTM 35. Le chapitre suivant est extrait du rapport provisoire produit par IAO SENN en date de juin 2025. Ainsi :

« Trois tronçons distincts ont été identifiés sur site, correspondant au ruisseau principal, dénommé ruisseau de la Houssaye par la suite (et noté 1 et 3 sur la carte ci-dessous) et son affluent (noté 2).

129001	SI REN	02a	HYDRO	2	27/06/2025	Nicolas DUCASSE	Nicolas DUCASSE	Sylvain BERGERONNEAU	Final
Dossier	Agence	N° Prestation	Prestation	N° Pièce	Édition du	Ingénieur/Rédacteur	Chef de projet	Superviseur	État



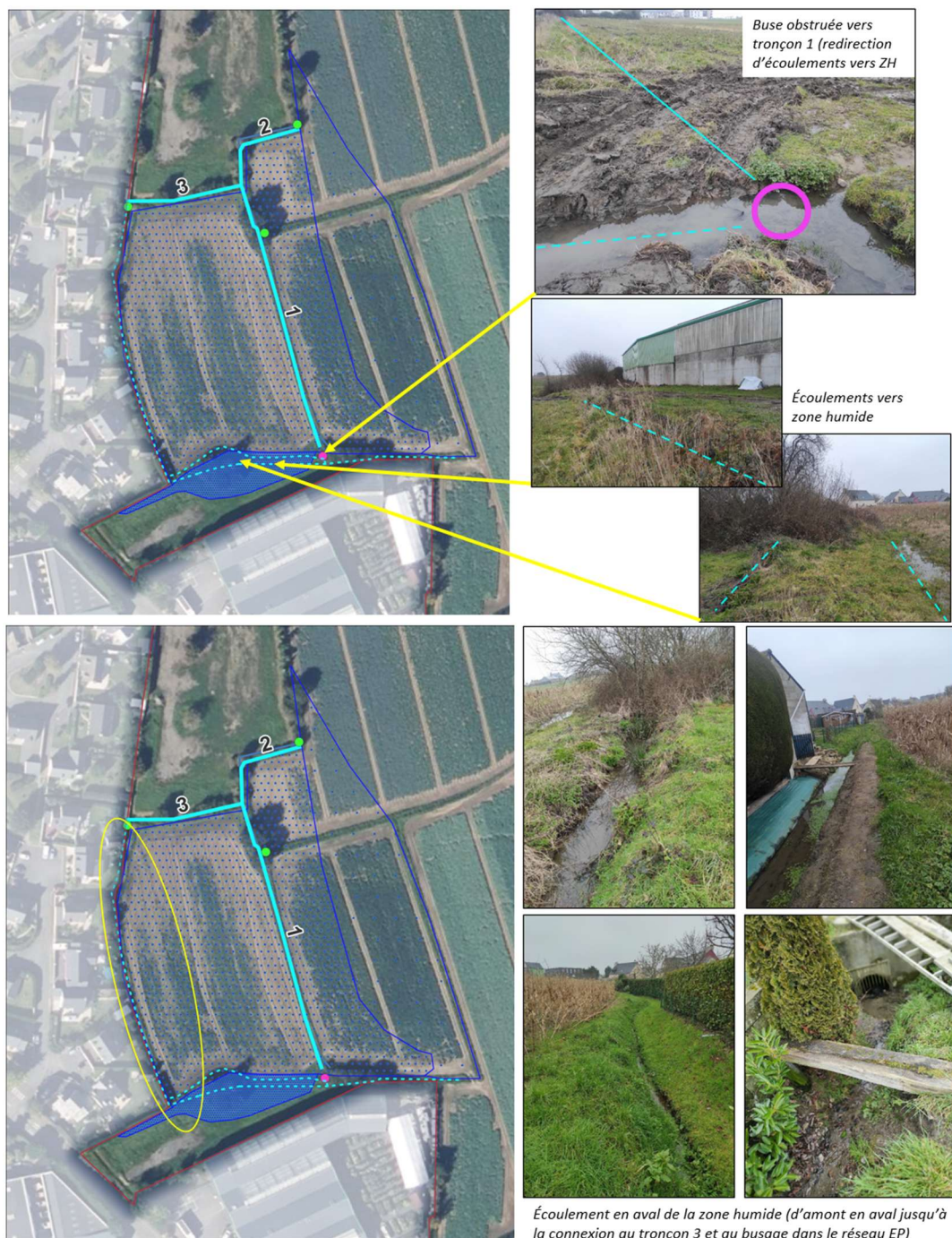
Il est à noter qu'au regard des observations de terrain, le réseau hydrographique situé directement en amont du tronçon présente également les caractéristiques d'un cours d'eau et pourra être classé comme tel suite aux futurs échanges avec les services de la DDTM 35.



En limite amont du tronçon 1, une buse obstruée redirige une partie du débit vers un réseau hydraulique annexe (fossé) et vers la zone humide sur sa partie sud, à savoir la mare enfrichée. En sortie de mare, les écoulements se poursuivent au sein d'un

129001	SI REN	02a	HYDRO	2	27/06/2025	Nicolas DUCASSE	Nicolas DUCASSE	Sylvain BERGERONNEAU	Final
Dossier	Agence	N° Prestation	Prestation	N° Pièce	Édition du	Ingénieur/Rédacteur	Chef de projet	Superviseur	État

fossé longeant les habitations ouest et confluant avec le ruisseau en aval du tronçon 3, directement au droit de l'entrée dans le réseau d'eaux pluviales communal. Ce fossé fait l'objet d'un entretien plus ou moins intense selon les riverains.



Les trois tronçons de cours d'eau s'avèrent très fortement artificialisés après application du protocole OFB, ce qui s'explique par plusieurs paramètres :

- Tracé rectifié (rectiligne) et hors talweg (déplacé de son point bas topographique historique) ;
- Gabarit recalibré et surdimensionné : environ 1m de large pour 60 à 80cm de haut (plus bas sur tronçon 2, descend jusqu'à 20cm), pour un bassin versant de 0,11km² → nous le verrons dans le chapitre **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**, le gabarit théorique naturel se rapprocherait de 30cm par 7cm ;
- Absence de ripisylve
- Absence de connexion au lit majeur (cours d'eau encaissé, drainant la zone humide plutôt que l'alimentant). »

129001	SI REN	02a	HYDRO	2	27/06/2025	Nicolas DUCASSE	Nicolas DUCASSE	Sylvain BERGERONNEAU	Final
Dossier	Agence	N° Prestation	Prestation	N° Pièce	Édition du	Ingénieur/Rédacteur	Chef de projet	Superviseur	État

2.7. Contexte Naturel : Zone Humide (IAO SENN)

Selon l'étude éditée par IAO SENN :

« Les différentes études réalisées dans le cadre de l'étude d'impact au stade « Création » de la ZAC de la Houssaye ont permis d'actualiser :

- **L'inventaire des zones humides :**

La délimitation des zones humides a été mise à jour en 2022 par le CERESA en suivant les critères définis par l'arrêté du 1er octobre 2009 (modifiant l'arrêté du 24 juin 2008), avec caractérisation de la végétation et réalisation de sondages prospectifs à la tarière à main. Au point bas, les terres agricoles sont concernées par une zone humide de bas-fond d'environ 12 000 m². Sa position en amont d'un ruisseau (bien que busé) lui confère un rôle fonctionnel non négligeable (rétention des eaux, alimentation et protection du cours d'eau). Cette zone humide est cependant en grande partie cultivée de telle sorte que son rôle écologique est très faible. Un précédent inventaire des zones humides, réalisé en 2019, avait délimité une zone humide plus restreinte, sur la base d'une interprétation littérale de la réglementation en la matière.

- **L'inventaire des cours d'eau :**

Un nouveau linéaire de cours d'eau a été identifié selon les critères du SAGE Rance Frémur (cf. carte ci-après). Ce travail a été confirmé par deux visites de terrain, en avril 2022, la première réunissant le bureau d'études IAO SENN, Saint-Malo Agglomération (compétence GEMAPI) et Cœur Emeraude, la seconde réunissant la DDTM 35 et IAO SENN. À ce jour, ce linéaire n'apparaît pas encore sur la cartographie officielle actualisée de la DDTM 35, il est prévu à court terme un échange avec les services de la Police de l'Eau afin de prévoir l'intégration du futur tracé de cours d'eau restauré.

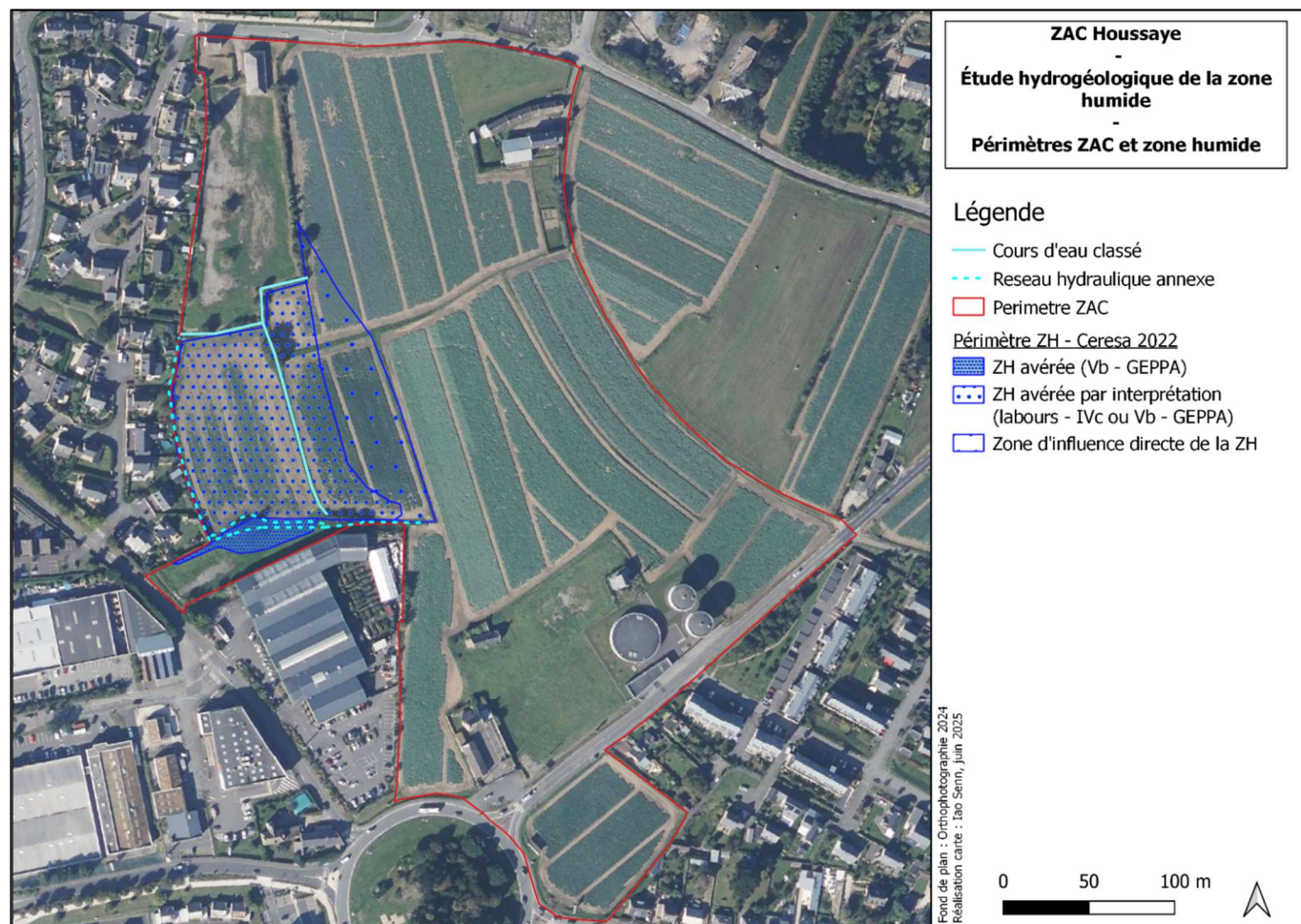


Figure 5 : Périmètre de la ZAC de la Houssaye, emprise de la zone humide et réseau hydrographique (source : IAO SENN, juin 2025)

129001	SI REN	02a	HYDRO	2	27/06/2025	Nicolas DUCASSE	Nicolas DUCASSE	Sylvain BERGERONNEAU	Final
Dossier	Agence	N° Prestation	Prestation	N° Pièce	Édition du	Ingénieur/Rédacteur	Chef de projet	Superviseur	État

En comparaison avec son faible bassin versant amont, cette zone humide étonne au regard de sa surface et des écoulements quasi-continus qui ont entraîné le classement de cours d'eau par la DDTM. En effet, le secteur de la Houssaye est situé sur les hauteurs de Saint Malo, et la présence d'une zone humide de cette taille en point haut interroge.

Les études de ZAC ont fixé comme enjeu environnemental la préservation de la zone humide, et aucun impact direct sur la zone humide n'est prévu. Une zone d'influence directe a elle aussi été définie. Et une attention sur le maintien d'alimentation de la zone humide a été apporté avec des principes de gestion des eaux pluviales basés sur l'écoulement de surface.

La ZAC a aussi l'ambition de corriger les actions passées et de réhabiliter ce milieu naturel afin de lui faire retrouver ses fonctions premières, notamment hydrologiques et support de biodiversité.

Les phases de concertation avec la population ont révélé une attente forte sur le sujet de la zone humide, que ce soit pour des aspirations écologiques ou pour des oppositions de point de vue sur l'urbanisation du secteur de la Houssaye.

Il a donc été décidé par la collectivité, en lançant la présente étude, de pousser les investigations et de mieux comprendre le fonctionnement hydrogéologique, hydrologique et écologique de ce milieu. »

2.8. Contexte hydrogéologique

2.8.1. Aquifère au droit du site

Le site du SIGESBRE (système d'information pour la gestion des eaux souterraines en Bretagne), a élaboré un référentiel des masses d'eau souterraine du bassin de la Bretagne. D'après les données recueillies, la nappe présente au droit du site d'étude fait partie de la masse d'eau FRGG014 – Bassin versant de Rance-Frémur. Elle s'étend sur 1 344 km². Cette masse d'eau est entièrement libre, drainée par le fleuve de la Rance (contribution de 95% des eaux souterraines à l'écoulement de rivière entre juin et octobre), et alimentées principalement par la pluviométrie.

D'après la Base de Données des Limites des Systèmes Aquifères (BDLISA), le site d'étude se trouve dans le périmètre de l'aquifère du socle sédimentaire et plutonique du bassin versant de la Rance de sa source à la mer.

D'après la bibliographie, le bassin de la Rance distingue trois types d'aquifères :

- Les aquifères tertiaires (sables de faluns ou de calcaires) ;
- Les aquifères de nappe alluviale ;
- Les aquifères des roches du socle.

D'après les données bibliographiques et notre connaissance du secteur, **le site d'étude est localisé entièrement en contexte de formations de socle**. Les aquifères des roches du socle sont constitués de deux niveaux superposés. Ils sont étroitement connectés et interdépendants, mais ont des caractéristiques hydrodynamiques différentes :

- L'horizon supérieur est constitué de roche altérée, aux caractéristiques comparables à celles d'un milieu poreux, à porosité importante et faible perméabilité, développée depuis la surface sur parfois plusieurs dizaines de mètres d'épaisseur ;
- L'horizon inférieur (socle « profond ») est un milieu fissuré par la roche saine où les circulations dépendent des réseaux plus ou moins denses de fissures et fractures interconnectées. L'horizon fissuré est de nature plus transmissive (similaire aux fonctionnements karstiques). Les aquifères profonds sont à l'abri de l'influence des variations climatiques saisonnières.

La figure ci-dessous illustre le contexte hydrogéologique du bassin de la Rance :

129001	SI REN	02a	HYDRO	2	27/06/2025	Nicolas DUCASSE	Nicolas DUCASSE	Sylvain BERGERONNEAU	Final
Dossier	Agence	N° Prestation	Prestation	N° Pièce	Édition du	Ingénieur/Rédacteur	Chef de projet	Superviseur	État

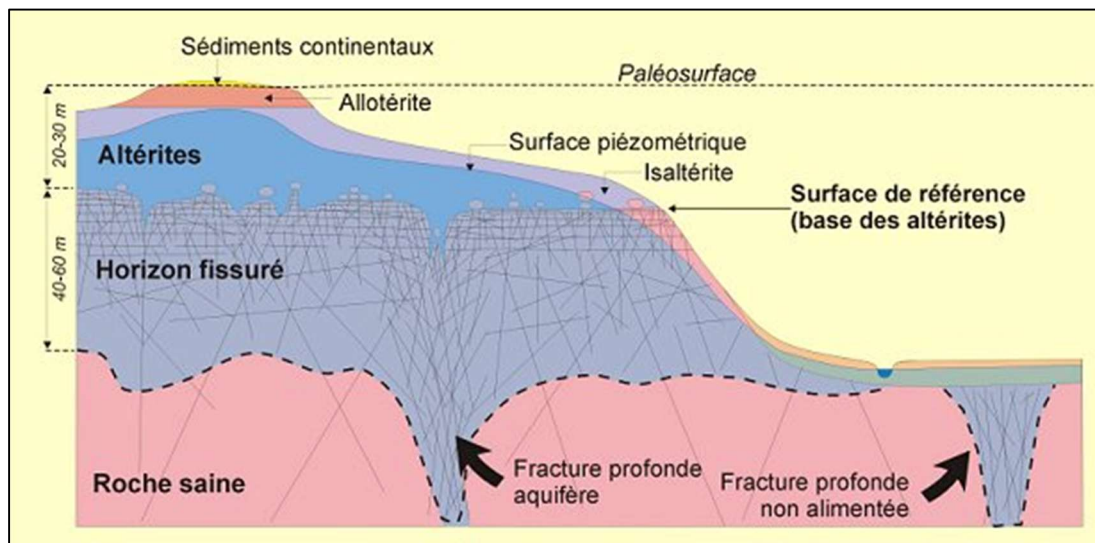


Figure 6 : Schéma conceptuel des aquifères de socle bretons (source : SIGES Bretagne)

D'après les données disponibles et la topographie de la zone, le sens d'écoulement théorique des eaux souterraines au droit du site d'étude semble être orienté vers l'ouest / nord-ouest.

2.8.2. Sensibilité aux remontées de nappe

D'après la carte de sensibilité aux remontées de nappes, le secteur d'étude est cartographié au droit d'une zone non sujette ni aux inondations de cave ni aux débordements de nappe. Cette carte est cependant réalisée à l'échelle régionale et n'est pas représentative du contexte local.

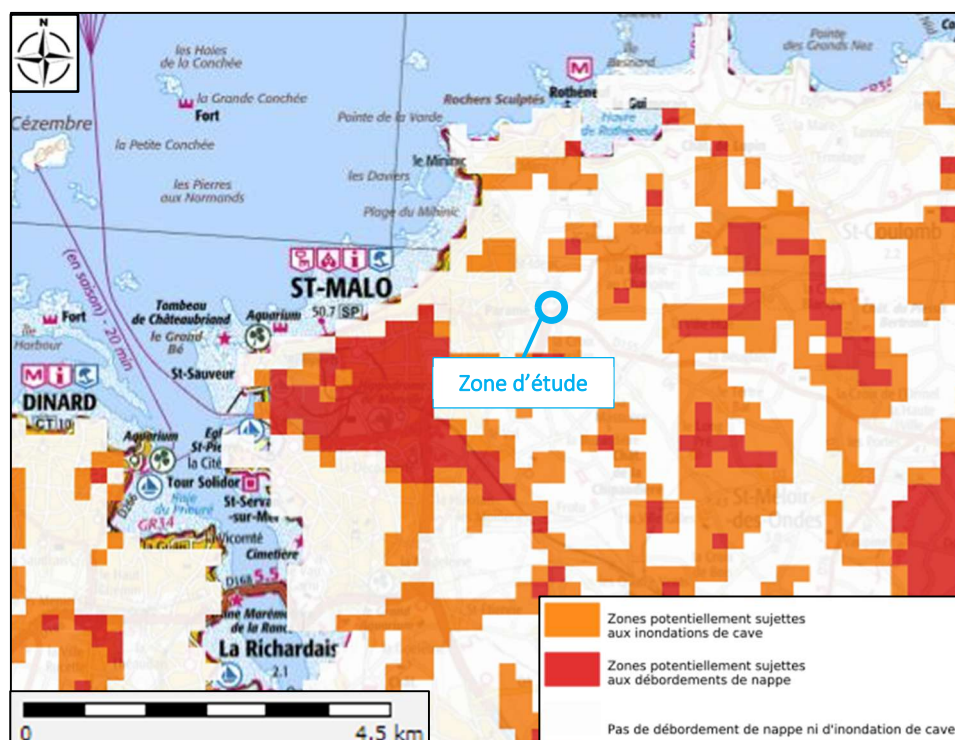


Figure 7 : Extrait de la cartographie des sensibilités de remontée de nappe (Source : Géorisques)

129001	SI REN	02a	HYDRO	2	27/06/2025	Nicolas DUCASSE	Nicolas DUCASSE	Sylvain BERGERONNEAU	Final
Dossier	Agence	N° Prestation	Prestation	N° Pièce	Édition du	Ingénieur/Rédacteur	Chef de projet	Superviseur	État

3. DONNEES HYDROGEOLOGIQUES AU DROIT DU SITE

3.1. Sondages à la pelle mécanique

Dans le cadre des investigations 3 sondages à la pelle ont été réalisés par Soler IDE le 11/02/2025 afin de visualiser la nature des terrains et les éventuelles arrivées d'eau / suintements dans la couche altérée du terrain, au droit de la zone humide définie par AIO SENN dans son étude.

Le détail de ces sondages est présenté en suivant :

Sondage	Niveau (m/TA)		Horizon	Venues d'eau
	De	A		
PM1	0,00	0,45	Limons sablo-graveleux [brun]	1,00 m/TN 1,50 m/TN
	0,30	1,80	Altérites [Marron]	
PM2	0,00	0,30	Remblais : Limon à graves et éléments anthropiques (carrelage)	1,10 m/TN 1,30 m/TN
	0,30	0,70	Limons [Marron]	
	0,70	1,10	Altérites [Marron]	
PM3	0,0	0,40	Limons sablo-graveleux [brun]	0,80 m/TN 1,40 m/TN
	0,40	1,50	Altérites [Marron]	

L'implantation des sondages à la pelle mécanique est la suivante :

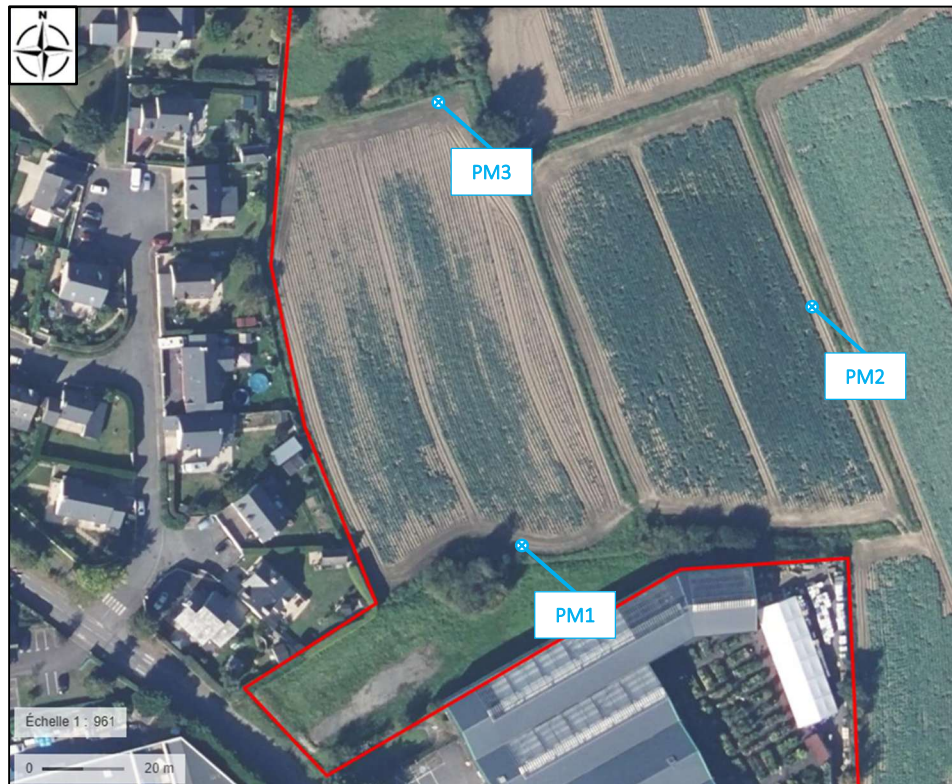


Figure 8 : Plan d'implantation des essais à la pelle mécanique

Le jour des investigations, les ruisseaux mis en évidence par IAO SENN en partie ouest du site étaient en eau. Les sondages PM1 et PM2 ayant été réalisés à proximité de ceux-ci, les venues d'eau observées à partir de 1,0 m de profondeur sont cohérentes avec la profondeur du fil d'eau, quoique quelque peu profondes.

La nature fine des terrains (Limon / altérites) pourrait en effet participer à la limitation des venues d'eau et pourrait témoigner d'une faible perméabilité des terrains encaissant avec une nappe peu productive, ou tout au plus un engorgement constant des terrains à faible profondeur.

Les sondages PM1 et PM3 ont été réalisés à proximité directe des piézomètres PZA et PZB réalisés par Soler IDE. La profondeur des venues d'eau au droit des fouilles reste également plus importante que le niveau de nappe observé le 18/02/2025. Cette différence peut s'expliquer par la pluviométrie observée entre le 11/02 et le 18/02 ayant provoqué une montée du niveau de la nappe.

En tout état de cause, les sondages ont permis la visualisation de venues d'eau à très faible profondeur, corroborant les conclusions de l'étude de IAO SENN sur la présence d'une zone humide.

3.2. Niveaux d'eau sur site et suivis

Deux ouvrages piézométriques (PZA et PZB) ont été implantés le 11/02/2025 pour le suivi du niveau de la nappe. Un troisième ouvrage était initialement prévu au marché mais compte tenu de l'impraticabilité du site, celui-ci n'a pas pu être réalisé, en accord avec la maîtrise d'ouvrage.

Trois ouvrages (PZ1, PZ2 et PZ3) implantés par INFRANEO en 2023 ont également été suivis au cours de la mission hydrogéologique.

Un suivi piézométrique automatique a été réalisé sur les ouvrages PZA et PZB, pour une durée initiale de 6 mois (démarré le 18/02/2025 et terminé prématurément pour les besoins de l'étude le 19/06/2025).

Les ouvrages PZ1, PZ2 et PZ3 ont été suivis manuellement lors de nos passages sur site pour la relève des données d'enregistrement.

129001	SI REN	02a	HYDRO	2	27/06/2025	Nicolas DUCASSE	Nicolas DUCASSE	Sylvain BERGERONNEAU	Final
Dossier	Agence	N° Prestation	Prestation	N° Pièce	Édition du	Ingénieur/Rédacteur	Chef de projet	Superviseur	État

Leurs caractéristiques des ouvrages sont présentées dans les tableaux suivants :

Tableau 2 : Caractéristiques des ouvrages piézométriques

Ouvrages	Référencement (L93)	Cote de l'ouvrage (mNGF)*	Prof. (m/TN)	Crépine (m/TN)	Équipement	Repère
PZ1	X : 334446,8 m	36,6	6,0	De 1 à 6	PVC 51/60 mm	Capot = + 0,54 m/TN
	Y : 6851418,4 m					
PZ2	X : 334345,6 m	31,2	6,0	De 1 à 6	PVC 51/60 mm	Capot = + 0,54 m/TN
	Y : 6851490,8 m					
PZ3	X : 334407,4 m	32,5	6,7	De 1 à 6,7	PVC 51/60 mm	Capot = + 0,56 m/TN
	Y : 6851776,3 m					
PZA	X : 334524,3 m	36,6	6,0	De 1 à 6	PVC 51/60 mm	Capot = + 0,57 m/TN
	Y : 6851627,4 m					
PZB	X : 334313,9m	30,6	6,0	De 1 à 6	PVC 51/60 mm	Capot = + 0,52 m/TN
	Y : 6851619,8m					

* : Nivellement réalisé au GPS de précision

Le plan d'implantation des huit ouvrages est visible ci-dessous :

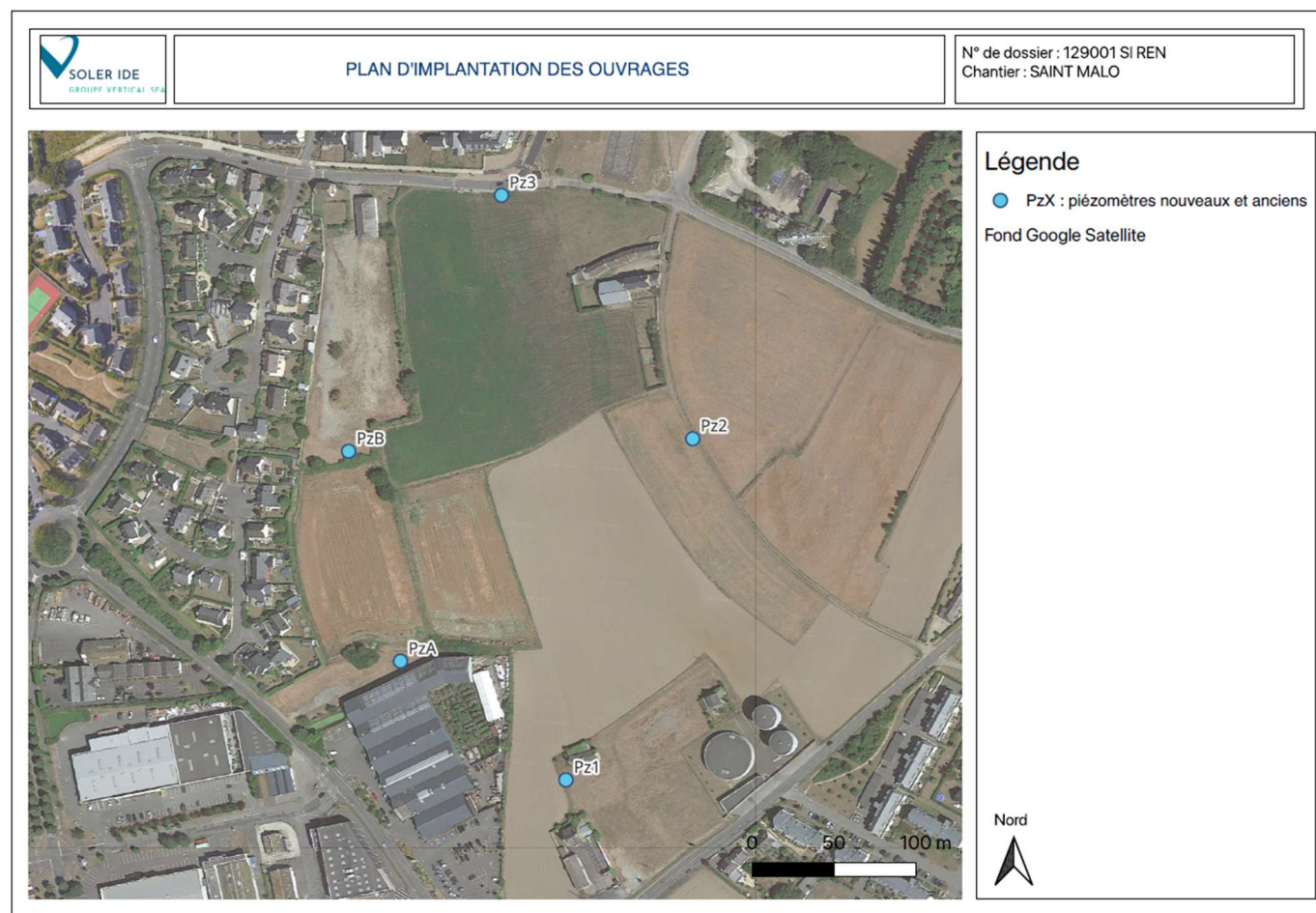


Figure 9 : Plan d'implantation des ouvrages piézométriques

129001	SI REN	02a	HYDRO	2	27/06/2025	Nicolas DUCASSE	Nicolas DUCASSE	Sylvain BERGERONNEAU	Final
Dossier	Agence	N° Prestation	Prestation	N° Pièce	Édition du	Ingénieur/Rédacteur	Chef de projet	Superviseur	État

Le détail des relevés manuels et enregistrements est présenté dans le tableau suivant :

Tableau 3 : Relevés manuels réalisés au droit des piézomètres

	PZA		PZB		PZ1		PZ2		PZ3	
Date du relevé	Prof. (m/TA)	Cote (m NGF)	Prof. (m/TA)	Cote (m NGF)	Prof. (m/TA)	Cote (m NGF)	Prof. (m/TA)	Cote (m NGF)	Prof. (m/TA)	Cote (m NGF)
18/02/2025	0,19	31,03	0,36	30,26	2,24	34,35	2,25	34,34	-	-
21/02/2025	-	-	-	-	-	-	-	-	2,31	30,16
26/02/2025 (DIVER)	0,11	31,11	-	-	-	-	-	-	-	-
03/03/2025	-	-	1,35	29,27	-	-	-	-	-	-
27/03/2025	0,28	30,94	1,50	29,12	3,34	33,25	3,16	33,43	2,48	29,99
28/05/2025 (DIVER)	0,76	30,47	-	-	-	-	-	-	-	-
16/06/2025 (DIVER)	-	-	1,88	28,74	-	-	-	-	-	-
19/06/2025	0,69	30,53	1,86	28,76	4,42	32,17	3,96	32,63	2,79	29,68
Niveau bas enregistré	0,76	30,47	1,88	28,74	2,24	34,35	2,25	34,34	2,31	30,16
Niveau haut enregistré	0,11	31,11	0,36	30,26	4,42	32,17	3,96	32,63	2,79	29,68
Battement sur la durée du suivi (m)	0,65		1,52		> 2,18		> 1,71		> 0,48	

Les graphiques suivants présentent l'évolution du niveau de la nappe au cours du suivi, et la pluviométrie mesurée au droit de la station de Dinard (35) :

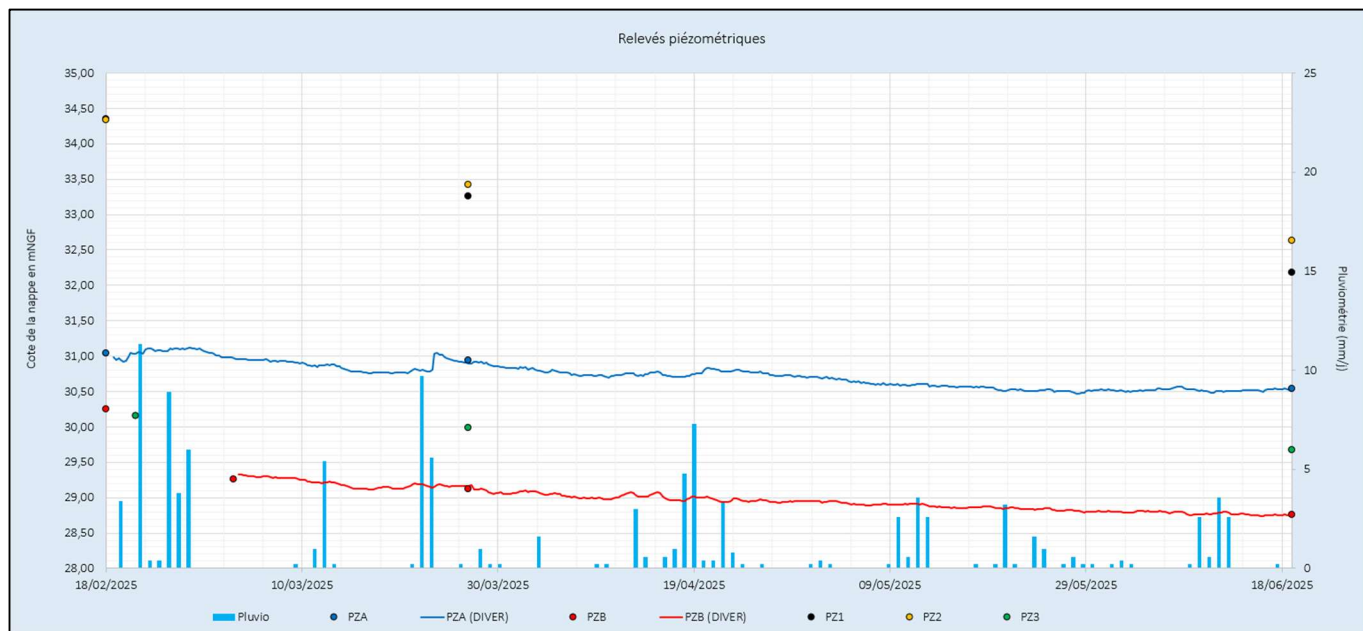


Figure 10 : Évolution du niveau d'eau et de la pluviométrie au cours du suivi piézométrique (Rattaché en mNGF)

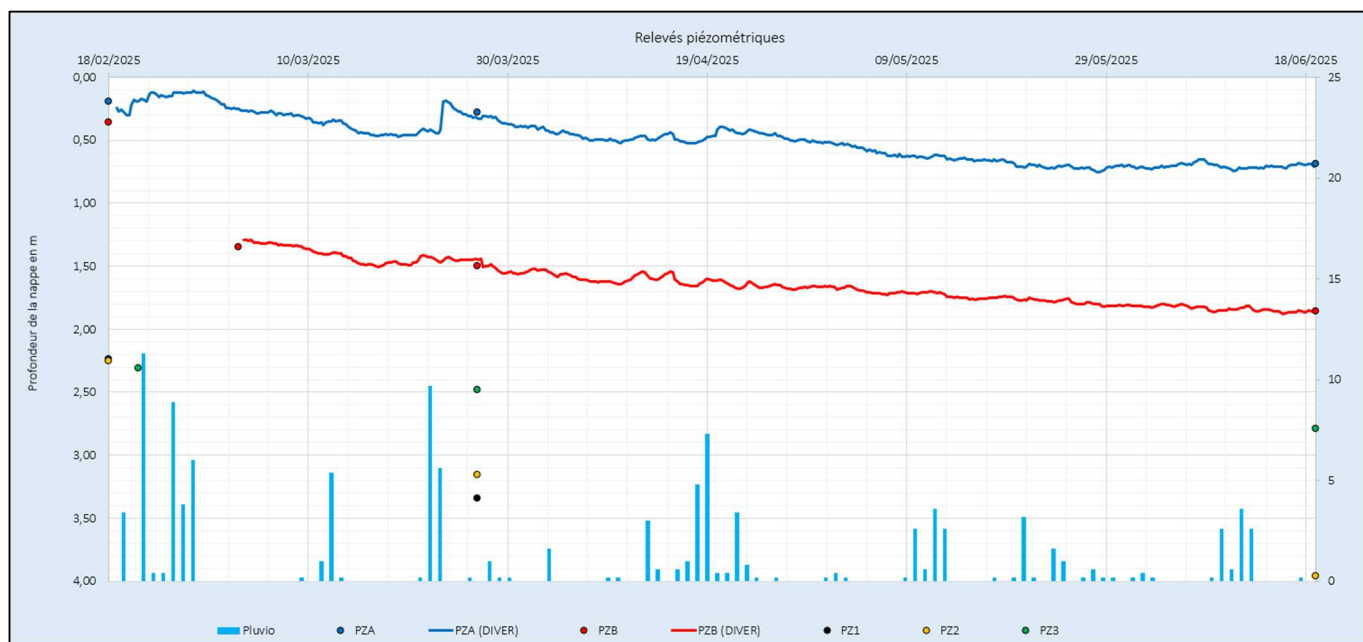


Figure 11 : Évolution du niveau d'eau et de la pluviométrie au cours du suivi piézométrique (en profondeur)

129001	SI REN	02a	HYDRO	2	27/06/2025	Nicolas DUCASSE	Nicolas DUCASSE	Sylvain BERGERONNEAU	Final
Dossier	Agence	N° Prestation	Prestation	N° Pièce	Édition du	Ingénieur/Rédacteur	Chef de projet	Superviseur	État

3.3. Analyses et interprétation

Le suivi piézométrique a permis d'observer l'évolution de la nappe au cours de la période de hautes eaux essentiellement ainsi que le début de la baisse des niveaux vers la période estivale avant les basses eaux (aout – novembre).

L'interprétation des données a permis de dresser des cartographies de la piézométrie à plusieurs périodes, permettant la visualisation des écoulements locaux de nappe :

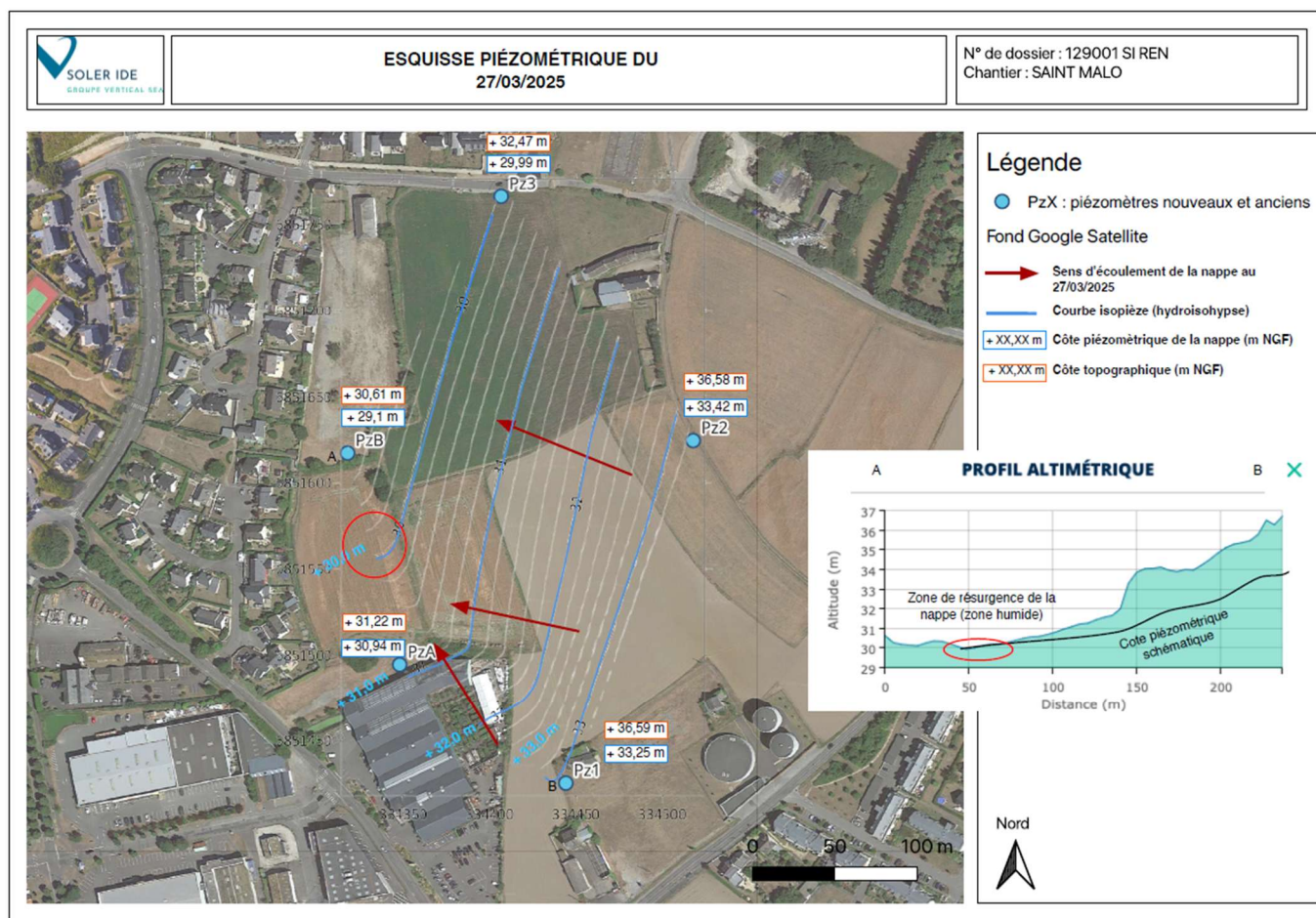


Figure 12 : Esquisse piézométrique réalisées selon les relevés de nappe en date du 27/03/2025 (hautes eaux)

129001	SI REN	02a	HYDRO	2	27/06/2025	Nicolas DUCASSE	Nicolas DUCASSE	Sylvain BERGERONNEAU	Final
Dossier	Agence	N° Prestation	Prestation	N° Pièce	Édition du	Ingénieur/Rédacteur	Chef de projet	Superviseur	État

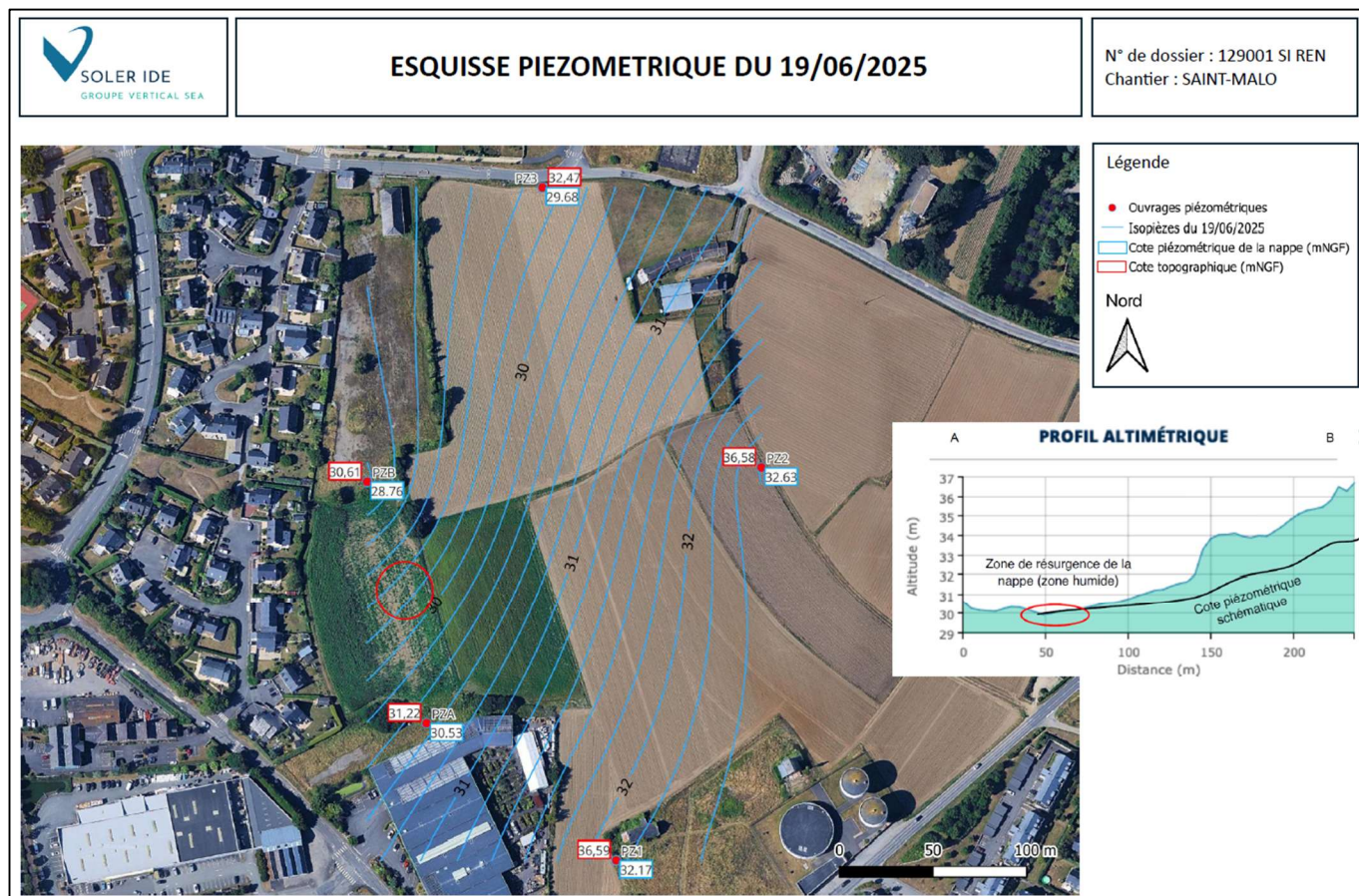


Figure 13 : Esquisse piézométrique réalisées selon les relevés de nappe en date du 19/06/2025

Ces esquisses révèlent une dynamique d'écoulement souterrain étroitement liée à la topographie locale, en direction du nord-ouest-ouest. Un gradient d'écoulement de 1,5% peut être estimé vis-à-vis des niveaux observés, et ce, tout au long de l'année (sans réelle modification entre le mois de février 2025 et le mois de juin 2025).

Les relevés nous permettent de visualiser :

- Des niveaux de nappe profonds en amont topographique, soit au sud-est du site, compris entre 2,24 m et 4,42 m environ (PZ1 et PZ2).
- Des niveaux de nappe profonds au nord du site au droit du PZ3, compris entre 2,31 m et 2,79 m.
- Des niveaux temporairement affleurants et quasi affleurants au droit des ouvrages PZA et PZB positionnés à proximité directe de la zone humide identifiée.
- Une réponse à la pluviométrie limitée (quelques centimètres après un évènement pluvieux) indiquant potentiellement un important ruissellement des eaux en surface et une infiltration limitée.

Remarque : les observations au droit des piézomètres PZ1, PZ2 et PZ3 restent des données ponctuelles et ne représentent pas les maxima potentiellement observables sur la durée du niveau. Ainsi, les variations présentées au sein du tableau 3 pour ces ouvrages restent peu représentatives de la variation maximale attendue.

L'analyse des variations piézométriques met en évidence une nappe superficielle dont la profondeur décroît progressivement en suivant la pente topographique descendante. Cette configuration traduit un écoulement gravitaire classique, orienté du haut vers le bas de versant, caractéristique des systèmes hydrogéologiques en contexte incliné.

Plus précisément, la nappe suit une trajectoire convergente vers les zones les plus basses du site, ce qui suggère un rôle fondamental dans l'alimentation des milieux humides et des réseaux hydrographiques superficiels localisés en aval.

Les mesures effectuées montrent que la nappe affleure par endroits ou reste à très faible profondeur. Ce comportement est typique d'une zone de décharge, où la nappe perd une partie de son eau au profit des milieux superficiels.

129001	SI REN	02a	HYDRO	2	27/06/2025	Nicolas DUCASSE	Nicolas DUCASSE	Sylvain BERGERONNEAU	Final
Dossier	Agence	N° Prestation	Prestation	N° Pièce	Édition du	Ingénieur/Rédacteur	Chef de projet	Superviseur	État

Ces observations sont corroborées par la présence d'une zone humide pérenne à proximité du point bas du site. L'humidité constante des sols ainsi que l'existence de suintements ou de micro-écoulements visibles en sub-surface (venues d'eau au droit des fouilles à la pelle et niveau de nappe affleurants), viennent confirmer l'existence d'un apport continu d'origine souterraine. Il est donc possible d'affirmer que cette zone humide est alimentée en grande partie par la nappe superficielle, dont la dynamique lente mais persistante en contexte de pente garantit un flux régulier vers ces milieux.

Par ailleurs, les cours d'eau observés dans la zone ouest semblent également bénéficier de cet apport. En atteste la présence de la nappe dans les premiers centimètres de sol à proximité des cours d'eau en eau lors de nos investigations permettant de définir la nature des échanges entre la nappe et le réseau hydrographique.

Synthèse :

Les données recueillies permettent de poser un diagnostic clair : la nappe phréatique constitue un acteur important de la régulation hydrique dans ce système, jouant un rôle de tampon hydrologique entre les précipitations en amont, l'infiltration dans les sols, et la restitution aux milieux aquatiques en aval. Cette dynamique illustre l'importance des relations entre géomorphologie, hydrogéologie et écosystèmes de zones humides, soulignant ainsi la nécessité de préserver l'intégrité de la nappe pour garantir la pérennité des milieux associés.

129001	SI REN	02a	HYDRO	2	27/06/2025	Nicolas DUCASSE	Nicolas DUCASSE	Sylvain BERGERONNEAU	Final
Dossier	Agence	N° Prestation	Prestation	N° Pièce	Édition du	Ingénieur/Rédacteur	Chef de projet	Superviseur	État

4. RECOMMANDATIONS

4.1. Préservation des écoulements de nappe

Le chapitre suivant est également présenté en partie au sein du rapport provisoire d'étude de Zone Humide de IAO SENN de juin 2025 (chapitre 2.1.1).

En ce qui concerne les écoulements de la nappe, le projet de la ZAC de la Houssaye peut avoir trois impacts indirects sur l'alimentation de la zone humide :

- Des sous-sols interceptant les écoulements de nappe et provoquant un effet barrage ;
- Une structure de voirie venant intercepter/drainier les eaux de la nappe ;
- Une placette centrale impactant la résurgence de la nappe au niveau de l'amont du cours d'eau.

Les prescriptions spécifiques à ces trois cas sont présentées ci-après.

4.1.1. Le cas des sous-sols

Prescription initiale :

Le projet de la ZAC de la Houssaye ne devra prévoir aucun sous-sol au contact du toit de la nappe afin de maintenir l'alimentation de la zone humide (et des cours d'eau) dans les conditions actuelles. Cette prescription très ambitieuse évite tout risque structurel sur les bâtiments ou écologique sur l'alimentation de la zone humide.

Analyse de faisabilité technico-économique :

Après analyse croisée des exigences de densité de la ZAC, de la topographie du site et du besoin en offre de stationnements, cette prescription ne peut pas être pleinement respectée. En effet, sept sous-sols accueillant des parkings s'avèrent nécessaires à la faisabilité de la ZAC. Après adaptation des cotes plancher des sous-sols pour réduire au maximum leur profondeur :

- 4 sont au contact de la nappe mesurée en mars 2025
 - 1 dont la cote plancher est située à environ 2,5 m sous le toit de la nappe
 - 3 dont la cote plancher est située entre 0 et 1 m sous le toit de la nappe
- 3 sont au-dessus du toit de la nappe mesurée, mais avec une cote plancher affleurant à moins d'un mètre pour tout ou partie du sous-sol.

Partant de ce constat, des prescriptions techniques sont présentées ci-après et devront être respectées pour éviter tout risque structurel sur les sous-sols (problèmes de sous-pression ou d'infiltration) ou tout risque de perturbation des écoulements de nappe (perturbant l'alimentation de la zone humide et des cours d'eau).

Adaptation des prescriptions :

- Cuvelage étanche

Un cuvelage étanche sera systématiquement mis en œuvre pour l'ensemble des sous-sols des futurs projets immobiliers. En aucun cas, un revêtement semi-étanche ou une inondabilité du sous-sol ne devra être considérée, afin d'éviter tout drainage de nappe au sein du sous-sol et donc d'éviter tout prélèvement en nappe pouvant impacter l'alimentation de la zone humide.

La cote de ce cuvelage devra être définie par chaque promoteur, projet par projet, sur la base d'une étude hydrogéologique NPHE (Niveau des Plus Hautes Eaux) et en se faisant accompagner de bureaux d'études géotechnique et structure (cotes définies selon l'Eurocode 0 et/ou du DTU 14.1).

129001	SI REN	02a	HYDRO	2	27/06/2025	Nicolas DUCASSE	Nicolas DUCASSE	Sylvain BERGERONNEAU	Final
Dossier	Agence	N° Prestation	Prestation	N° Pièce	Édition du	Ingénieur/Rédacteur	Chef de projet	Superviseur	État

- Tapis drainant

Au regard des cotes plancher des sept sous-sols, l'impact potentiel sur l'alimentation de la zone humide et des cours d'eau restera très limité et se cantonnera à quatre sous-sols susceptibles d'intercepter la nappe en période de hautes eaux en amont de cette zone humide et de ces cours d'eau.

Pour éviter ce risque, en complément du cuvelage étanche prescrit ci-avant, un tapis drainant devra être disposé sous la dalle de ces quatre sous-sols afin de limiter l'effet barrage et de favoriser les écoulements de nappe en direction de la zone humide et des cours d'eau.



Figure 14 : Sous-sols concernés par la prescription de tapis drainant (Source : IAO SENN)

Ce tapis drainant pourra également être intégré aux autres projets non concernés par le paragraphe précédent, afin de réduire au maximum l'impact de la ZAC sur les écoulements de nappe locaux. L'obligation de ce tapis drainant pour l'ensemble des sous-sols pourra faire l'objet d'un arbitrage par la ville mais n'apparaît indispensable au regard des enjeux de protection de la zone humide.

- Rabattement/drainage en phase chantier

Compte tenu des niveaux de nappe observés et de leur interférence avec les terrassements pour la réalisation des sous-sols, un drainage/rabattement de nappe pourrait être nécessaire (à définir par une étude hydrogéologique spécifique). Ces prélèvements en nappe pourront avoir un impact sur les écoulements de nappe et donc sur l'alimentation de la zone humide.

Il conviendra d'analyser finement les impacts potentiels du rabattement sur les milieux environnants, notamment les zones humides et les cours d'eau en aval, afin d'adapter les mesures de gestion (limitation des débits, réinjection éventuelle, phasage des travaux). En phase chantier, la réalisation d'un rabattement/drainage de nappe en dehors des périodes de hautes eaux devra être privilégié pour les sous-sols directement à l'amont de la zone humide.

4.1.2. Le cas de la voirie nord/sud

Prescription :

L'axe routier structurant nord/sud de la ZAC ne devra pas intercepter ou drainer la nappe afin de maintenir l'alimentation de la zone humide (et des cours d'eau) dans les conditions actuelles.

Précision technique :

Si la structure de la voirie se situe au-dessus du toit de la nappe, le risque d'impact sur la nappe concerne la tranchée associée à cette voirie, permettant le passage des réseaux et notamment du réseau d'eaux usées. Ainsi, cette tranchée devra faire l'objet d'une attention particulière :

129001	SI REN	02a	HYDRO	2	27/06/2025	Nicolas DUCASSE	Nicolas DUCASSE	Sylvain BERGERONNEAU	Final
Dossier	Agence	N° Prestation	Prestation	N° Pièce	Édition du	Ingénieur/Rédacteur	Chef de projet	Superviseur	État

- Choix de matériaux perméables permettant d'éviter le blocage et la redirection des écoulements de la nappe vers le nord ou le sud ;
- Mise en place de bouchons d'argile (ou autre système visant le même objectif) permettant aux eaux circulant au sein de la tranchée de ne pas être drainées et renvoyées vers un réseau d'eaux pluviales, mais d'être restituées à l'ouest de la voirie directement vers la zone humide

État d'avancement du projet de ZAC au 12 juin 2025 :

Le projet prévoit un matériau de tranchée dont la perméabilité se rapproche de celle du sol environnant (utilisation des déblais de projet autant que possible) afin d'éviter les risques de barrage.

De plus, il est envisagé à ce stade d'intégrer au sein de la tranchée des parois d'argile tous les 10/20m afin de forcer l'accumulation des eaux et leur redistribution vers la zone humide, et ainsi d'éviter le risque de drainage de la nappe.

4.1.3. Le cas de la placette centrale

Prescription :

La placette centrale située à l'amont immédiat du début du cours d'eau ne devra pas impacter la résurgence de la nappe afin d'éviter tout risque d'impact sur le débit d'alimentation du cours d'eau.

Précision technique :

Afin d'éviter ce risque d'impact sur la résurgence de nappe, le projet devra prévoir une adaptation de la géométrie de la placette évitant tout contact avec la résurgence et une gestion pluviale évitant tout risque d'à-coups hydrauliques renforcés par rapport à la situation existante.

État d'avancement du projet de ZAC au 12 juin 2025 :

Le projet de ZAC a intégré cet enjeu lié à la résurgence de la nappe en adaptant la géométrie de la placette, qui va rester à distance et en surplomb. Ainsi, la résurgence ne sera ni artificialisée, ni remblayée par le projet, seul un talus viendra rattraper le dénivelé entre la placette et la résurgence, sans venir au contact de celle-ci.

De plus, la gestion des eaux pluviales de la placette favorisera une infiltration sur place des pluies courantes et un écoulement des plus fortes pluies en surface, vers un ouvrage de régulation avant rejet au cours d'eau et à la zone humide. Cela évitera une concentration des écoulements au droit de la résurgence. Cette notion est présentée dans le chapitre suivant.

4.2. Investigations complémentaires envisageables

Afin d'affiner nos conclusions sur le fonctionnement hydrogéologique du site et d'améliorer la compréhension des dynamiques nappe-milieux superficiels, plusieurs investigations complémentaires peuvent être envisagées :

- L'installation de piézomètres supplémentaires, notamment en densifiant le maillage existant dans les zones de transition entre haut et bas de versant, permettrait de mieux caractériser les gradients hydrauliques et les directions d'écoulement.
- L'implantation de piézomètres de faible profondeur (1 à 2 m) dans les secteurs de suintement ou à proximité immédiate de la zone humide renforcerait par ailleurs la précision de nos observations sur les interactions nappe-surface.
- La poursuite du suivi piézométrique automatique sur une période prolongée (au moins un cycle hydrologique complet) offrirait une vision plus fine des variations saisonnières et des réponses de la nappe aux événements climatiques, notamment en période d'étiage (août – novembre).
- La réalisation d'essais au micro-moulinet dans certains piézomètres existants permettrait d'évaluer les vitesses d'écoulement verticales ou horizontales de l'eau souterraine, précisant ainsi la dynamique interne du système.
- La modalisation de l'effet barrage permettant de visualiser précisément l'impact des futurs sous-sols sur la nappe.

Ces différentes actions contribueraient à une modélisation plus robuste du fonctionnement hydrologique du site et à une meilleure évaluation du rôle de la nappe dans l'alimentation des milieux humides et des cours d'eau de la dépression centrale.

129001	SI REN	O2a	HYDRO	2	27/06/2025	Nicolas DUCASSE	Nicolas DUCASSE	Sylvain BERGERONNEAU	Final
Dossier	Agence	N° Prestation	Prestation	N° Pièce	Édition du	Ingénieur/Rédacteur	Chef de projet	Superviseur	État

4.3. Investigations complémentaires à prévoir par les porteurs de projet

Dans le cadre de la réalisation des projets immobiliers, chaque promoteur aura la nécessité de réaliser une étude hydrogéologique spécifique à l'échelle de son lot. Pour cela, la réalisation d'une campagne piézométrique de 12 mois au droit d'un piézomètre positionné au droit du futur sous-sol sera indispensable. Ces données permettront la définition du Niveau des Plus Hautes Eaux (NPHE), étude permettant au géotechnicien et au BE structure d'évaluer la hauteur potentielle de cuvelage nécessaire pour garantir l'étanchéité des ouvrages en infrastructure et gérer les sous pression hydrostatiques (selon l'Eurocode 0 et/ou le DTU 14.1).

Dans un second temps, des investigations spécifiques doivent être menées afin d'anticiper les contraintes potentielles liées au rabattement de nappe. Il conviendra d'intégrer la réalisation d'essais de perméabilité en pompage court (essais de type Lefranc), afin de caractériser précisément les propriétés hydrodynamiques des formations traversées et d'estimer les débits d'exhaure potentiels en phase chantier.

Cette étude permettra le dimensionnement des dispositifs provisoires (puits de pompage, drains, tranchées drainantes) nécessaires à la réalisation des travaux en présence d'eau.

Il conviendra également d'analyser les impacts potentiels du rabattement sur les milieux environnants, notamment les zones humides et les cours d'eau en aval, afin d'adapter les mesures de gestion (limitation des débits, réinjection éventuelle, phasage des travaux).

L'intégration de ces éléments en amont dans la conception du projet permettra de garantir la pérennité des ouvrages et le respect des équilibres hydrologiques et hydrogéologiques locaux.

129001	SI REN	02a	HYDRO	2	27/06/2025	Nicolas DUCASSE	Nicolas DUCASSE	Sylvain BERGERONNEAU	Final
Dossier	Agence	N° Prestation	Prestation	N° Pièce	Édition du	Ingénieur/Rédacteur	Chef de projet	Superviseur	État

LISTE DES ANNEXES

- ANNEXE 1 INFORMATION SUR LES OBLIGATIONS RELATIVES AUX PIÉZOMÈTRES
ANNEXE 2 CONDITIONS D'EXPLOITATION

129001	SI REN	02a	HYDRO	2	27/06/2025	Nicolas DUCASSE	Nicolas DUCASSE	Sylvain BERGERONNEAU	Final
Dossier	Agence	N° Prestation	Prestation	N° Pièce	Édition du	Ingénieur/Rédacteur	Chef de projet	Superviseur	État

**ANNEXE 1 INFORMATION SUR LES OBLIGATIONS RELATIVES AUX
PIÉZOMÈTRES**

➤ **Déclaration d'ouvrages piézométriques**

Conformément au code de l'environnement (Article R214-1 relatif à la création d'installations, ouvrages, travaux et activités autrement dénommés IOTA), dans le cadre de la réalisation d'ouvrage piézométrique, une déclaration des ouvrages doit être réalisée auprès du guichet unique de la police de l'eau.

Rubrique	Intitulé	Régime	Arrêtés de prescriptions générales correspondant
1.1.1.0	Sondage, forage, y compris les essais de pompage, création de puits ou d'ouvrage souterrain, non destiné à un usage domestique, exécuté en vue de la recherche ou de la surveillance d'eaux souterraines ou en vue d'effectuer un prélèvement temporaire ou permanent dans les eaux souterraines, y compris dans les nappes d'accompagnement de cours d'eau (D).	Déclaration	DEVE0320170A

Ainsi avant le démarrage des études, dans la mesure où le contexte hydrogéologique nécessiterait la pose d'ouvrage spécifique, il est rappelé au MOA qu'il convient de réaliser une **déclaration simplifiée** selon le formulaire type 1110 associé au formulaire d'accompagnement spécifique.

 Direction régionale et interdépartementale de l'Environnement et de l'Énergie en Île-de-France Service Police de l'Eau Cellule Paris proche couronne 12 cours Louis Lumière - CS 70027 94307 Vincennes Cedex Sondage, forage, piézomètre et puits Dossiers de déclaration pour la réalisation ou la régularisation de : Sondage, forage, piézomètre, puits Rubrique 1.1.1.0 de la nomenclature annexée à l'article R.214-1 du code de l'environnement Ce dossier de déclaration ne vaut pas accord de l'administration et ne préjuge pas des suites données par le service instructeur qui peut exiger des pièces complémentaires, ou le dépôt d'un dossier d'autorisation ou de déclaration au sens des articles R.214-1 et suivants du code de l'environnement. Le présent formulaire peut également être utilisé pour le dépôt d'un dossier sur l'ensemble du territoire de compétence du service Police de l'Eau de la DIREEE Île-de-France (cf. page 2 pour en savoir plus). 1/12	 Document d'accompagnement à joindre au dossier de déclaration « loi sur l'eau » Rubrique 1.1.1.0 Sondage, forage, piézomètre et puits I. RENSEIGNEMENTS CONCERNANT LE DECLARANT Vous <table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%;"> Nom (ou raison sociale) : _____ Prénom : _____ Adresse : _____ Code Postal : _____ Ville : _____ Courriel : _____ </td> <td style="width: 50%;"> Nom et qualité du signataire de la demande si personne morale : _____ N° SIRET : _____ </td> </tr> </table> Ce document doit être joint au dossier de déclaration lorsque le projet concerne la rubrique 1.1.1.0 de la nomenclature annexée à l'article R.214-1 du code de l'environnement : <table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%;"> 1.1.1.0 Sondage, forage, y compris les essais de pompage, création de puits ou d'ouvrage souterrain, non destiné à un usage domestique, exécuté en vue de la recherche ou de la surveillance d'eaux souterraines ou en vue d'effectuer un prélèvement temporaire ou permanent dans les eaux souterraines, y compris dans les nappes d'accompagnement de cours d'eau (Déclaration) </td> <td style="width: 50%;"></td> </tr> </table> Cet article fait l'objet d'un arrêté en date du 11 septembre 2003, qui fixe les prescriptions générales qui doivent être respectées lors de tout sondage, forage, création de puits ou d'ouvrage souterrain soumis à déclaration. Le respect de ces prescriptions pourra faire l'objet d'un contrôle par les services de l'Eau. Consultez l'arrêté du 11 septembre 2003 relatif à la rubrique 1.1.1.0 Dans le cas où vous remplirez d'autres documents similaires, votre projet relevant de plusieurs rubriques de la nomenclature « eau » au titre de la déclaration, vous pouvez ne compléter qu'une seule fois les champs identiques. Attention, ce document est une aide à la constitution du dossier de déclaration « loi sur l'eau » et ne s'y substitue pas. Vous devez également veiller à vérifier que votre projet respecte les autres réglementations : Code de l'environnement, Code civil, Code de l'urbanisme, Code minier, Code rural, Code forestier... En cochant cette case, je certifie avoir pris connaissance de l'arrêté du 11 septembre 2003 relatif à la rubrique 1.1.1.0 et que les informations du présent formulaire sont exactes. Je me tiens à la disposition des services de police de l'eau pour tout complément d'information ainsi que pour toute vérification ou contrôle ultérieur. Fait à _____ le _____ (signature) _____ Rubrique 1.1.1.0 – à joindre au dossier de déclaration « loi sur l'eau » 1/5	Nom (ou raison sociale) : _____ Prénom : _____ Adresse : _____ Code Postal : _____ Ville : _____ Courriel : _____	Nom et qualité du signataire de la demande si personne morale : _____ N° SIRET : _____	1.1.1.0 Sondage, forage, y compris les essais de pompage, création de puits ou d'ouvrage souterrain, non destiné à un usage domestique, exécuté en vue de la recherche ou de la surveillance d'eaux souterraines ou en vue d'effectuer un prélèvement temporaire ou permanent dans les eaux souterraines, y compris dans les nappes d'accompagnement de cours d'eau (Déclaration)	
Nom (ou raison sociale) : _____ Prénom : _____ Adresse : _____ Code Postal : _____ Ville : _____ Courriel : _____	Nom et qualité du signataire de la demande si personne morale : _____ N° SIRET : _____				
1.1.1.0 Sondage, forage, y compris les essais de pompage, création de puits ou d'ouvrage souterrain, non destiné à un usage domestique, exécuté en vue de la recherche ou de la surveillance d'eaux souterraines ou en vue d'effectuer un prélèvement temporaire ou permanent dans les eaux souterraines, y compris dans les nappes d'accompagnement de cours d'eau (Déclaration)					

Cette déclaration peut être complétée par un tiers mais se doit d'être **signée par le pétitionnaire** porteur du projet, à savoir le MOA.

Il est important de noter qu'aucun ouvrage ne pourra être réalisé sans avoir la validation ou l'accord tacite de cette déclaration (**l'instruction minimale étant de 2 mois**).

Cette déclaration peut être réalisée à posteriori dans le cadre d'une **démarche de régularisation**.

Dans la mesure où la réalisation du projet nécessiterait le montage et la validation d'un Dossier Loi sur l'Eau pour des rubriques autres (exemples : prélèvement de nappe, construction en zone inondable, ...), les ouvrages réalisés en phase études pourront faire l'objet d'une régularisation à ce moment-là.

Nous attirons l'attention du MOA que dans le cadre d'une démarche instructive de déclaration pour la pose d'ouvrage, les services de l'état sont susceptibles de demander des compléments d'informations et/ou l'application de prescriptions sur des aspects du projet comme par exemple la gestion des eaux pluviales.

Cette prestation peut faire l'objet d'une **mission complémentaire à la demande du MOA** si celui-ci le souhaite.

Au stade de la présente offre, cette mission n'a pas été sollicitée à ce jour.

En outre, selon l'article 131 du **code minier**, il y a lieu également de procéder à la déclaration de l'ouvrage dès lors qu'il **dépasse 10 m de profondeur**.

DÉCLARATION DE SONDAGE, OUVRAGE SOUTERRAIN OU TRAVAIL DE FOUILLE DE PROFONDEUR SUPÉRIEURE À 10 MÈTRES HORS FORAGE POUR UN USAGE GÉOTHERMIQUE

NB : pour un usage géothermique tel que défini par le décret n°2015-15 du 08/01/2015, les déclarations doivent être effectuées via le site <http://www.geothermie-perspectives.fr/>

Imprimé à renvoyer dûment complété à :

DRIEE Ile-de-France/Service Énergie Climat Véhicules
12 COURS LOUIS LUMIÈRE
CS 70027
94307 VINCENNES CEDEX

Réserve à l'Administration

	MAÎTRE D'OUVRAGE (1)	MAÎTRE D'OUVRE (2)	ENTREPRENEUR (3)
Nom, Prénom (ou raison sociale) :			
Adresse complète :			
Tél. :			

Nature : puits - forage (4) : Nombre :

Objet (5) :

☐ forage de recherche Indiquer la substance :

☐ forage d'exploitation Indiquer la substance :

☐ forage de reconnaissance Indiquer la nature (s), (sédiments, autres) :

☐ piézomètre

☐ forage

☐ irrigation Préciser :

☐ eau potable

☐ eau industrielle Préciser :

☐ rabattement

☐ climatisation Préciser :

☐ autres

Profondeur prévue de l'ouvrage :

TRAVAUX Emplacement : commune (département) :
Rue et n° (ou lieu-dit) :
Date de début des travaux :
Date prévisible :

FORAGE D'EAU S'il s'agit d'un ouvrage de prélèvement d'eau, indiquer :
- le nom de la nappe dans laquelle le prélèvement va être effectué :
- le débit horaire escompté sur la base des données disponibles : m³/h
- date d'envoi de la déclaration en Préfecture (6) :
- date d'envoi de la demande d'autorisation en Préfecture (7) :
(si le volume prélevé > 200 000 m³/an ou si l'ouvrage se situe en zone de répartition des eaux et est de profondeur de prélèvement > 5 m (8))

DIVERS Le déclarant est (9) : Maître d'ouvrage - Maître d'ouvrage - Entrepreneur

Date et signature

(1) Propriétaire de l'ouvrage
(2) Personne ou société qui fait réaliser les travaux.
(3) Personne ou société qui réalise les travaux.
(4) Remplir la mention inutile si vous ne comptez pas compléter le dossier.
(5) Cocher la case correspondante et compléter éventuellement.
(6) La déclaration devant être déposée en préfecture sous couvert du libellé prévu des travaux.
(7) La demande d'autorisation soumise au décret d'instruction de 4 à 8 mois.
(8) N.B. : Une déclaration détaillée pourra vous être demandée sur ces travaux.

Une fois les ouvrages réalisés, il convient également de **décider** de leur sort : **maintien pour surveillance ou comblement**.

➤ **Comblement des ouvrages :**

Le comblement des ouvrages mis en place en phase études sera réalisé conformément à l'article 13 de l'arrêté du 11/09/2003: « Tout sondage, forage, puits, ouvrage souterrain abandonné est comblé par des techniques appropriées permettant de garantir l'absence de circulation d'eau entre les différentes nappes d'eau souterraine contenues dans les formations géologiques aquifères traversées et l'absence de transfert de pollution. »

Article 13 : Abandon

Le comblement des ouvrages devra réalisé dans les règles de l'art:

« Tout sondage, forage, puits, ouvrage souterrain abandonné est comblé par des techniques appropriées permettant de garantir l'absence de circulation d'eau entre les différentes nappes d'eau souterraine contenues dans les formations géologiques aquifères traversées et l'absence de transfert de pollution. Le déclarant communique au préfet dans les deux mois qui suivent le comblement, un rapport de travaux précisant les références de l'ouvrage comblé, l'aquifère précédemment surveillé ou exploité à partir de cet ouvrage, les travaux de comblement effectués. Cette formalité met fin aux obligations d'entretien et de surveillance de l'ouvrage.

Pour les sondages, forages, puits, ouvrages souterrains qui ont été réalisés dans le cadre des travaux visés à l'article 7 et qui ne sont pas conservés pour effectuer la surveillance des eaux souterraines ou un prélèvement permanent ou temporaire dans ces eaux, le déclarant procède à leur comblement dès la fin des travaux. »

Le déclarant communiquera au Préfet dans les deux mois qui suivent le comblement, un rapport de travaux précisant les références de l'ouvrage comblé, l'aquifère précédemment surveillé ou exploité à partir de cet ouvrage, les travaux de comblement effectués. Cette formalité mettra fin aux obligations d'entretien et de surveillance de l'ouvrage.

Les forages et ouvrages piézométriques seront comblés selon la méthodologie conforme à la norme AFNOR NF X 10-999 (Aout 2014) :

- Remplissage gravitaire par du massif filtrant. Il comblera chacun des ouvrages sur toute la partie crépinée ;
- Un bouchon étanche d'argile (billes d'argiles gonflantes à l'eau) de 1 m minimum sera réalisé au-dessus du niveau piézométrique afin de prévenir toute arrivée d'eau sus-jacente.
- Un coulis de ciment sera coulé jusqu'à résurgence
- La protection de l'ouvrage sera déposée afin de fermer le trou de façon définitive.
- Un PV d'abandon d'ouvrage devra être rédigé.

Cette prestation peut faire l'objet d'une mission complémentaire à la demande du MOA si celui-ci le souhaite. Au stade de la présente offre, cette prestation spécifique n'a pas été sollicitée à ce jour.

➤ **Risques administratifs :**

Nous rappelons qu'après le dépôt d'un Dossier jugé complet par les services, l'administration dispose d'un délai de 2 mois pour faire une éventuelle opposition à la déclaration conformément à l'article R21435 du code de l'environnement.

Dans la mesure où l'opération relève du code de l'environnement et des rubriques R214, conformément à l'article R214-35 du code de l'environnement, il est formellement interdit de commencer les travaux de l'opération avant accord tacite ou formel préalable de la part de la DRIEE.

La réalisation de cette opération sans avoir fait l'objet d'une autorisation préalable constitue un manquement au titre des articles L.171-7 du Code de l'Environnement ainsi qu'une infraction au titre de l'article L.173-1 du Code de l'Environnement passible d'un an d'emprisonnement et d'une amende de 75 000 euros.

Les inspecteurs sont susceptibles de réaliser des visites de chantier pour constater la conformité des opérations.

ANNEXE 2 CONDITIONS D'EXPLOITATION
--

CONDITIONS D'EXPLOITATION DES ÉTUDES D'ENVIRONNEMENT (Pôle HYDRO)

Les recommandations et indications ci-après ont pour but d'éviter tout sinistre au cours et à la suite de la réalisation des ouvrages et consécutifs à une exploitation défectueuse du rapport d'étude.

Le non-respect de ces recommandations et indications dégagerait contractuellement la responsabilité de SOLER IDE.

Les différents intervenants dans les projets et travaux liés aux sols doivent passer en revue les recommandations et indications ci-après afin de vérifier qu'elles sont effectivement prises en compte.

RECOMMANDATIONS ESSENTIELLES :

1/ Ce **RAPPORT** et toutes ces annexes identifiées constitue un **ensemble indissociable**.

Un exemplaire numérique est transmis au client par voie informatique. Un exemplaire est conservé informatiquement par SOLER IDE.

Ce rapport ne devient la **propriété du client qu'après paiement** intégral du prix de la prestation. Le client est responsable de son usage et de sa diffusion. Dans ce cadre, toute utilisation qui pourrait être faite d'une communication ou reproduction **partielle** ne saurait engager la responsabilité de notre Société.

En particulier, l'utilisation même partielle de ces résultats et conclusions par un **autre Maître d'Ouvrage** ou par un autre Maître d'Oeuvre ou pour tout autre ouvrage que celui de la présente mission ne pourra en **aucun cas engager la responsabilité de SOLER IDE** et pourra faire l'objet de poursuites judiciaires à l'encontre du contrevenant.

Dans le cas d'un **nouveau Maître d'Ouvrage** sur le même projet, une mise à jour du rapport d'étude doit être établie afin de profiter d'une couverture d'assurance.

2/ RECONNAISSANCE PAR POINT :

Cette étude est basée sur un **nombre limité de sondages, de mesures** et au regard des informations bibliographiques disponibles au moment de l'étude.

Il est précisé que cette étude repose sur une reconnaissance par point dont la maille **ne permet pas de lever la totalité des aléas** toujours possibles en milieu naturel.

En effet, des hétérogénéités, discontinuités verticales et/ou horizontales et aléas d'exécution peuvent apparaître compte tenu du nombre d'ouvrages et de leurs caractéristiques.

De ce fait, sauf précision contraire dans ce rapport, les conclusions de ce rapport ne peuvent être utilisées pour une forfaitisation.

Les éléments nouveaux mis en évidence lors de l'exécution des travaux pouvant avoir une influence sur les conclusions du présent rapport, doivent immédiatement être signalés au Bureau d'Étude chargé de la maîtrise d'œuvre.

3/ DURÉE LIMITÉE DE VALIDITÉ DU RAPPORT :

La modification naturelle ou artificielle de facteurs déterminants pour l'environnement peut rendre caduc tout ou partie des résultats et conclusions précisés dans ce rapport d'étude (nouvelles activités, remontée de la nappe, fuite ou accidents sur cuves...).

De nouvelles Lois ou Jurisprudences peuvent modifier les obligations et responsabilités.

L'évolution des connaissances techniques et scientifiques peut rendre périmées nos conclusions.

Aussi, les conclusions de ce rapport d'étude sont valables pour un chantier ouvert rapidement à compter de la date d'émission (6 mois) et en l'absence de tous travaux sur site.

Au-delà de ce délai, il est indispensable que nous soyons, si nécessaire, consultés par le Maître d'Ouvrage et le Maître d'Oeuvre afin de **réactualiser le rapport**, après vérification des divers facteurs.

L'exploitation des conclusions au-delà de ce délai, en l'absence de réactualisation ne pourra contractuellement engager notre responsabilité.

4/ MODIFICATION DU PROJET :

Ce rapport est établi pour un projet donné à la date de l'étude, à partir des plans, esquisses et renseignements transmis.

Toute modification apportée au projet, soit pour des raisons techniques, soit pour des raisons économiques, **doit être communiquée à SOLER IDE** rédacteur de l'étude. Lui seul pourra déterminer les conséquences de ces changements sur ses conclusions de l'étude.

Ces modifications pourront faire l'objet d'une **note complémentaire** ou d'un **nouveau rapport**, éventuellement après un complément de reconnaissance.

Nous ne saurions être tenus responsables des modifications intervenues après cette étude qu'après avoir donné notre avis écrit sur les dites modifications.

Le Maître d'Ouvrage doit nous informer officiellement de l'**ouverture réelle du chantier**, afin que les couvertures d'assurances soient effectives.

L'absence de cette information risque d'entraîner la non couverture par notre compagnie d'assurances.

Le présent rapport constitue le compte rendu de la mission définie par la lettre de commande, visée et acceptée par notre société, au titre de laquelle il a été établi et dont les références sont rappelées en tête du présent document.

Les missions étant non codifiées par une norme, l'engagement de notre Société est donc lié sur la seule base de ses engagements contractuels.

À défaut d'autres positions contractuelles, la remise du rapport fixe la fin de la mission.

Proposition de gestion des eaux pluviales – Espace public



Noue cloisonnée

Infiltration 20ans
Surface inf +/- 315 m²
Volume +/- 45 m³
Hauteur +/- 0,20 m

Espace vert creux

Infiltration 100ans
Surface inf +/- 110 m²
Volume +/- 10 m³
Hauteur +/- 0,30 m

Espace vert creux

Infiltration 100ans
Surface inf +/- 420 m²
Volume +/- 45 m³
Hauteur +/- 0,15 m

Espace vert creux

Infiltration 100ans
Surface inf +/- 420 m²
Volume +/- 45 m³
Hauteur +/- 0,15 m

Gestion bassin versant amont

Noue cloisonnée d'infiltration

Infiltration 20ans
Volume inf +/- 140 m³
Largeur : 3,0 m
Hauteur : 0,20 m
Talus +/- 0,30 m

- Espace vert creux
- Chaussée réservoir
- Ecoulement de surface
- Réseau EP
- Bassin versant
- Noue d'infiltration
- Régulation
- Surverse
- Gestion à la parcelle
- Talus + noue

Noue cloisonnée

Infiltration 100ans
Surface inf +/- 45 m²
Volume +/- 9 m³
Hauteur +/- 0,30 m

Noue cloisonnée

Infiltration 100ans
Surface inf +/- 140 m²
Volume +/- 15 m³
Hauteur +/- 0,15 m

Noue cloisonnée

Infiltration 100ans
Surface inf +/- 135 m²
Volume +/- 15 m³
Hauteur +/- 0,15 m

Chaussée réservoir

Infiltration 20ans
Surface inf +/- 140 m²
Volume +/- 25 m³
Hauteur +/- 0,50 m

Noue cloisonnée

Infiltration 100ans
Surface inf +/- 50 m²
Volume +/- 5 m³
Hauteur +/- 0,15 m

Noue cloisonnée

Infiltration 20ans
Surface inf +/- 80 m²
Volume +/- 10 m³
Hauteur +/- 0,20 m

Noue cloisonnée

Infiltration 100ans
Surface inf +/- 210 m²
Volume +/- 40 m³
Hauteur +/- 0,25 m

Espace vert creux

Infiltration 100ans
Surface inf +/- 525 m²
Volume +/- 55 m³
Hauteur +/- 0,15 m

Espace vert creux

Régulation 100ans
Surface +/- 500 m²
Débit de fuite : 0,5 l/s
Volume +/- 105 m³
Hauteur +/- 0,25 m

Espace vert creux sur placette

Infiltration 10 mm
Surface inf +/- 200 m²
Volume +/- 15 m³
Hauteur +/- 0,10 m

Chaussée réservoir

Infiltration 20ans
Surface inf +/- 150 m²
Volume +/- 25 m³
Hauteur +/- 0,50 m

Espace vert creux

Infiltration 20ans
Surface inf +/- 150 m²
Volume +/- 25 m³
Hauteur +/- 0,25 m

Noue cloisonnée

Infiltration 100ans
Surface inf +/- 140 m²
Volume +/- 15 m³
Hauteur +/- 0,15 m

Noue cloisonnée +

Espace vert creux
Infiltration 100ans
Surface inf +/- 530 m²
Volume +/- 55 m³
Hauteur +/- 0,15 m

Chaussée réservoir

Infiltration 100ans
Surface inf +/- 200 m²
Volume +/- 40 m³
Hauteur +/- 0,60 m

Chaussée réservoir

Infiltration 100ans
Surface inf +/- 300 m²
Volume +/- 30 m³
Hauteur +/- 0,30 m

Noue cloisonnée

Infiltration 100ans
Surface inf +/- 245 m²
Volume +/- 30 m³
Hauteur +/- 0,15 m

Noue cloisonnée

Infiltration 20ans
Surface inf +/- 245 m²
Volume +/- 40 m³
Hauteur +/- 0,25 m

Chaussée réservoir cloisonnée

Régulation 20ans
Surface +/- 180 m²
Débit de fuite : 0,5 l/s
Volume +/- 25 m³
Hauteur +/- 0,50 m

Chaussée réservoir cloisonnée

Régulation 20ans
Surface +/- 300 m²
Débit de fuite : 0,5 l/s
Volume +/- 50 m³
Hauteur +/- 0,50 m

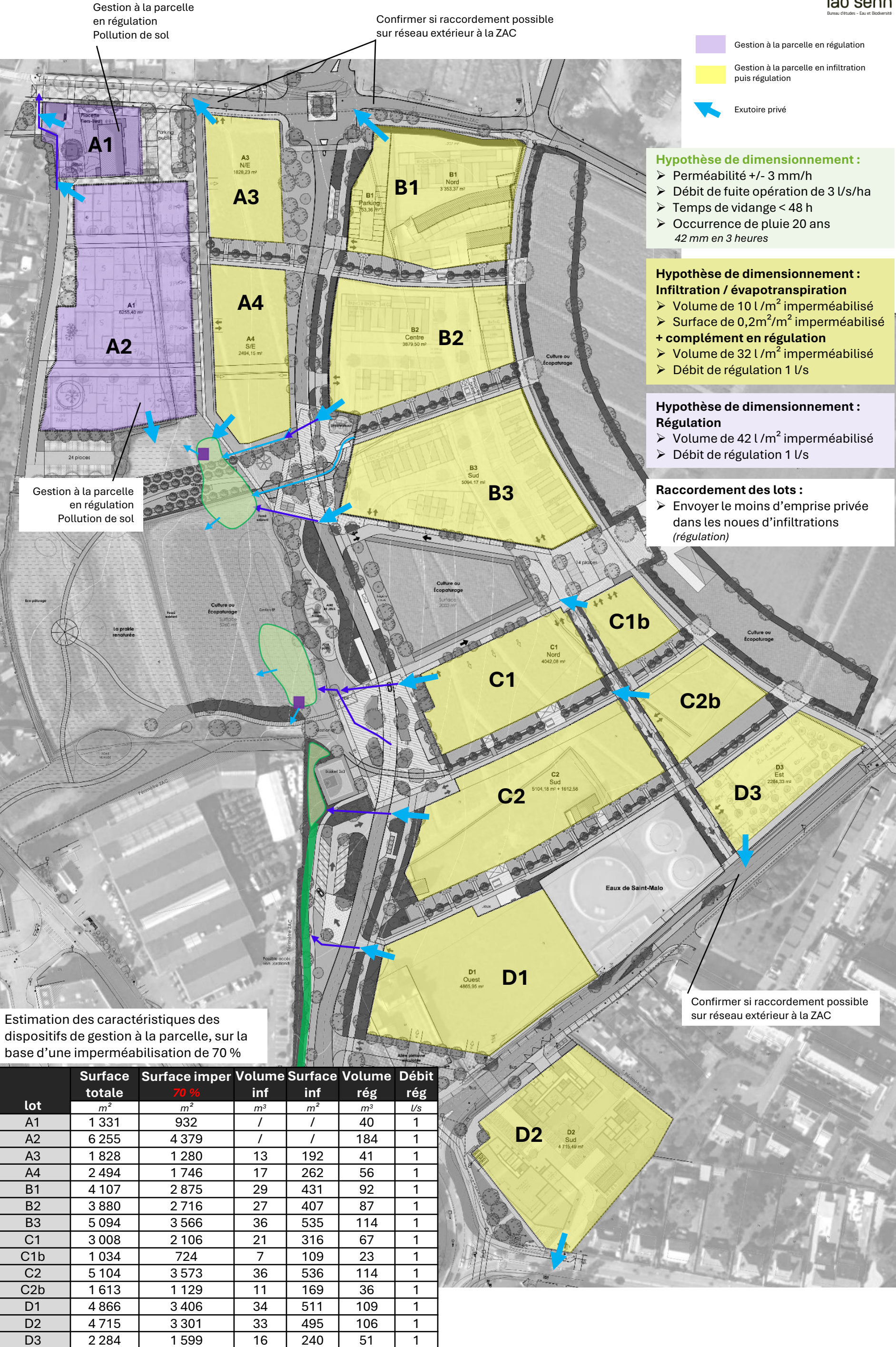
Hypothèse de dimensionnement :

- Perméabilité +/- 3 mm/h
- Débit de fuite opération de 3 l/s/ha
- Temps de vidange < 48 h
- Occurrence de pluie 20 ans

Réseau à conserver

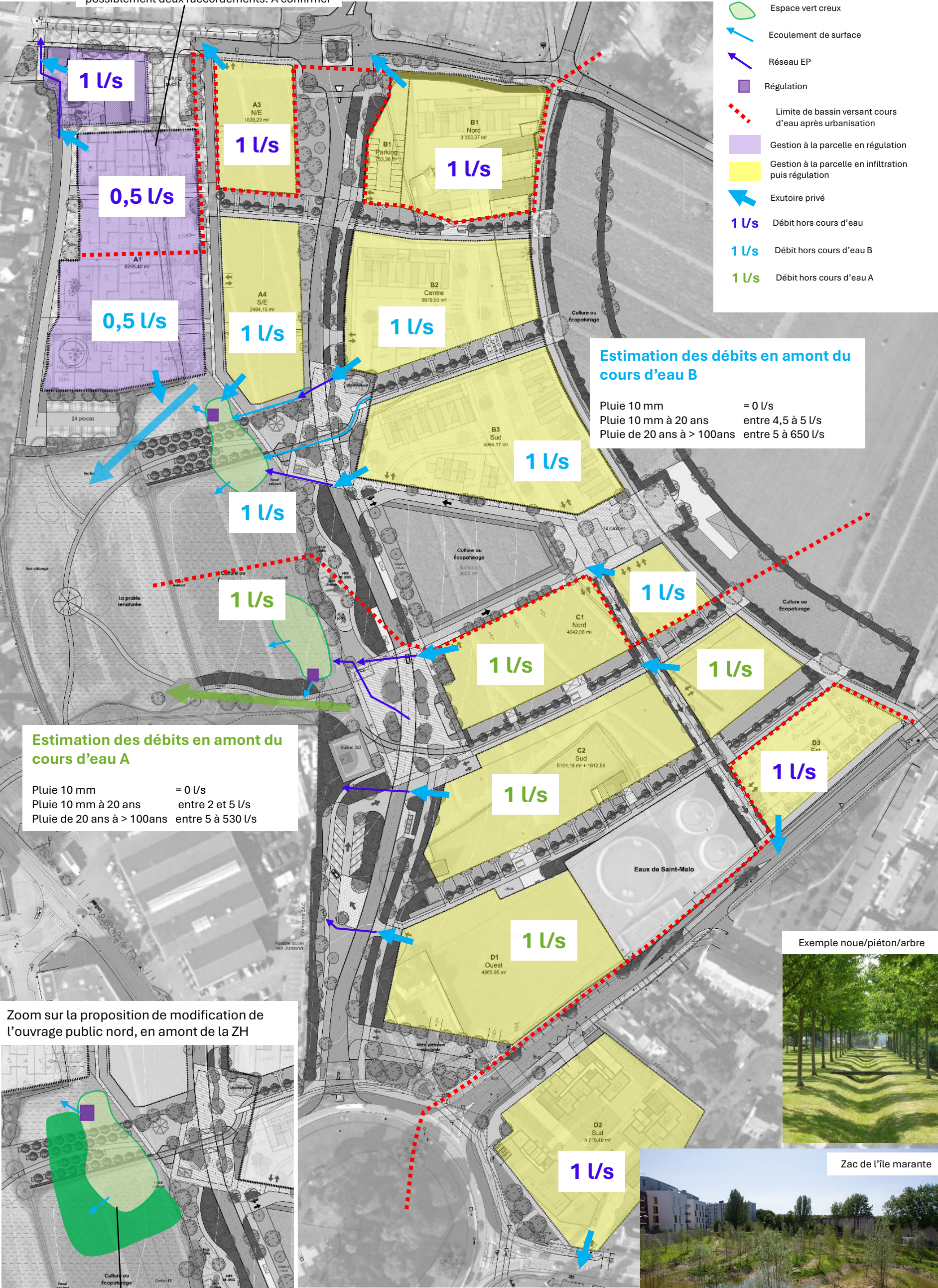
Gestion bassin versant amont

Proposition de gestion des eaux pluviales – Espace privé



Proposition de gestion des eaux pluviales
répartition des débits pour les cours d'eau

Pour simplifier le raccordement de l'îlot A1, possiblement deux raccords. A confirmer



Proposition :
Déplacer l'ouvrage de gestion EP, pour envoyer la régulation en amont du cours d'eau B.
Le verger pourrait s'appuyer sur l'ouvrage EP et/ou l'ouvrage EP pourrait s'intégrer dans le verger, avec un chemin préférentiel type noue et des chemins piéton en talus.



Maîtrise d'ouvrage :

VILLE DE
Saint-malo

Projet :

ZAC DE LA HOUSSAYE

AVP

Pièce :

**PLAN DE COMPOSITION
AVANT-PROJET**

Maîtrise d'oeuvre :

**(APM)URBANISME
GLAZ Architectes
Ar'TOPIA + AIRES
ECR
IAO SENN**

Architecte (mandataire)
Architecte urbaniste
Paysagiste concepteur
Bureau d'études VRD
Environnement

Echelle : 1/500e

Phase	Date	Modification
AVP	30 juin 2025	

