

Assainissement
Hydrologie
Hydrogéologie



RAPPORT DE SYNTHÈSE (NPHE)

Aménagement d'une plateforme multimodale

266 route de la Noue

LIMAY (78520)

Maitre d'ouvrage :



Maitre d'œuvre :



Dossier n°2021-04-171			Fichier : 2021-04-171/13 Rapport NPHE		
Indice	Date	Contenu	Rédigé par	Contrôlé par	Modifications / Observations
A	17/11/2023	23 pages (hors annexes)	Iliès ARAHMANE	Maxime MARTIN	Première diffusion

AGENCE DE ROUEN
5 rue Marconi - ZI La Maine
76150 MAROMME
Tel : 02.52.35.05.01
Courriel : contact76@geotechnique-sas.com



Le département environnement du groupe GÉOTECHNIQUE SAS

SOMMAIRE

1.	DEFINITION DE L'OPERATION.....	3
2.	DOCUMENTS CONSULTES	4
3.	DONNEES GENERALES	5
3.1.	Situation du terrain.....	5
3.2.	Vue aérienne	6
4.	CONTEXTE TOPOGRAPHIQUE ET MORPHOLOGIQUE	6
5.	DETAILS DU PROJET.....	7
6.	CONTEXTES GEOLOGIQUE, HYDROGEOLOGIQUE,	8
6.1.	Contexte géologique	8
6.1.1.	Données générales.....	8
6.1.2.	Données locales	9
6.2.	Contexte hydrogéologique	11
6.2.1.	Données générales.....	11
6.2.2.	Données locales	12
6.3.	Contexte hydrologique.....	13
6.4.	Les crues et inondations	15
6.5.	Contexte climatique	15
7.	DEFINITION DU NIVEAU DES PLUS HAUTES EAUX	16
7.1.	Définition du niveau d'étiage (NE).....	16
7.2.	Variations saisonnières liées à la pluviométrie (VP).....	17
7.3.	Incidence des ondes de crue (CS).....	18
7.4.	Evaluation des Niveaux des Plus Hautes Eaux (NPHE).....	20
8.	INTERPRETATION DE L'ETUDE NPHE.....	21
9.	DEFINITION STATISTIQUE DES NIVEAUX DE NAPPE	22
9.1.	Définition du suivi piézométrique local et de la chronique ADES.....	22
9.2.	Mise en relation du suivi local et de la chronique ADES	23
9.3.	Extrapolation du suivi piézométrique local	24
9.4.	Statistiques des niveaux piézométriques	25
10.	INTERPRETATION DE L'ETUDE STATISTIQUE	26
11.	CONCLUSION.....	27
	ANNEXE 1 : COUPES GEOLOGIQUE ET TECHNIQUES DES SONDAGES DE RECONNAISSANCE.....	29
	ANNEXE 2 : AJUSTEMENT DE GUMBEL SUR DE HAUTEURS DE NAPPES MAXIMALES ANNUELLES SUR L'OUVRAGE ADES	30

ANNEXE 3 : CONDITIONS DE VALIDITE DE L'ETUDE 32

1. DEFINITION DE L'OPERATION

Opération	
Devis	Ame2021-04-171/11
Mission	Rapport de synthèse
Adresse	266 Route de la Noue – 78250 Limay
Maitre d'ouvrage	IKEA DEVELOPPEMENT SAS
Projet	Aménagement d'une plateforme multimodale

Le projet d'aménagement prévoit la construction d'un bâtiment industriel de type R+1 sur une emprise d'environ 61 500 m². L'emprise totale du projet est estimée à 159 470 m². La côte la plus basse du terrain actuel est située à 20,2 m NGF.

A la demande de la société IKEA DEVELOPPEMENT SAS (Maitre d'Ouvrage), notre société, GEOTECHNIQUE S2E, a été mandatée pour la réalisation d'un rapport de synthèse hydrogéologique comprenant le suivi piézométrique, l'étude NPHE et l'étude statistique réalisés pour IKEA DEVELOPPEMENT SAS.

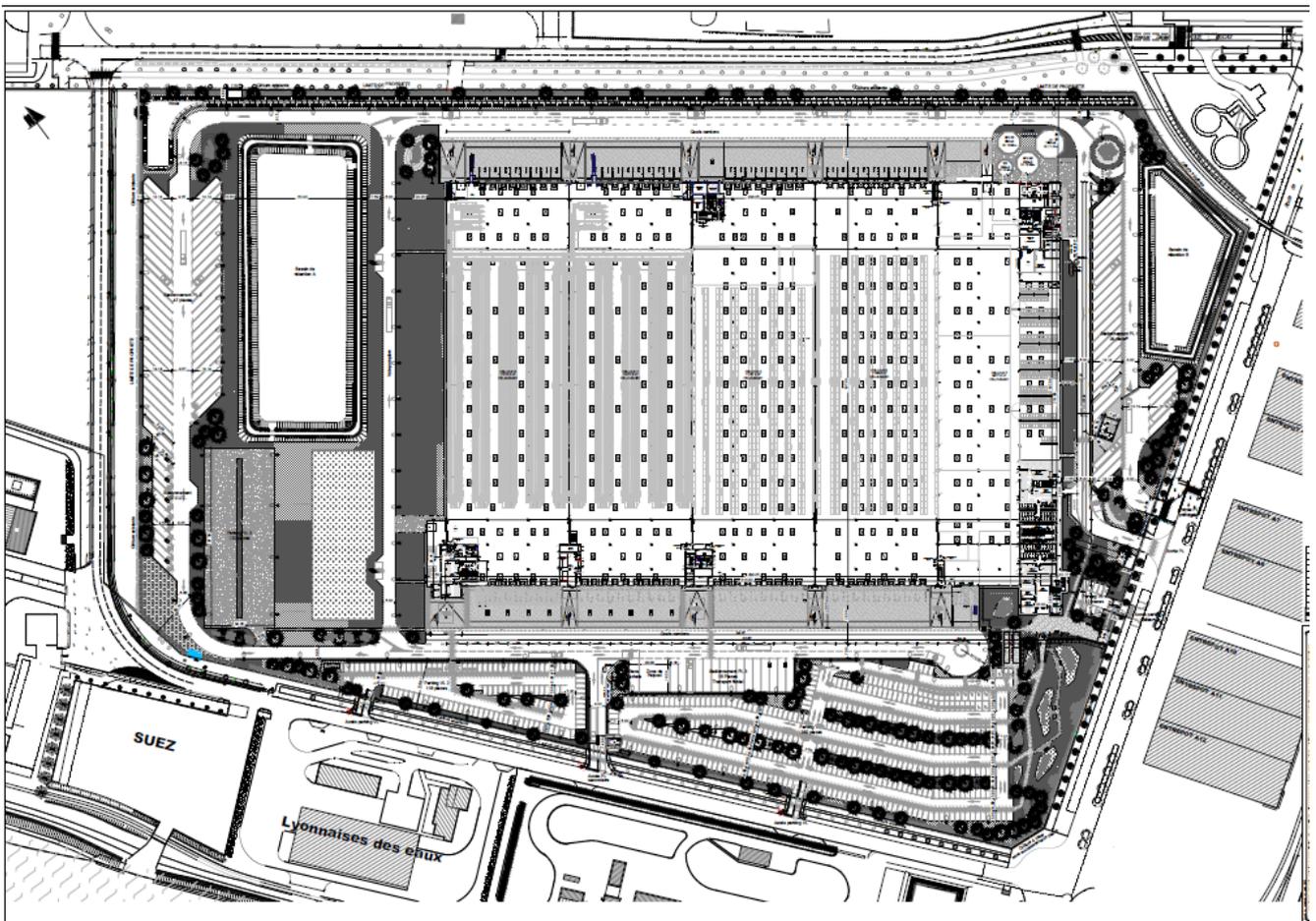


Figure 1 : Plan du projet (Source : Plan de plantation - IKEA)

2. DOCUMENTS CONSULTÉS

Pour réaliser sa mission, S2e disposait des documents suivants :

Source	Type de consultation	Données disponibles
Maitre ouvrage	Courriel	Plans du projet : plan masse, plan des niveaux, coupes (24/06/2022)
Site	Visite de terrain Suivi piézométrique Mesures perméabilité	Mesures piézométriques (3 piézomètres, suivis de Juin 2021 à Juin 2022) Suivi piézométrique : 1 an (automatique) Essais d'infiltration
Géotechnique SAS	Rapport	Etude géotechnique de type G2AVP (ref. 2021-04-171 du 31/01/2022)
BRGM / Infoterre	Internet (Infoterre.brgm.fr)	Carte géologique n° 967 de MANTES LA JOLIE au 1/50.000ème Coupes géologiques et techniques des sondages présents dans la zone d'étude
Géoportail	Internet (www.geoportail.gouv.fr)	Informations cartographiques de l'IGN (cartes topographiques, photo aériennes, cadastre...)
Banque nationale d'Accès aux Données des Eaux Souterraines (ADES)	Internet (www.ad.es.eaufrance.fr)	Données quantitatives et qualitatives relatives aux eaux souterraines
Banque Nationale des Prélèvements sur l'Eau (BNPE)	Internet (www.bnpe.eaufrance.fr)	Données sur les prélèvements en eau
Système d'Information pour la Gestion des Eaux Souterraines en Seine-Normandie (SIGES)	Internet https://sigessn.brgm.fr	Données quantitatives et qualitatives relatives aux eaux souterraines et de surface dans le bassin Rhône Méditerranée
BRGM / Inondations nappes	Internet (https://www.georisques.gouv.fr)	Risques de remontées de nappes
Agence Régionale de Santé 78	https://www.normandie.ars.sante.fr	Captages AEP et périmètres de protection
Ministère de la transition écologique et solidaire	http://carmen.developpement-durable.gouv.fr https://www.georisques.gouv.fr	Cartographie des surfaces inondable et à risque

Tableau 1. Documents consultés

3. DONNEES GENERALES

3.1. Situation du terrain

Le projet concerné par la présente étude est localisé au Sud de la commune de Limay (78) :

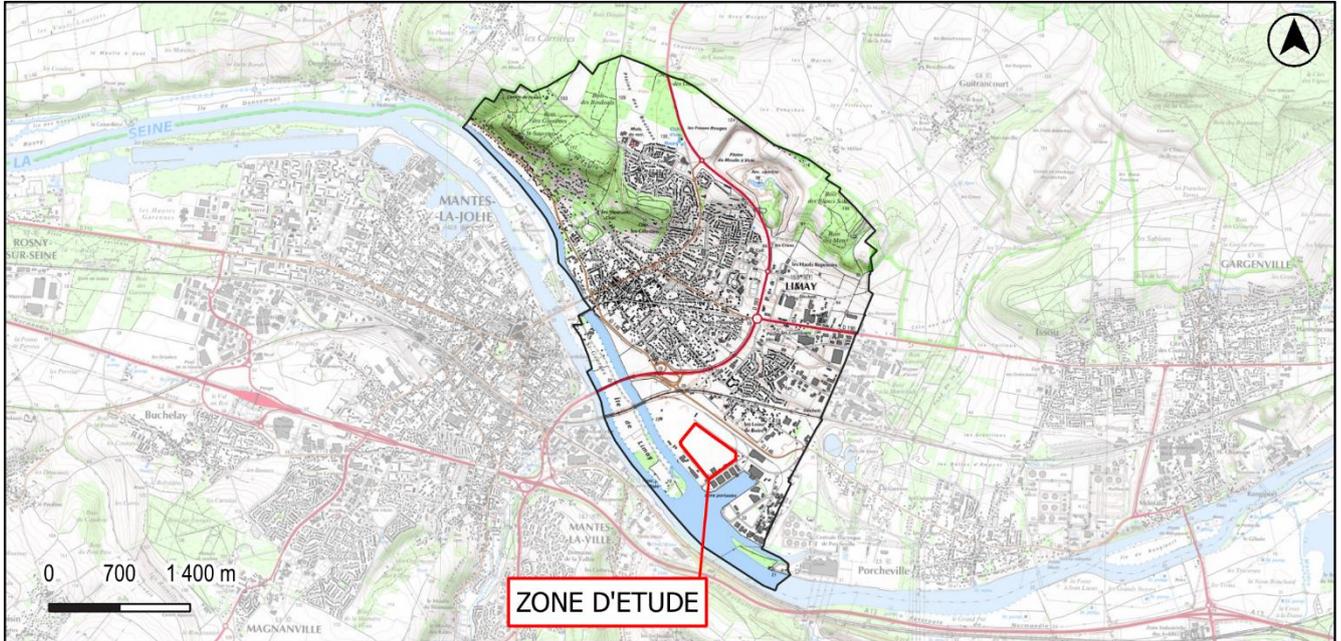


Figure 2 : Localisation de la commune de Limay (Source : Géoportail)

Le terrain du projet se situe au niveau de la Route de la Noue sur la zone Haropaport :

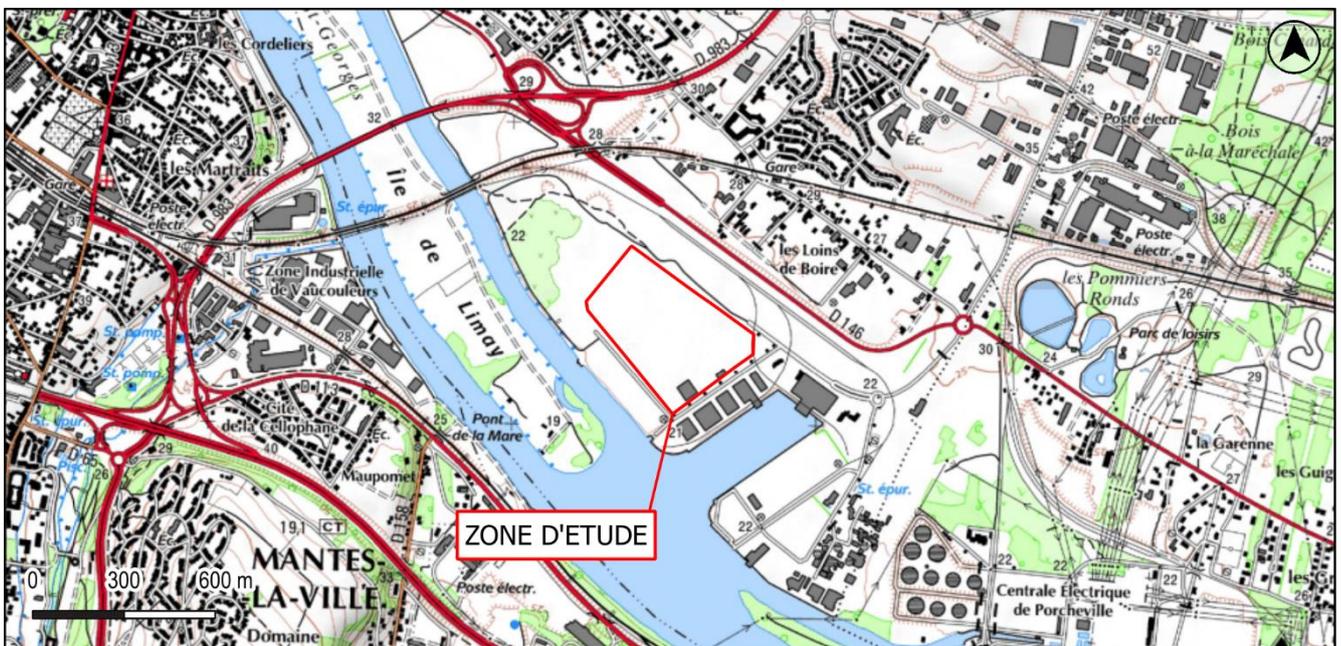


Figure 3 : Localisation du projet sur la commune de Limay (Source : Géoportail)

3.2. Vue aérienne

Le terrain concerné par la présente étude se situe sur la parcelle numéro 131 de la section BK :



Figure 4 : Vue aérienne au droit du site d'étude (Source : Géoportail)

4. CONTEXTE TOPOGRAPHIQUE ET MORPHOLOGIQUE

Les éléments principaux à retenir concernant la configuration du site sont les suivants :

- le site actuel se trouve en rive droite de Seine à Limay (78) ;
- le terrain sert actuellement de stockage de voitures neuves ;
- l'altimétrie de la parcelle varie de 20,20 à 22,10 m NGF d'après les données topographiques récoltées sur le terrain.

La pente générale est inférieure à 2 % vers l'Est. Au voisinage du projet, la parcelle est délimitée par :

- la route de la Noue puis des bâtiments d'activité à l'Est ;
- une zone enherbée et l'avenue Daniel Dreyfous Ducas au Nord ;
- la route des prés à l'Ouest puis de bâtiments d'activité ;
- la route des Prés, des locaux et la Seine au Sud.

5. DETAILS DU PROJET

Le projet concerne la construction d'une plateforme multimodale sans sous-sol. Les caractéristiques de l'ouvrage sont les suivantes :

- Surface de construction : 61 500 m² ;

• Planchers	Cote de base
RDC	21,87 m NGF
Fondations	19,10 m NGF
Fond de fouille	18,17 m NGF
Massif d'encuvement	17,60 m NGF

Tableau 2. Cotes caractéristiques des différents bâtiments projetés
 (source : NOTICE ASSAINISSEMENT - IKEA)

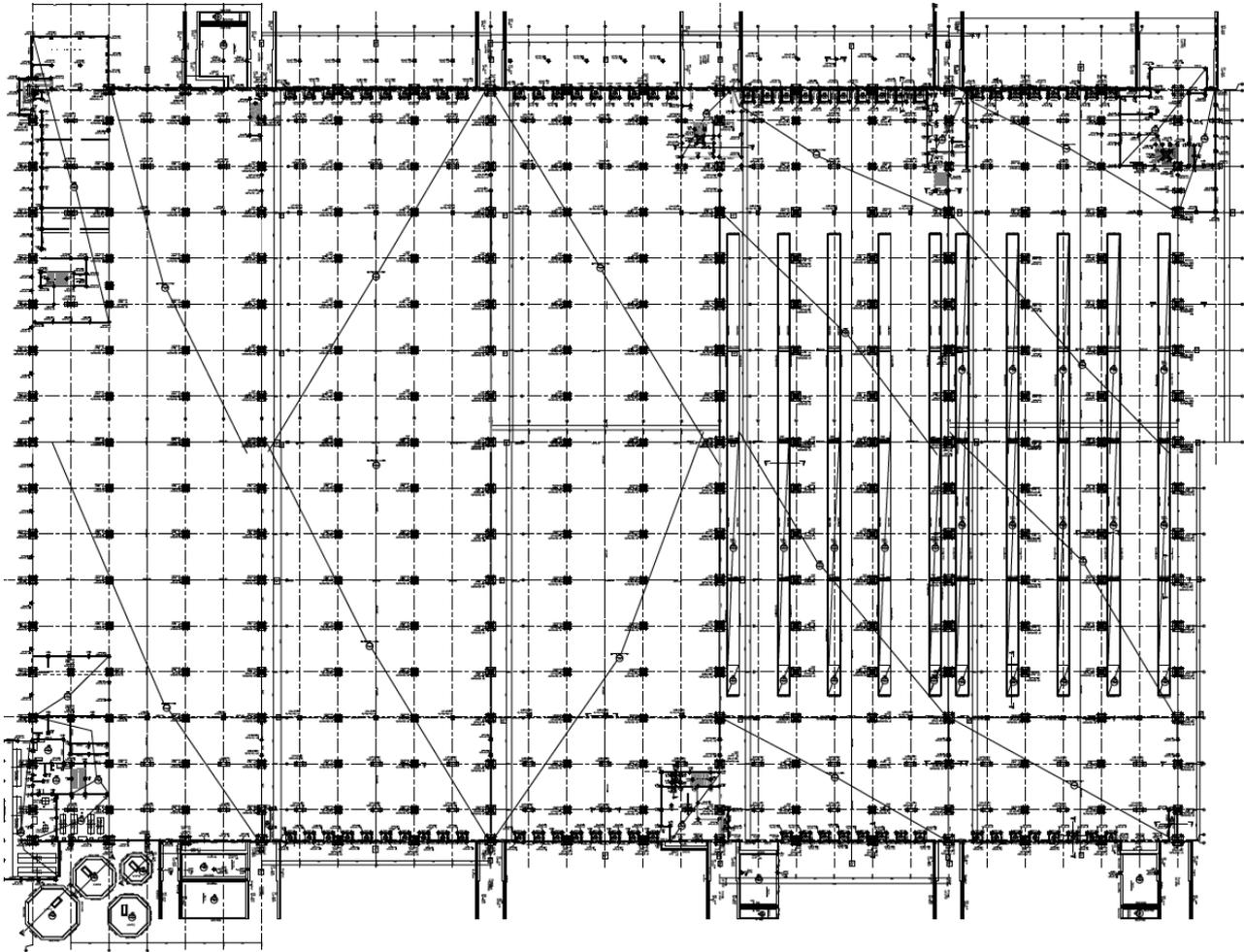


Figure 5 : Plan projet en date de 13/11/2023 (Source : IKEA)

6. CONTEXTES GEOLOGIQUE, HYDROGEOLOGIQUE, ...

6.1. Contexte géologique

6.1.1. Données générales

D'après la carte géologique au 1/50 000 de MANTES LA JOLIE (N°967), les formations géologiques attendues au droit du site sont des Alluvions modernes **Fz** constituées de cailloutis, sables, graviers et limons d'une épaisseur d'environ 5 mètres et des Alluvions anciennes et indifférenciées **Fy** selon les sondages référencés à la Banque de données du Sous-Sol (BSS). Ces couches alluvionnaires reposent sur la craie.

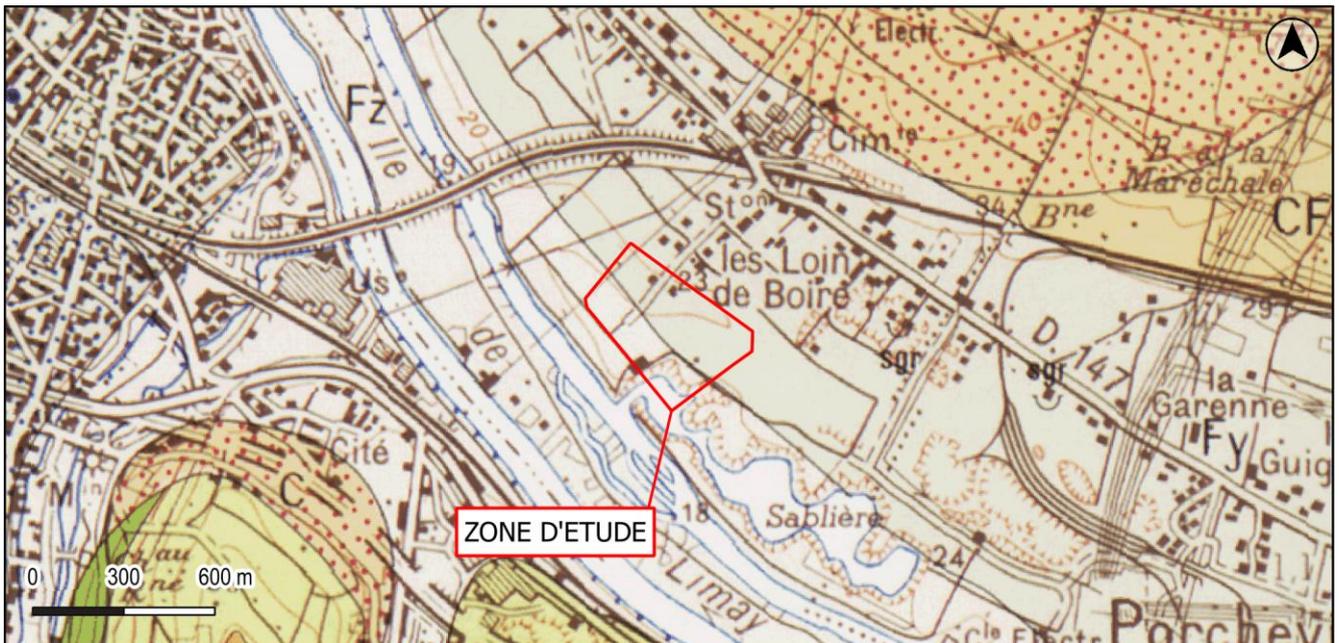


Figure 6 : Extrait de la carte géologique de LIMAY au 1/50000 (Source : BRGM)

- **Fy. Alluvions anciennes de bas niveau (altitude approximative par rapport à l'étiage : 5-12 m)**

Constituées d'une alternance de lits grossiers (galets de silex, meulière, calcaire de 5 à 10 cm) et de lits sableux. Dans ces alluvions grossières on trouve d'énormes blocs dépassant 1 m³ et pesant plusieurs tonnes, formés de grès, calcaire ou meulière, abandonnés après la fusion de radeaux de glace sous climat périglaciaire. Dans les lobes convexes des méandres, la limite entre les alluvions Fya et Fyb n'est pas toujours marquée dans la morphologie (absence de talus). Il s'agit alors plutôt d'une nappe alluviale, représentée par le symbole unique Fy, que de terrasses étagées.

- **Fz. Alluvions modernes ou holocènes (post-wurmiennes) de granulométrie fine (sables, limons, argiles et marnes).**

Dans les vallées secondaires (Epte et ses affluents) elles contiennent des nodules calcaires et renferment des lits de tourbe interstratifiés (épaisseur de l'ordre de 2 m). Dans la vallée de la Seine, elles sont plus épaisses au voisinage du fleuve (4 à 5 m), surtout dans les lobes convexes des méandres, ou au débouché des affluents. Leur épaisseur diminue progressivement quand on s'écarte du lit de la Seine et elles reposent sur des alluvions grossières Fy.

6.1.2. Données locales

Des investigations géotechniques ont été réalisées par la société GEOTECHNIQUE SAS le 31/01/2022. Les sondages, menés jusqu'à une profondeur de 25 m, ont permis de préciser la nature et la puissance des formations rencontrées au droit du site.

Ainsi, les coupes géologiques permettent de distinguer, de la surface vers la profondeur :

- des remblais sableux de la surface jusqu'à 7,00 m de profondeur (soit jusqu'à environ 15 m NGF) ;
- des sables graveleux de 7,00 m à 9,50 m de profondeur (soit jusqu'à environ 12,50 m NGF) ;
- des craies blanches à silex, au-delà et jusqu'à 25 m de profondeur (fin des forages) (soit jusqu'à environ -3,0 m NGF).

Le plan de localisation des sondages de reconnaissances géotechniques est présenté en Figure 7. Les coupes géologiques correspondantes sont présentées en Annexe 1.

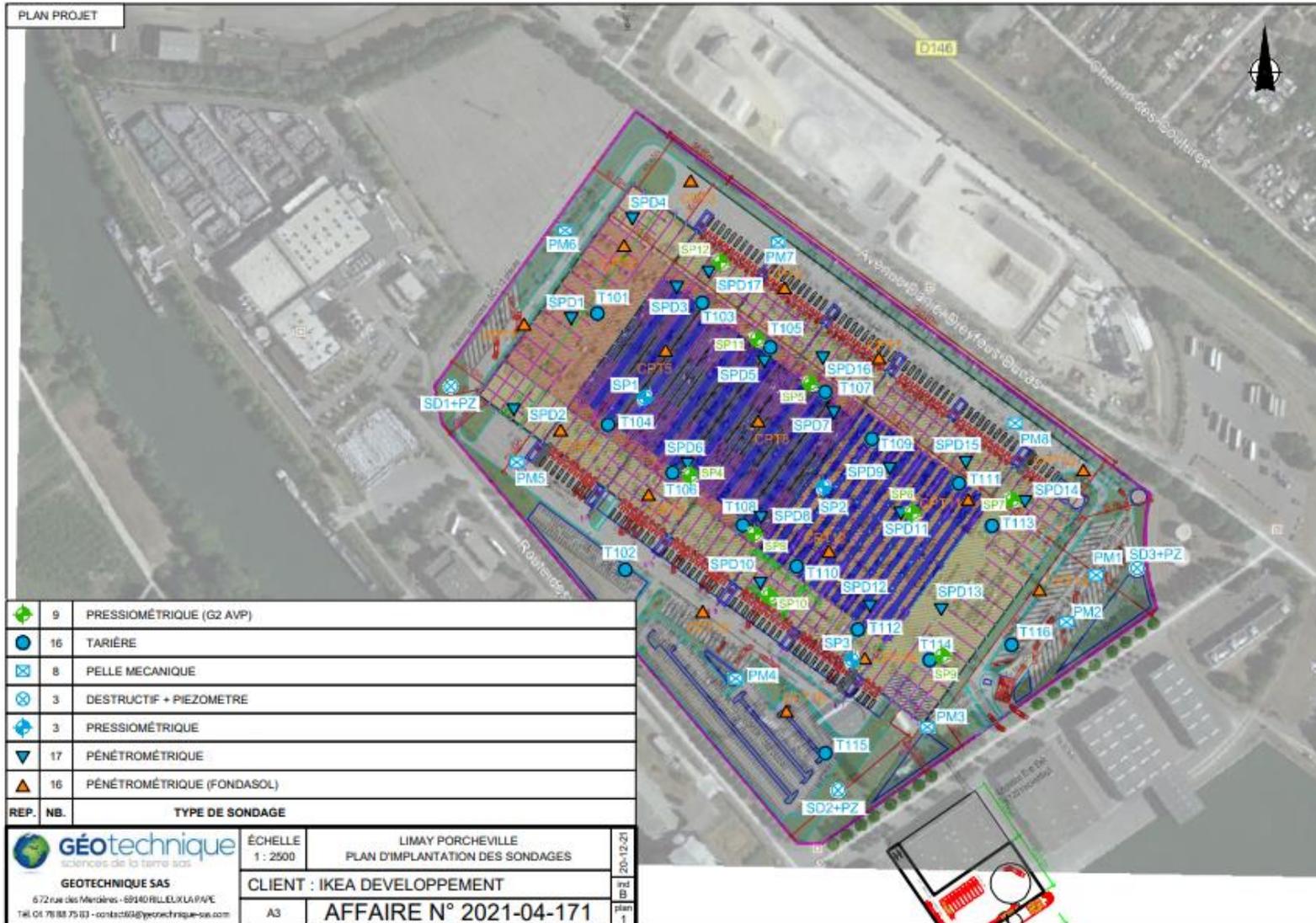


Figure 7 : Plan d'implantation des sondages de reconnaissances géotechniques (Source : GEOTECHNIQUE SAS)

6.2. Contexte hydrogéologique

6.2.1. Données générales

La **Nappe de la craie** est la plus importante au Sud de la Seine et dans le Vexin normand. Elle est alimentée soit par infiltration des eaux superficielles, soit par les nappes sus-jacentes, soit par la Seine. Mais le sommet de la formation est fortement dénoyé sauf dans la vallée de la Taupe, au Sud de Rosny, où elle se situe à moins de 5 m de profondeur.

La nappe alluviale est continue au sein des alluvions modernes. Elle est généralement peu profonde, soit une profondeur moyenne d'environ 3 à 4 m par rapport au sol. Le niveau piézométrique devient plus proche de la surface du sol dans la partie aval de l'entité. La nappe est souvent en charge (captive à semi-captive) sous les recouvrements limoneux. Elle est cependant généralement en liaison hydraulique avec la Seine, et sa piézométrie est liée au cours d'eau.

Généralement, la nappe est drainée par la Seine, et en communication avec la nappe de la craie.

Les alluvions récentes sont constituées par des sédiments de nature grossière, caractérisés par une perméabilité forte de l'ordre de 10^{-2} m/s.

6.2.2. Données locales

En prévision de l'étude géotechnique de conception G2 phase AVP réalisée par GEOTECHNIQUE SAS en avril 2021, un suivi piézométrique a été réalisé au droit des ouvrages Pz1, Pz2 et Pz3. L'implantation des différents ouvrages est présentée en *figure 9*.



Figure 8 : implantation des ouvrages de mesure (Source : S2e)

Les niveaux piézométriques ont été suivis manuellement du 20/07/2021 au 31/08/2022. Les mesures réalisées sont présentées dans le *tableau 3*.

Niveau d'eau	20/07/2021	21/12/2021	14/06/2022	31/08/2022
PZ1	17,6 m NGF	17,55 m NGF	17,6 m NGF	17,5 m NGF
PZ2	17,6 m NGF	17,55 m NGF	17,6 m NGF	17,6 m NGF
PZ3	17,6 m NGF	17,57 m NGF	17,56 m NGF	17,45 m NGF

Tableau 3. Suivis piézométriques manuelles (source : Géotechnique SAS)

Une sonde d'enregistrement automatique a également été mise en place dans l'ouvrage PZ3 nous permettant d'avoir une chronique piézométrique à pas de temps fin depuis le 21 Juillet 2021.

Un suivi piézométrique public (ADES) existe à proximité du projet et dans un contexte analogue (aquifère de la Craie). Ce piézomètre le plus proche se situe sur la commune de LIMAY, à une distance d'environ 2 kms au Sud-Est du projet. Il est localisé à environ 100 m de la Seine et à une altimétrie de 21 m NGF. En l'absence d'archives piézométriques suffisamment longues au droit du site, nous proposons de définir le battement saisonnier du niveau d'eau à partir de ces données.

6.3. Contexte hydrologique

La commune de LIMAY est située dans le bassin versant hydrographique de la Seine. Le projet est localisé à environ 200 m en rive droite de la Seine.

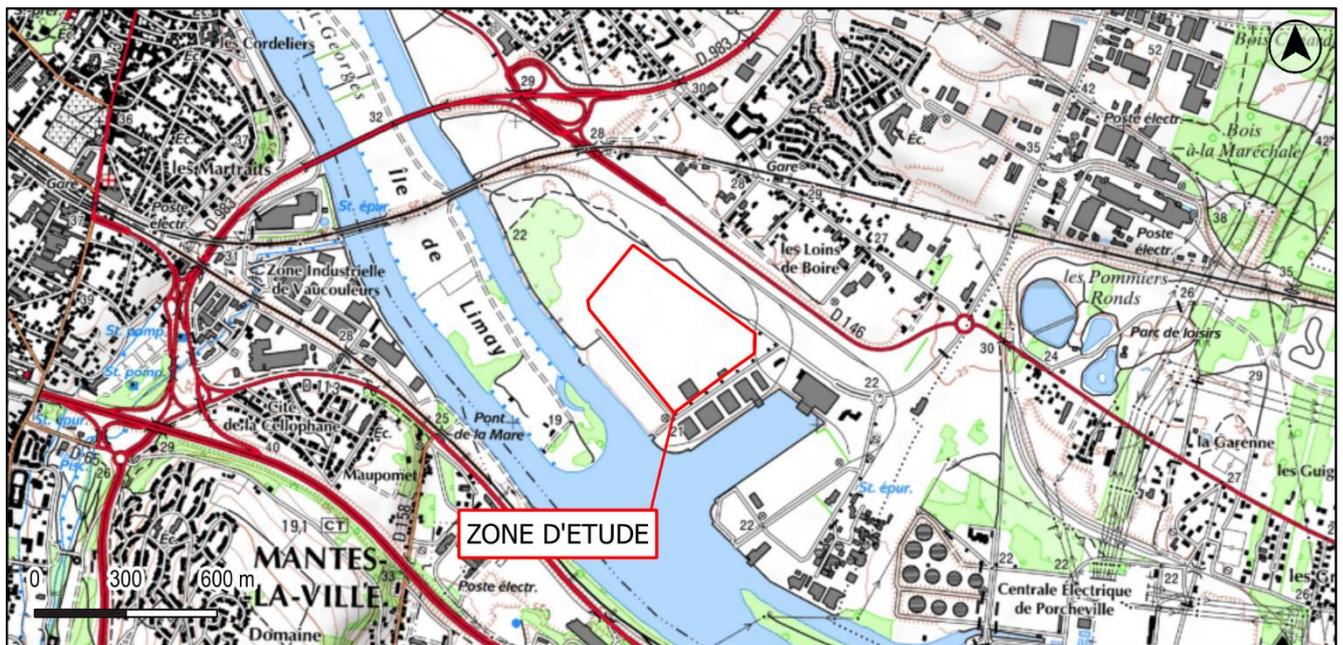


Figure 9 : Réseaux hydrographiques du secteur (source : Géoportail)

La longueur de la Seine est de 777 kms et son bassin versant est de 78 650 km².

Son débit a été observé durant une période de 42 ans (1990-2022), à Paris (environ 40 km en amont du site d'étude).

Le module (débit moyen inter annuel) de la Seine à Mantes La Jolie est de 360 m³/s.

La Seine présente des fluctuations saisonnières de débit modérément marquées, le débit mensuel moyen est situé entre 147 m³/s et 538 m³/s.

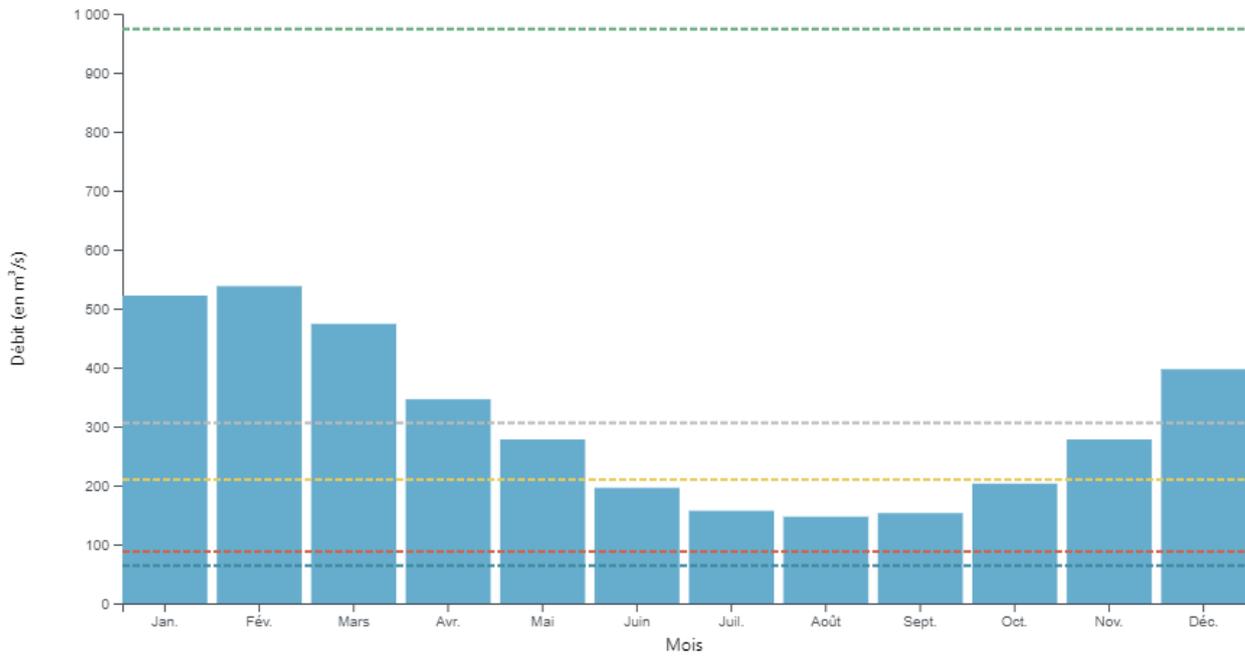


Figure 10 : Débit moyen mensuel de 1990 à 2022 (Source : Hydroportail)

Les crues peuvent être fort importantes en cas de précipitations :

Fréquence	QIX (m³/s)
Biennale	999
Quinquennale	1310
Décennale	1520
Vicennale	1710
Cinquantennales	1970
Centennale	Non calculé

Tableau 4 : Fréquence de crues - Loi de Gumel – 2002 à 2022 (Source : Hydroportail)

6.4. Les crues et inondations

Selon la préfecture des Yvelines, le site d'étude est concerné par le Plan de Prévention des Risques Inondation (PPRI) par inondation de la Seine.

Le terrain est situé dans les zones à risque selon le zonage réglementaire.

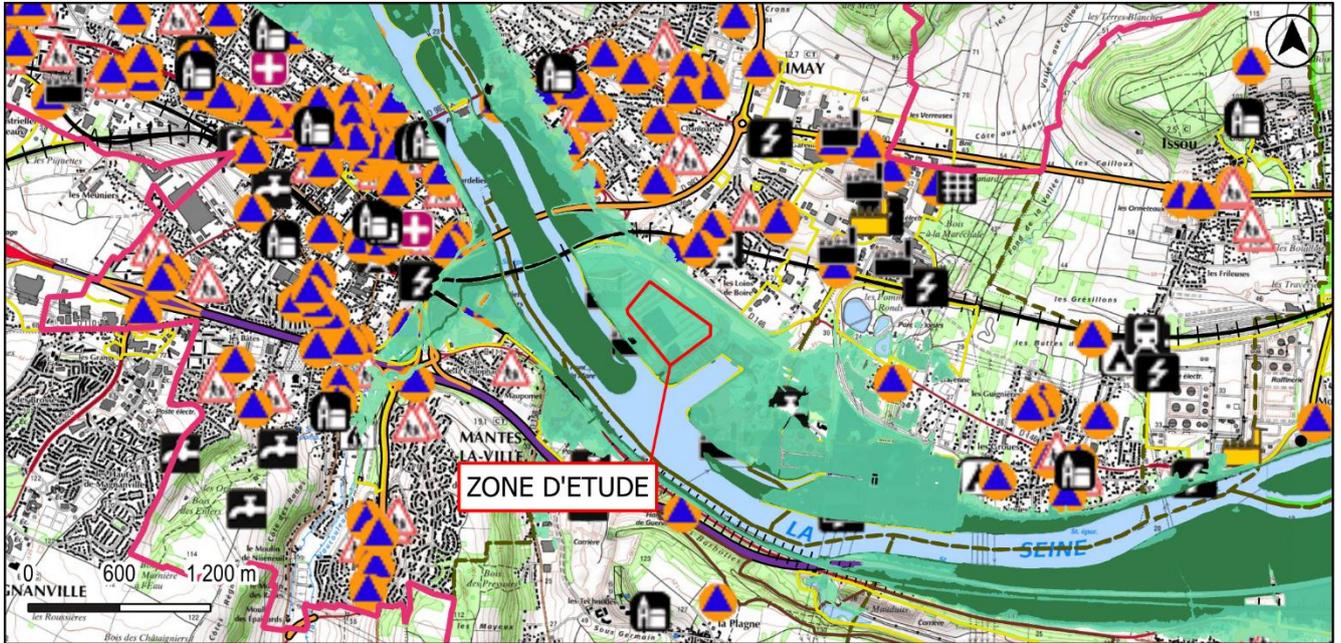


Figure 11 : Extrait de la carte du zonage réglementaire du PPRI de l'Agglomération de LIMAY
(Source : Géorisques)

La crue de référence retenue pour LIMAY est la crue centennale, dont la cote à proximité immédiate du site a été fixée à 21,15 m NGF.

6.5. Contexte climatique

La ville de Limay bénéficie d'un climat tempéré. En hiver, les pluies sont réparties tout au long de l'année. D'après Köppen et Geiger, le climat y est classé Cfb. Sur l'année, la température moyenne à Limay est de 11.4 °C. Les précipitations annuelles moyennes sont de 722 mm.

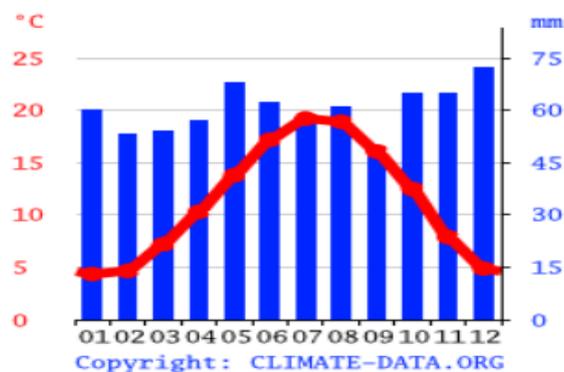


Figure 12 : Température et précipitations moyennes à Limay
(Source : climat-data)

7. DEFINITION DU NIVEAU DES PLUS HAUTES EAUX

Les niveaux des plus hautes eaux (NPHE) seront estimés en prenant en compte les phénomènes suivants :

- au droit du site d'étude, il existe une nappe souterraine libre, présentant des battements saisonniers et interannuels ;
- le climat tempéré présente un régime de pluie particulier qui influence les niveaux des plus hautes eaux au sein de la nappe superficielles au droit du site ;
- les régimes de crue des cours d'eau à proximité ont un impact sur la nappe d'eau superficielle au droit du projet (diffusion d'une onde de crue) ;

Cette approche se traduit par l'équation suivante :

$$N_{\max} = NE + VP + CS$$

Avec :

NE, le niveau de la nappe superficielle à l'étiage ;

VP, les variations saisonnières et interannuelles lié à la recharge par la pluie utile ;

CS, les variations du niveau de la nappe lié à la propagation d'une onde de crue ;

7.1. Définition du niveau d'étiage (NE)

Les variations du niveau des nappes ne sont pas identiques ni synchrones en tout point d'une même nappe, ni surtout entre nappes différentes. Elles sont très faibles au voisinage des limites de l'aquifère (présence d'un lac ou d'un cours d'eau par exemple) et l'amplitude des variations augmente, au contraire, au fur et à mesure que l'on s'éloigne de ces limites.

L'analyse des fluctuations piézométriques annuelles et saisonnières permet de déterminer des cycles de recharge et de vidange de la nappe.

A la fin de la période estivale, pendant laquelle se vidange la nappe, celle-ci atteint ainsi son niveau le plus bas de l'année : cette période s'appelle l'« étiage » ou période de basses eaux. Ces niveaux d'étiage sont généralement observés au cours des mois d'octobre à novembre.

Les niveaux de hautes eaux sont en général enregistrés après la recharge hivernale, entre mars et mai. Ainsi, le niveau des nappes s'élève rapidement en automne et en hiver, jusqu'au milieu du printemps.

Selon les régions et leur climat, selon les étendues et les configurations des aquifères, les régimes naturels des variations de niveau sont surtout annuels (avec des différences d'amplitude entre années « sèches » et années « humides ») mais peuvent aussi varier de façon pluriannuelle (recharges exceptionnelles sur plusieurs années).

Le niveau d'eau actuel (NE) à partir des données disponibles soit 17,45 m NGF (mesure au droit de Pz3 en date du 31/08/2022) :

$$NE = 17,45 \text{ m NGF}$$

7.2. Variations saisonnières liées à la pluviométrie (VP)

Dans le cadre de nappes superficielles (comme les nappes alluviales) et dont la recharge s'effectue pour une part importante par les précipitations. Il faut est important de bien considérer qu'un cumul de pluie de probabilité donnée ne produira pas un débit de la même probabilité car la transformation n'est pas linéaire. En effet le niveau piézométrique d'un jour ou d'un mois donné résulte le plus souvent des précipitations des 6 mois à 2 ans précédents et il y a une infinité de combinaisons de précipitations qui peuvent produire une même cote (par exemple un hiver très pluvieux suivi d'un printemps très sec, ou bien le contraire, ou bien un hiver moyen suivi d'un printemps moyen).

Aussi la réaction de la nappe vis-à-vis d'un évènement pluviométrique est fonction de nombreux facteurs, tel que l'intensité de la pluie, la température extérieure, la présence ou non d'une couverture végétale ou de surfaces imperméabilisées, de la nature des terrains et de leur porosité efficace. D'une manière générale, la réaction de la nappe est maximale à la fin de la période de recharge des nappes, soit entre janvier et mars.

Un suivi piézométrique de 12 mois a été mis en place au droit du site par GEOTECHNIQUE S2e du 21/07/2021 au 31/08/2022. Ce suivi a consisté en des relevés manuelles/automatisés sur le piézomètre 3, à un pas de temps horaire. Il a mis en évidence un battement saisonnier de l'ordre de 0,35 m sur la période de suivi.

La chronique piézométrique au droit de cet ouvrage est présentée ci-dessous :

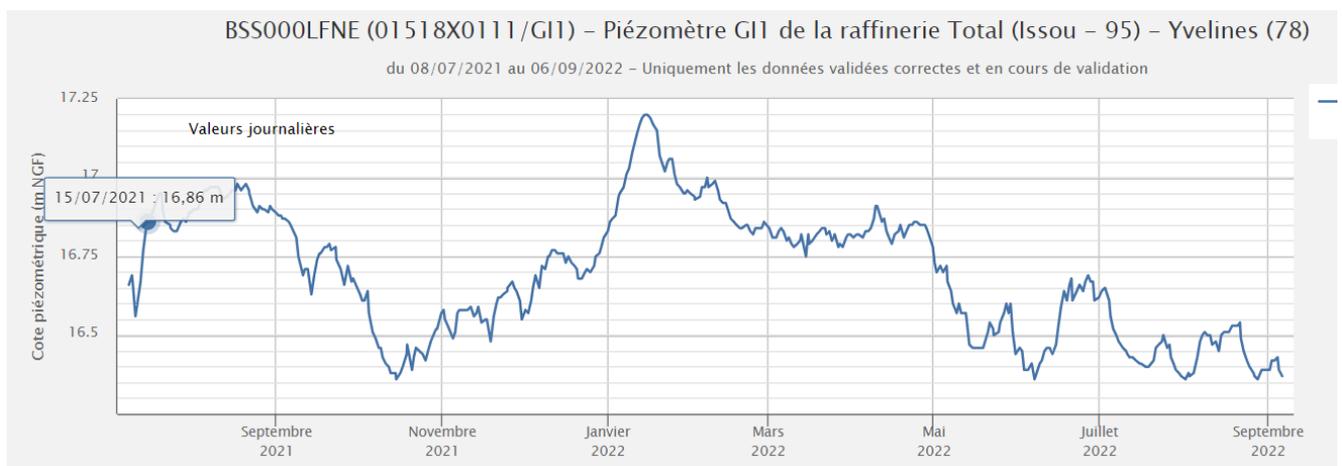
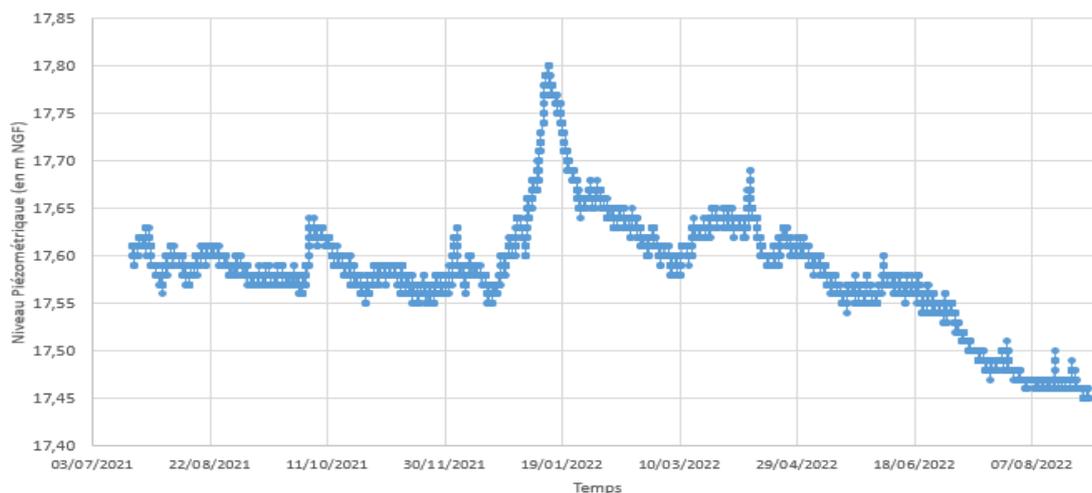


Figure 13 : Chronique piézométrique au droit de l'ouvrage PZ3 (Source : S2e)

Dans un aquifère alluvial comme celui-ci, probablement assez perméable, et en relation hydraulique avec la Seine, les fluctuations piézométriques liées à la pluviométrie (battement saisonnier) sont tamponnées par le

niveau du fleuve et sont estimées en général et en ordre de grandeur de quelques décimètres à 1 m (le fleuve joue le rôle de drain et donc d'écrtage des remontées de nappe en période pluvieuse). On considérera donc ici que ces variations sont intégrées aux calculs du paramètre suivant.

7.3. Incidence des ondes de crue (CS)

La nappe concernée par le projet est en relation directe avec la Seine (environ 300 m au Nord). Lorsque le niveau d'un cours d'eau monte, l'onde de crue se propage dans l'aquifère en s'amortissant. Cet amortissement dépend des deux principales caractéristiques hydrodynamiques de l'aquifère : la transmissivité T et le coefficient d'emmagasinement S , mais également de la distance x au cours d'eau et du taux de colmatage des berges selon l'équation suivante :

$$A = A_0 \cdot e^{-x \sqrt{\frac{\pi S}{t_0 T}}}$$

avec :

- A_0 : amplitude de la crue (x m);
- x : distance au site d'étude (300 m) ;
- t_0 : durée de la crue ;
- T : transmissivité ;
- S : coefficient d'emmagasinement.

Le suivi piézométrique eu droit du site n'a pas permis d'observer une crue d'importance suffisante pour extrapoler la réponse piézométrique à des événements exceptionnels. Toutefois, nous disposons d'un suivi piézométrique à proximité (BSS000LFPJ) sur lequel nous nous sommes basés pour évaluer l'impact d'une crue de Seine. Ce site est localisé sur la raffinerie TOTAL à 3,6 km du projet et à environ 100 m de la Seine. Le suivi piézométrique réalisé au droit de ce site a permis d'observer l'influence de la Seine sur une longue période et de le comparer au suivi au droit du projet (suivi concomitant).

La chronique piézométrique au droit de cet ouvrage est présentée ci-dessous :

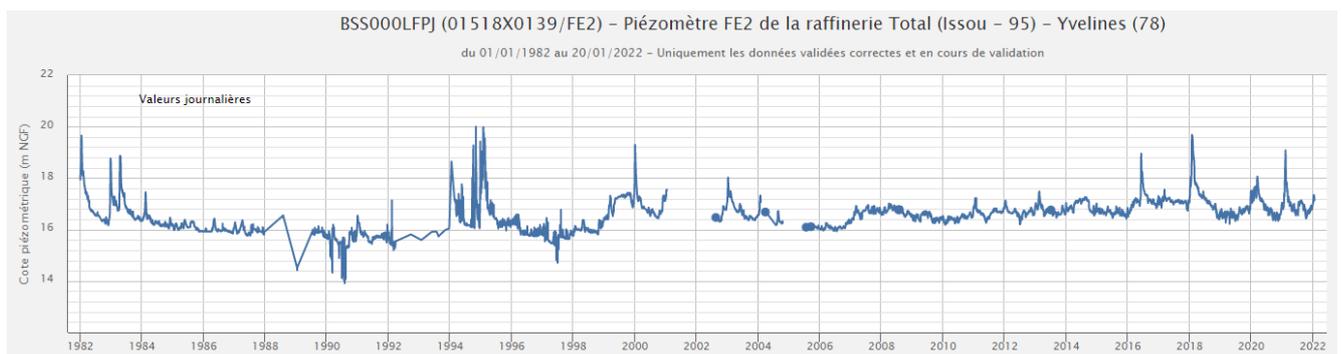


Figure 14 : Chronique piézométrique au droit de l'ouvrage BSS000LFPJ (Source : ADES)

Les variations piézométriques dues à une onde de crue de la Seine sont atténuées avec la distance aux berges, l'amplitude des variations observé au droit du site ADES seront comparé à l'amplitude au droit du site. IL l'absence d'observation plus complète il sera fait ici l'**hypothèse** d'une relation linéaire entre ces deux chroniques.

Afin d'estimer un ordre de grandeur de battement pour plusieurs récurrences de la nappe, nous avons traité statistiquement les maximums piézométriques annuelles. Ces cotes de nappe haute (30 valeurs au total) ont été ajustées par la méthode de Gumbel (cf. Annexe 2), qui permet de déterminer la cote de nappe haute période de retour donnée.

Avec ces paramètres, il est possible de d'évaluer les valeurs de remontée de nappe au droit du projet pour les différentes récurrences de crue mesurées au droit du site ADES.

On obtient les valeurs suivantes pour le site du projet :

Crue de référence	Battement mesuré au droit du site ADES (m)	Battement estimé au droit du site de projet (m)
Crue janvier 2021	0,61	0,30
Crue 10	2,59	1,27
Crue 50	3,89	1,91
Crue 100	4,59	2,26

Tableau 5 : Estimation des battements au droit du site

Par ailleurs, selon la préfecture des Yvelines, la commune de Limay est concernée par le Plan de Prévention des Risques Inondation de la Seine (§ 6.4). La crue de référence retenue pour la Seine est la crue centennale (ou légèrement supérieur), dont la cote à proximité immédiate du site a été fixé à 21,15 m NGF.

En cas de crue débordante il est généralement considéré une réalimentation verticale de la nappe à partir du champ d'expansion de la crue amenant à considérer une cote NPHE égale à la cote d'inondation.

Pour ce projet, nous obtenons donc :

$$CS_{100} = 21,15 \text{ m NGF}$$

7.4. Evaluation des Niveaux des Plus Hautes Eaux (NPHE)

Le tableau ci-dessous présente le principe d'évaluation des niveaux des plus hautes eaux qui seront calculés à partir des facteurs de variation définis dans les paragraphes § 7.1 à 7.3 :

- le niveau actuel (NA) ;
- l'élévation du niveau de la nappe liée à la propagation d'une onde de crue (CS) ;
- l'élévation due à des variations saisonnières (VP) ;

Estimation des niveaux remarquables				Fond de fouille à 18,17 m NGF	Fondations à 19,10 m NGF	RDC à 21,87 m NGF
Niveaux remarquables	Niveau actuel / Niveau quasi-permanent	EB	17,45 m NGF	0,72 m	1,65 m	4,42 m
	Niveau fréquent	EF10	18,72 m NGF	-0,60 m	0,38 m	3,15 m
	Hautes eaux communes	EH50	19,36 m NGF	-1,19 m	-0,26 m	2,51 m
	Hautes eaux exceptionnelles	EE100	19,71 m NGF	-1,54 m	-0,61 m	2,16 m
	Hautes eaux exceptionnelles en cas de crue débordante	EE = EI	21,15 m NGF	- 2,98 m	-2,05 m	0,72 m

- Intercepté par le battement de nappe
- Proche du battement de nappe
- Non intercepté par le battement de nappe

Tableau 6 : Niveaux des Plus Hautes Eaux (NPHE) de la nappe au droit du site d'étude

8. INTERPRETATION DE L'ETUDE NPHE

D'après les données récoltées, la nappe au droit du projet se situe à un niveau piézométrique de 17,45 m NGF.

Les variations saisonnières sont supposées être entièrement contrôlées par les variations de la Seine et devraient intercepter le projet. Ces fluctuations ont été estimées sur la base d'une chronique piézométrique de longue durée (1982 à 2022) disponible auprès du Portail national d'Accès aux Données sur les Eaux Souterraines située à environ 3,6 km du site. Ainsi la démarche retenue pour cette étude repose sur l'hypothèse de transposabilité d'une chronique longue ADES intégrant les influences du battement saisonnier et interannuel de la nappe et la transmission dans les terrains d'une onde de crue. Cette hypothèse, considérée comme réaliste, conditionnent la précision des niveaux des plus hautes eaux.

Les cotes de nappe exceptionnelles ont ainsi été définies comme suit :

EB : 17,45 m NGF

EF : 18,72 NGF

EH : 19,36 m NGF

EE=EI : 21,15 m NGF

Le principe retenu pour cette étude consiste à l'évaluation de différents facteurs influençant les remontées de nappe : battement saisonnier et interannuel de la nappe, influence de pluies exceptionnelles, arrêt de pompages dans les environs du site, transmission dans les terrains d'une onde de crue. En l'absence de suivi piézométrique au droit du site certains de ces événements ont fait l'objet d'hypothèses, considérées comme réalistes au vu des différentes informations disponibles actuellement, et qui conditionnent la précision des niveaux des plus hautes eaux.

Ainsi la présente étude a été réalisée sur la base des connaissances techniques et scientifiques disponibles à la date de sa réalisation et les niveaux d'eau ont été évalués de manière prudente en fonction des données piézométriques disponibles.

9. DEFINITION STATISTIQUE DES NIVEAUX DE NAPPE

Le niveau statistique des niveaux de nappe seront estimées par :

- l'étude du suivi piézométrique sur site réalisé entre 2021 et 2022 par S2e ;
- La mise en relation de ces données avec une chronique piézométrique ADES plus longue ;
- L'extrapolation du suivi local sur la chronique ADES référente à proximité.

9.1. Définition du suivi piézométrique local et de la chronique ADES

Un suivi piézométrique de 12 mois a été mis en place au droit du site par GEOTECHNIQUE S2e du 21/07/2021 au 31/08/2022. Ce suivi a consisté en des relevés manuelles/automatisés sur le piézomètre Pz3, à un pas de temps horaire. Il a mis en évidence un battement saisonnier de l'ordre de 0,35 m sur la période de suivi et un niveau d'étiage estimé à 17,45 m NGF.

La chronique piézométrique au droit de cet ouvrage est présentée ci-dessous :

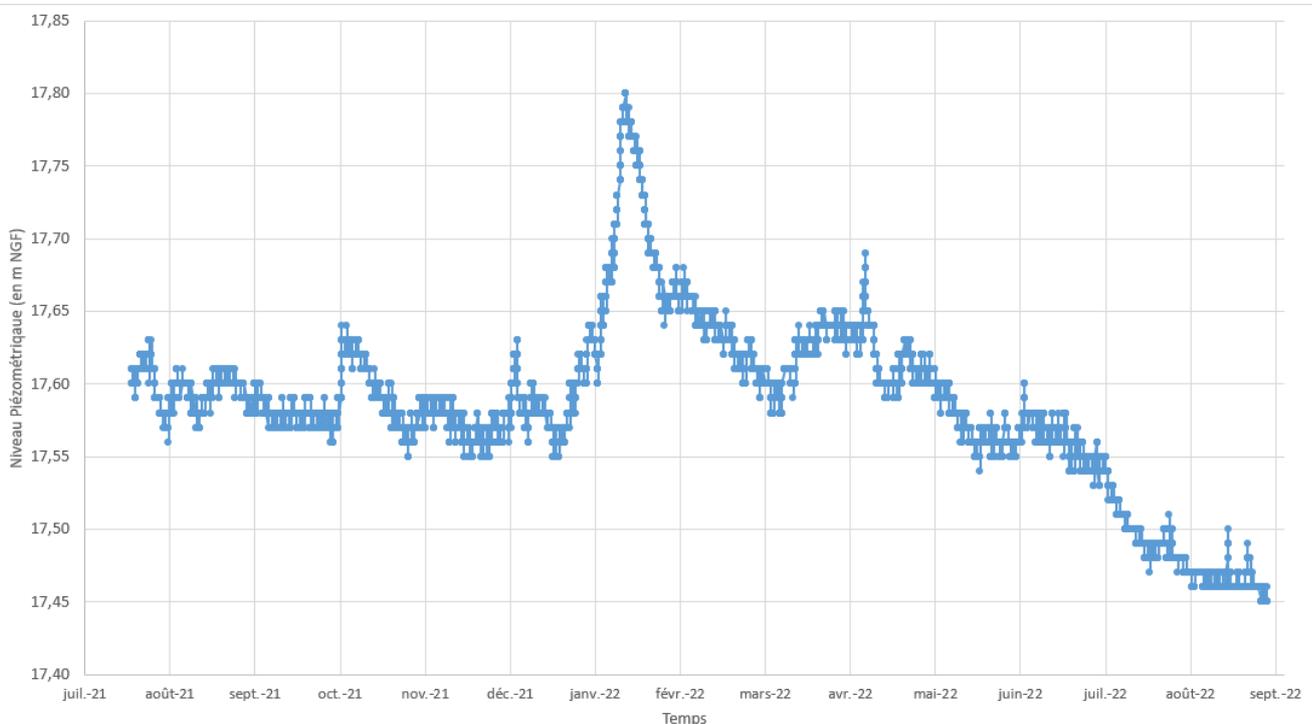


Figure 15 : Chronique piézométrique au droit de l'ouvrage PZ3 (Source : S2e)

Le suivi piézométrique au droit du site ne permettant pas d'observer une période de temps assez longue pour effectuer un traitement statistique, nous utiliserons un suivi piézométrique patrimonial à proximité disponible sur le portail national d'Accès aux Données sur les Eaux Souterraines (ADES). Nous nous baserons sur ce suivi long (plus de 45 ans) pour évaluer les variations piézométriques au droit du site. Ce site est localisé sur la raffinerie TOTAL à 3,6 km du projet et à environ 100 m de la Seine (ref. BSS000LFNE).

Afin d'obtenir un suivi le plus représentatif possible, les valeurs jugées aberrantes ont été retirées de la chronique.

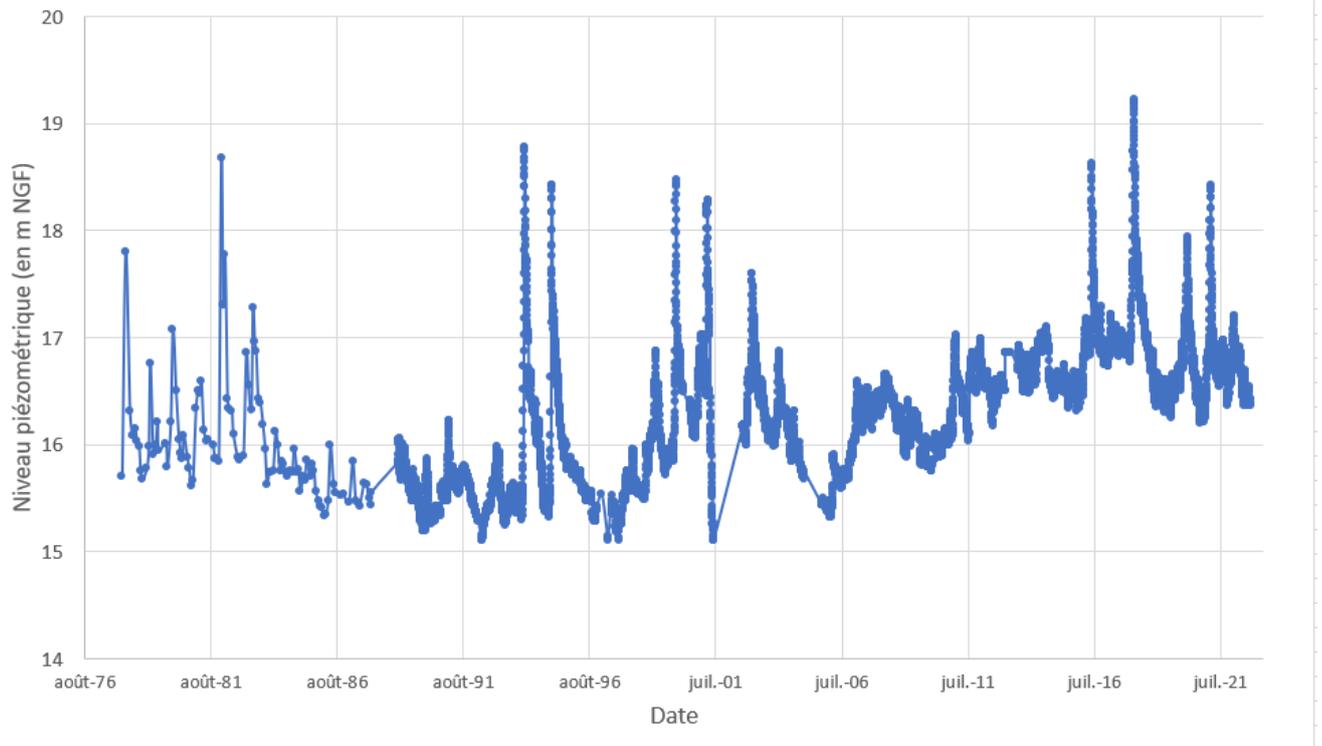


Figure 16 : Chronique piézométrique au droit de l'ouvrage BSS000LFNE (Source : ADES)

La chronique présente ainsi un niveau d'étiage estimé à 15,1 m NGF et une variation saisonnière maximum d'environ 3,60 m.

9.2. Mise en relation du suivi local et de la chronique ADES

Pour permettre la comparaison entre le suivi et la chronique ADES, nous prendront en compte dans un premier temps la plage de temps concordante au suivi sur site. Sur la période intéressée, le niveau d'étiage de la chronique est estimé à 16,36 m NGF et le battement interannuel à 0,90 m (l'année 2021-2022 est considérée comme une année à faible variation).

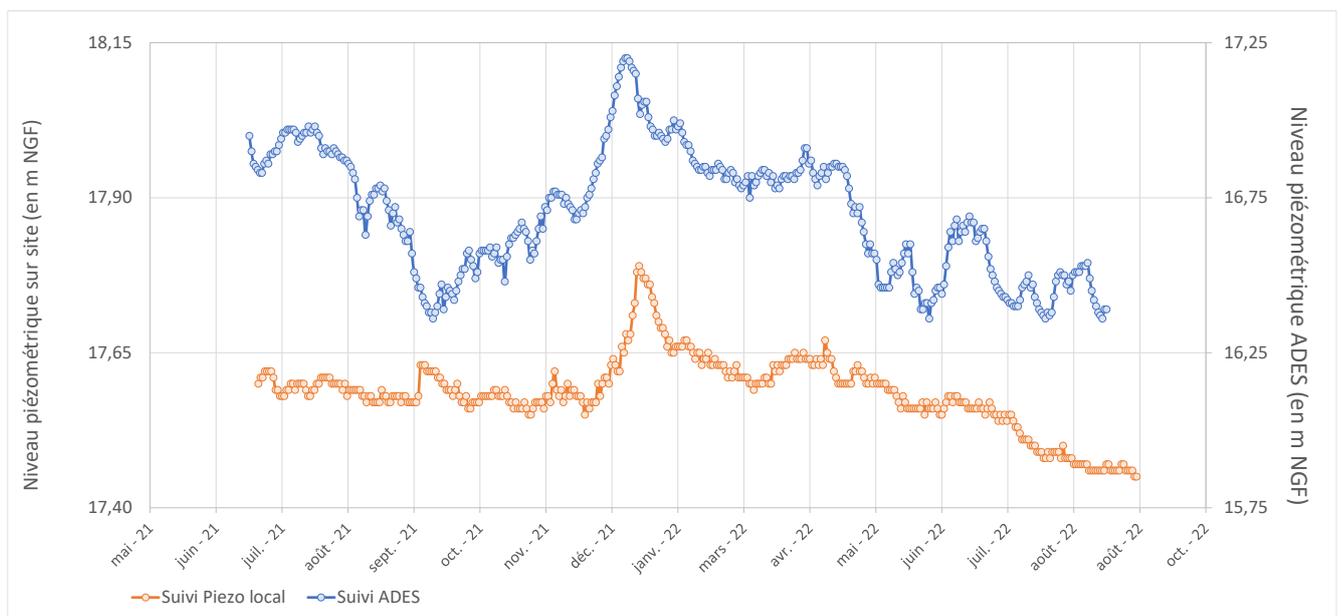


Figure 17 : Chronique piézométrique au droit de l'ouvrage BSS000LFNE entre Juillet 2021 et Aout 2022 (Source : S2e et ADES)

Les deux sites n'ayant pas le même niveau piézométrique absolu, nous avons comparé leurs battements relatifs annuels.

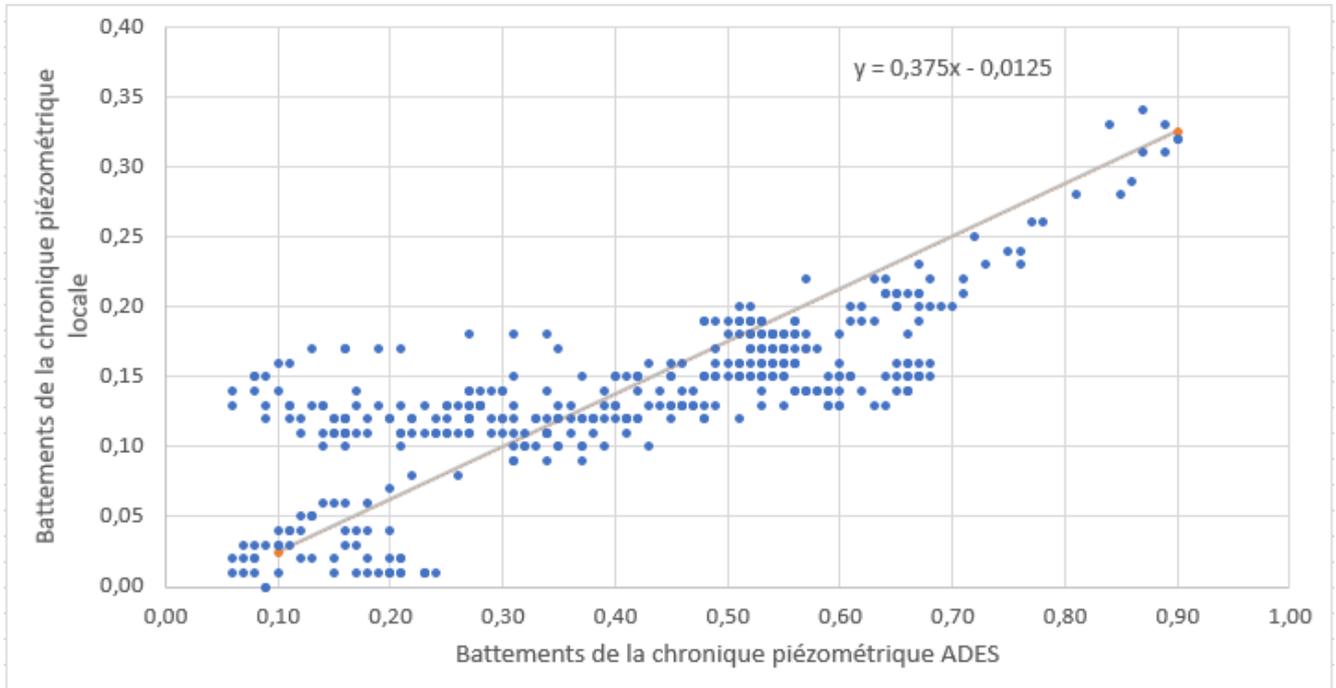


Figure 18 : Etablissement d'une corrélation entre les variations piézométriques (Source : ADES et S2e)

Il est possible d'observer une relation de proportionnalité entre les réactions piézométriques des deux sites. Cette forte corrélation permet, via l'équation de régression linéaire, d'extrapoler le suivi piézométrique local via l'équation de cette courbe de tendance.

9.3. Extrapolation du suivi piézométrique local

Grâce à la régression linéaire concordant entre les suivis, il est possible d'extrapoler le suivi local aux 45 dernières années. Tout d'abord l'extrapolation se fait à partir de variations de battements puis est associée au niveau d'étiage sur site, soit 17,45 m NGF.

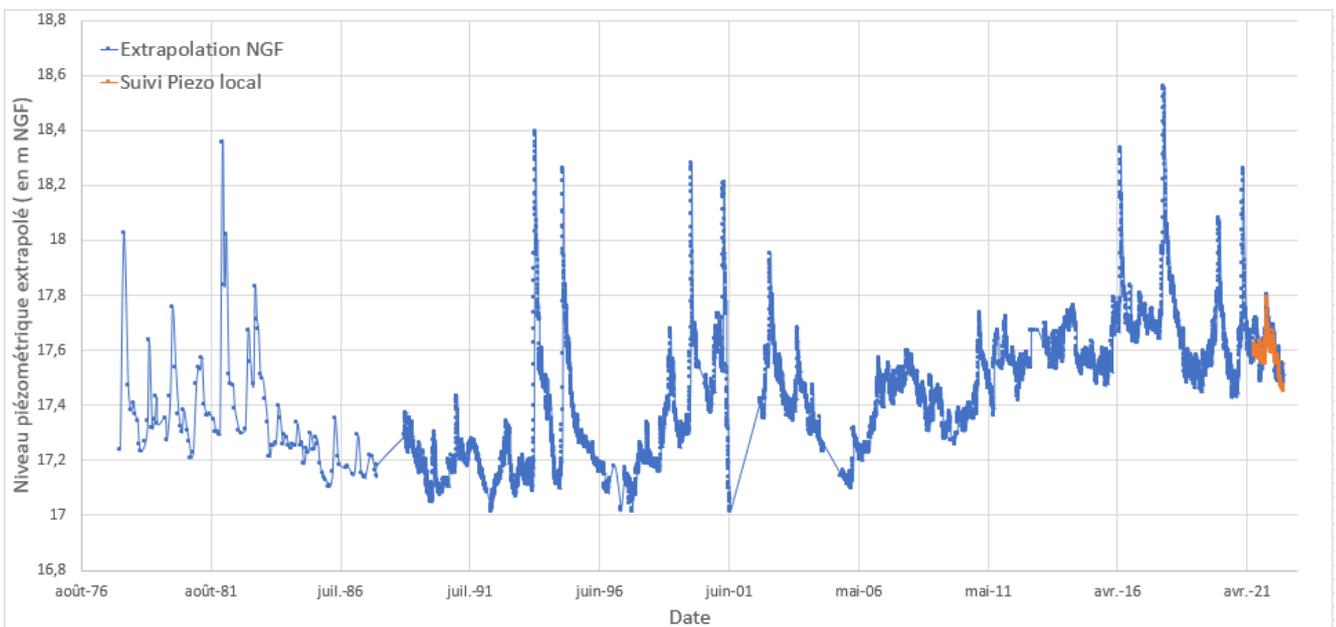


Figure 19 : Reconstitution du niveau piézométrique local (Source : S2e)

Pour s'assurer de la correspondance de ces données, un coefficient de corrélation entre l'extrapolation et les données locales a été calculé. Ce coefficient est estimé à 0,78, soit 78% de correspondance avec les données piézométriques locales.

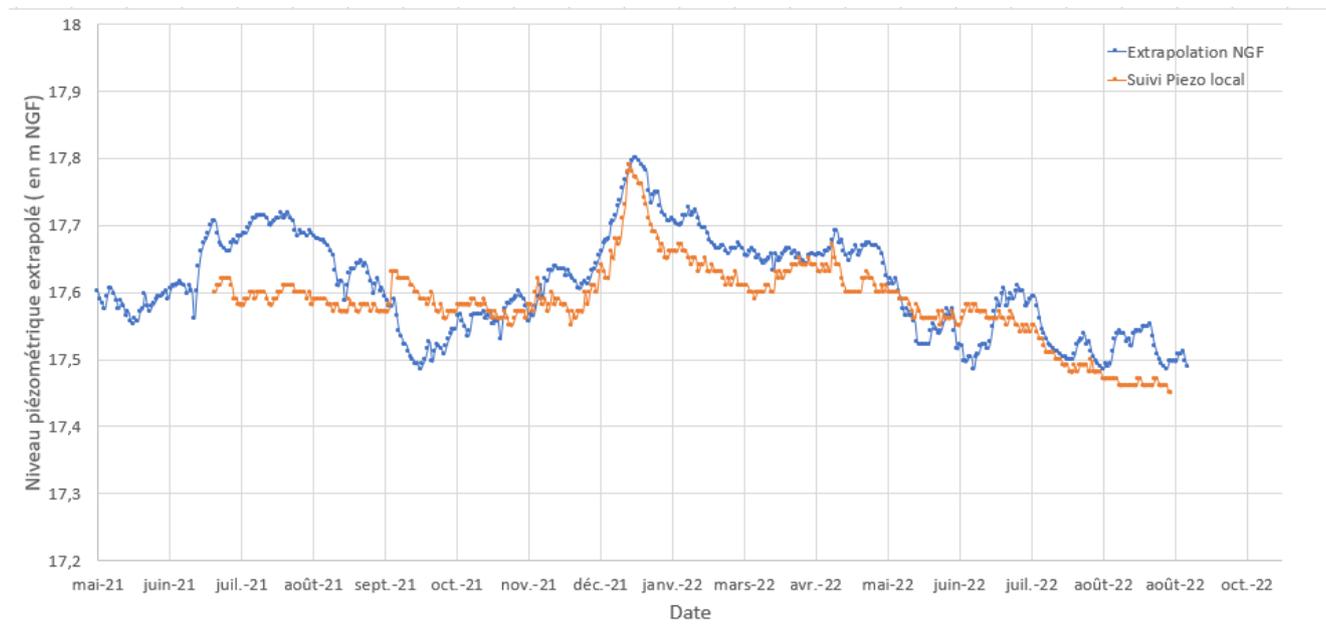


Figure 20 : Corrélation entre le suivi et la reconstitution piézométrique (Source : S2e)

Afin d'analyser statistiquement ces données, nous mesurerons les occurrences de points dépassant les différents niveaux piézométriques présentés dans le tableau 1, soit pour le niveau du site, les fondations et la profondeur des encuvements

9.4. Statistiques des niveaux piézométriques

L'étude statistique des niveaux piézométrique correspond au pourcentage de chance de rencontrer la nappe à différentes piézométries en fonction des niveaux NGF présentés dans le tableau 1. Afin de calculer les pourcentages de temps de dépassement, nous mesurerons donc le nombre d'occurrences dépassant les niveaux piézométriques sur le nombre d'occurrences totales. Ces statistiques sont découpées en trois niveaux différents afin de tenir compte de l'évolution de la piézométrie à long terme, en effet la tendance du niveau de base de la nappe est à la hausse depuis le milieu des années 2000 (voir figure 12) :

Planchers	Niveau bas	Pourcentage de dépassement entre 1976 et 2022	Pourcentage de dépassement entre 2012 et 2022	Pourcentage de dépassement sur l'année écoulée
RDC	21,87 m NGF	< 0,1%	< 0,1%	< 0,1%
Fondations	19,10 m NGF	~ 0,1%	~ 0,1%	~ 0,1%
Fond de fouille	18,17 m NGF	0,76 %	1,44%	<0,1%
Massif d'encuvement	17,60 m NGF	23,72%	54,76%	50,69%

Tableau 7. Cotes caractéristiques
 (Source : IKEA)

10. INTERPRETATION DE L'ETUDE STATISTIQUE

D'après les données récoltées, la nappe au droit du projet se situe à un niveau piézométrique de 17,45 m NGF.

En l'absence de suivi piézométrique au droit du site permettant d'observer des phénomènes exceptionnels, certains de ces évènements ont fait l'objet d'hypothèses et d'extrapolations qui sont considérées comme réalistes au vu des différentes informations disponibles actuellement, et qui conditionnent la précision des niveaux des plus hautes eaux.

Suite à l'extrapolation de la chronique piézométrique locale entre 2012 et 2022, différentes probabilités de rencontrer la nappe à des profondeurs données. Ces profondeurs correspondent à :

- 17,60 m NGF pour les massifs d'encuvements où, selon les données piézométriques, ce niveau est dépassé 50,69% du temps par la nappe ;
- 18,17 m NGF pour le fond de fouille où, selon les données piézométriques extrapolées, le niveau est dépassé 1,44% du temps ;
- 19,10 m NGF pour les fondations avec des chances de rencontrer la nappe proche de 0 ;
- 21,87 m NGF pour le RDC avec des chances de rencontrer la nappe proche de 0.

Nous rappelons que cette étude reste basée sur une évaluation statistique et une extrapolation de la piézométrie du site. Une probabilité proche de 0 n'équivaudra pas forcément à une absence totale d'eau lors des travaux.

Cependant cette étude permet de d'apporter un premier regard sur le fonctionnement piézométrique du site. Pendant la phase travaux, afin de confirmer ces données, un suivi piézométrique sera maintenu en place afin de contrôler au mieux et quotidiennement le niveau piézométrique sur le site.

11. CONCLUSION

Le projet concerne la création d'un bâtiment de stockage comprenant l'aménagement d'une surface de l'ordre de 159 470 m² (sans sous-sol) dont le niveau bas est fixé à 20,2 m NGF.

En l'absence de chronique piézométrique suffisamment longue sur site, S2e a été chargé de réaliser dans un premier temps une étude NPHE puis une étude statistique des niveaux de nappe compilées dans ce rapport de synthèse.

L'étude NPHE a permis de déterminer, grâce à une chronique ADES à proximité du site différentes cotes de niveaux de nappe. Ces cotes de nappe exceptionnelles ont ainsi été définies comme suit :

EB : 17,45 m NGF

EF : 18,72 NGF

EH : 19,36 m NGF

EE=EI : 21,15 m NGF

L'étude statistique a quant à elle permis de confirmer le caractère exceptionnel de l'année de relevé sur site, via l'extrapolation d'une chronique entre 1976 et 2022. En effet, la chronique permet de mettre en évidence l'absence de crue au cours du suivi mis en place entre 2021 et 2022.

La confirmation de l'absence de crue permet d'appuyer les résultats de cotes exceptionnelles de nappes présentées dans l'étude NPHE. En effet, en se basant sur les résultats de l'étude statistique, nous obtenons un niveau de fond de fouille équivalent à une cote de niveau de nappe quinquennale et un niveau de fondations équivalent à une cote de niveau de nappe cinquantennale.

Ces données sont en accord avec l'étude NPHE. Elles sont tout de même à prendre avec des pincettes au vu du caractère extrapolatif de ces données.

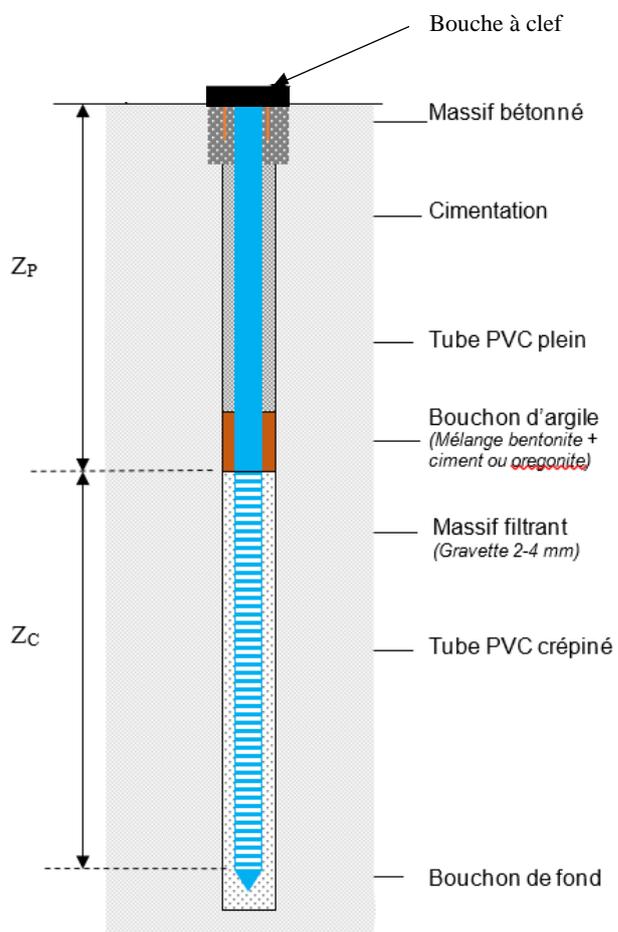
ANNEXE

ANNEXE 1 : COUPES GEOLOGIQUE ET TECHNIQUES DES SONDAGES DE RECONNAISSANCE

Cette annexe contient 3 pages A4.

Caractéristique du Piézomètre	
Diamètre intérieur/extérieur PVC (en mm)	52/60mm et chaussette
Type protection	Bouche à clef
Z _P en m (Hauteur PVC plein)	De +21.7 NGF à 19.70 NGF
Z _C en m (Hauteur PVC crépiné)	De 19.7 NGF à 6.7 NGF
Côte du massif filtrant	De 19.7 NGF à 6.7 NGF
Type de massif filtrant	Gravette 2/4 mm
Côte de la cimentation	De 21.7 NGF à 20.7 NGF
Côte du bouchon d'argile	De 20.7 NGF à 19.7 NGF
Type de bouchon d'argile	Oregonite
Niveau d'eau (en m/TA) - date	4.1 m – (01/07/2021)

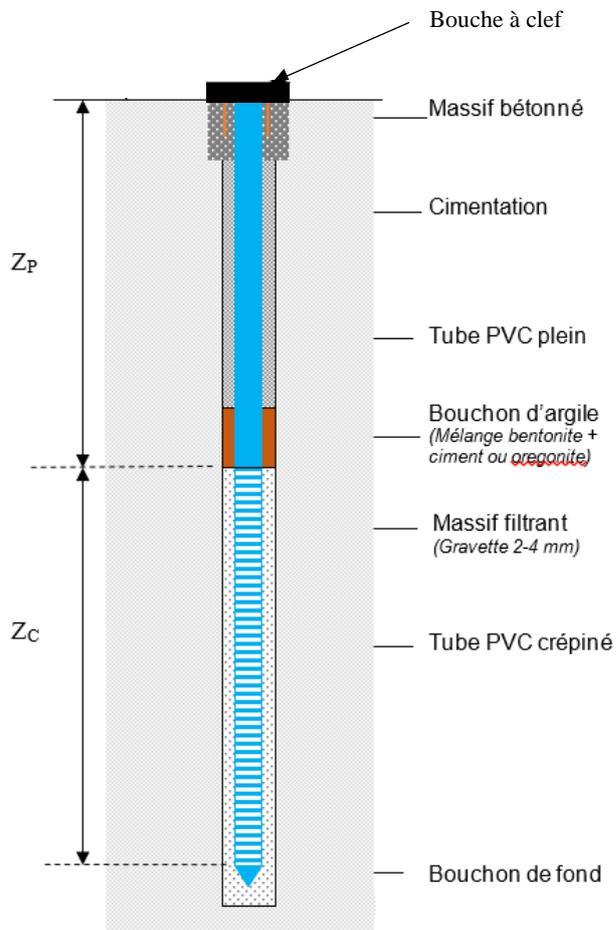
COORDONNEES DU SONDAGE SD1+PZ					
X =	1607698.856	Y =	8198566.649	Z _{TN} =	21.7 m NGF



Site :	226 Route de la Noue 78250 LIMAY
Référence Sondage :	SD2+PZ

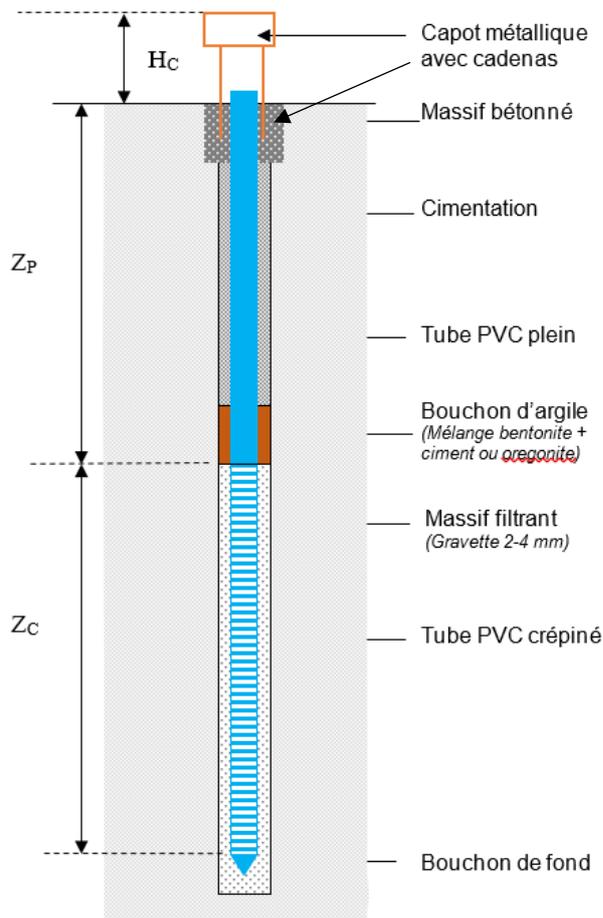
Caractéristique du Piézomètre	
Diamètre intérieur/extérieur PVC (en mm)	52/60mm et chaussette
Type protection	Bouche à clef
Z _P en m (Hauteur PVC plein)	De +20.8 NGF à 18.80 NGF
Z _C en m (Hauteur PVC crépiné)	De 18.8 NGF à 5.8 NGF
Côte du massif filtrant	De 18.8 NGF à 5.8 NGF
Type de massif filtrant	Gravette 2/4 mm
Côte de la cimentation	De 20.8 NGF à 19.8 NGF
Côte du bouchon d'argile	De -19.8 NGF à 18.8 NGF
Type de bouchon d'argile	Oregonite
Niveau d'eau (en m/TA) - date	3.2 m – (01/07/2021)

COORDONNEES DU SONDAGE SD2+PZ					
X =	1607990.65	Y =	8198263.721	Z _{TN} =	20.8 m NGF



Caractéristique du Piézomètre	
Diamètre intérieur/extérieur PVC (en mm)	52/60mm et chaussette
Type protection	Bouche à clef
Z_P en m (Hauteur PVC plein)	De +21.7 NGF à 19.70 NGF
Z_C en m (Hauteur PVC crépiné)	De 19.7 NGF à 6.7 NGF
Côte du massif filtrant	De 19.7 NGF à 6.7 NGF
Type de massif filtrant	Gravette 2/4 mm
Côte de la cimentation	De 21.7 NGF à 20.7 NGF
Côte du bouchon d'argile	De 20.7 NGF à 19.7 NGF
Type de bouchon d'argile	Oregonite
Niveau d'eau (en m/TA) - date	4.03 m – (01/07/2021)

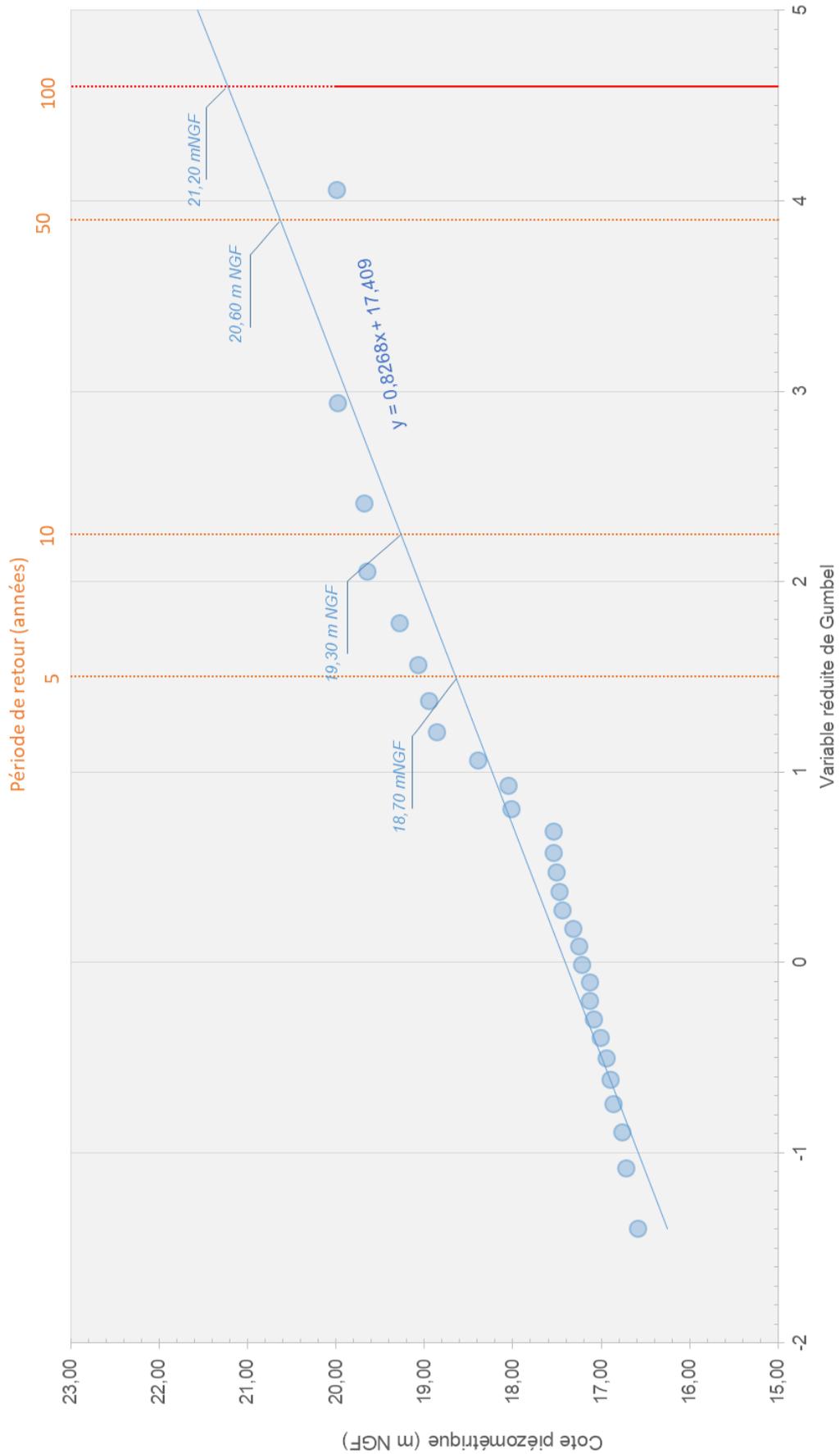
COORDONNEES DU SONDAGE SD3+PZ				
X =	1608216.215	Y =	8198430.278	$Z_{TN} =$ 21.7 m NGF



ANNEXE 2 : AJUSTEMENT DE GUMBEL SUR DE HAUTEURS DE NAPPES MAXIMALES ANNUELLES SUR L'OUVRAGE ADES

Cette annexe contient 1 page A4.

Ajustement à une loi de Gumbel
 Mode = 17,40 Gradex = 0,8268 Taille n = 29 I.C. = 95%



ANNEXE 3 : CONDITIONS DE VALIDITE DE L'ETUDE

Cette annexe contient 1 page A4.

Conditions de validité de l'étude

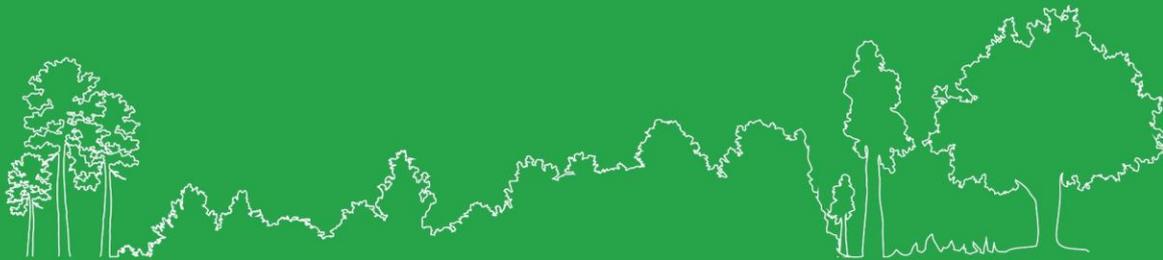
1 - Le présent rapport et ses annexes sont indissociables. Il est basé sur un nombre limité de sondages et de mesures et sur les renseignements concernant le projet remis à S2e au moment de la reconnaissance géotechnique. L'analyse et les recommandations soumises dans ce rapport sont basées sur les résultats obtenus à partir des sondages, et de toutes les informations données dans ce rapport.

2 - Ce rapport ne tient pas compte des variations entre sondages. L'étude étant basée sur un nombre limité de sondages, la continuité des couches de sols entre sondages ne peut être garantie et une adaptation du projet en fonction de l'hétérogénéité des sols est normale et ne peut être reprochée à S2e. Les données ayant servi à l'élaboration de ce dossier sont limitées dans le temps. La prise en compte d'un suivi piézométrique sur une période d'au moins 1 an permettra une amélioration significative de la précision de la présente étude.

3 - Toute étude réalisée à partir d'une esquisse ou d'un plan de principe nécessitera une seconde étude spécifique adaptée au projet retenu. Le but de ce rapport est limité au projet et à la localisation décrite ci-avant.

4 - Tout changement d'implantation ou de structure des constructions par rapport aux hypothèses de départ sera communiqué à S2e qui donnera ou non son accord, selon que ces changements modifient les conclusions de l'étude.

5 - Les éléments nouveaux mis à jour en cours des travaux et non détectés lors de la reconnaissance devront être signalés à S2e afin d'étudier les adaptations nécessaires.



S2e

est un bureau d'études et d'ingénierie
spécialisé dans le domaine
de l'environnement,
de l'hydrologie
et de l'hydrogéologie.

De l'analyse préliminaire à l'étude de conception
nous accompagnons les acteurs privés et publics
dans la réalisation de leurs projets avec leurs équipes
(vrd, architectes, etc.).

Nos ingénieurs et techniciens spécialisés apportent
leur expertise complète au service de projets respectueux
de la réglementation nationale et européenne.

S2e est le département eau et environnement
de **GÉOTECHNIQUE SAS**, acteur de référence
sur le marché depuis plus de 20 ans.
Cette synergie facilite la mutualisation
des missions et des moyens
sur un même projet.



Retrouvez toutes nos agences
www.geotechnique-s2e.com

POUR PLUS D'INFORMATIONS

contact@geotechnique-s2e.com

0 805 690 989