



Mission G5

Estimation des niveaux caractéristiques selon les Eurocodes

Rapport n° PR.RAGT.24.0249-DTHY.003.indA – 10/09/2025

CNSMD Campus Artistique

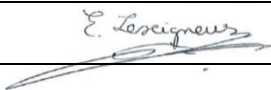
Restructuration du CNSMD de Lyon
3 Quai Chauveau
69009 LYON

CELLULE HYDROGEOLOGIE LYON

106 avenue Franklin Roosevelt
69120 VAULX-EN-VELIN

SUIVI DES MODIFICATIONS ET MISES A JOUR

FTQ.261-B

Rév.	Date	Nb pages	Modifications	Rédacteur	Contrôleur
-	26/08/2024	37	1 ^{ère} diffusion	E. LESEIGNEUR	F. GUIRAUD
A	10/09/2025	39	Actualisation suite à la fin du suivi	E. LESEIGNEUR	F. GUIRAUD
B					
C					

REV PAGE	-	A	B	C	REV PAGE	-	A	B	C	REV PAGE	-	A	B	C
1	X	X			41					81				
2	X	X			42					82				
3	X	X			43					83				
4	X	X			44					84				
5	X	X			45					85				
6	X				46					86				
7	X				47					87				
8	X				48					88				
9	X				49					89				
10	X				50					90				
11	X				51					91				
12	X				52					92				
13	X				53					93				
14	X				54					94				
15	X				55					95				
16	X				56					96				
17	X	X			57					97				
18	X	X			58					98				
19	X	X			59					99				
20	X	X			60					100				
21	X	X			61					101				
22	X	X			62					102				
23	X				63					103				
24	X	X			64					104				
25	X				65					105				
26	X				66					106				
27	X				67					107				
28	X				68					108				
29	X				69					109				
30	X				70					110				
31	X				71					111				
32	X				72					112				
33	X				73					113				
34	X				74					114				
35	X				75					115				
36	X				76					116				
37	X				77					117				
38					78					118				
39					79					119				
40					80					120				

SOMMAIRE

A.	Présentation de notre mission	5
A.1.	Description sommaire du projet	5
A.2.	Mission selon la norme NF P 94-500	6
A.3.	Intervenants	6
A.4.	Documents remis	7
B.	Descriptif général du site et approche documentaire	8
B.1.	Topographie, occupation du site et avoisinants	8
B.2.	Contexte géologique du site	9
B.3.	Contexte hydrogéologique	10
B.3.1.	Aquifères en présence	10
B.3.2.	Remontée de nappes	10
B.3.3.	Points d'eau recensés à proximité du projet	11
B.3.4.	Suivi piézométrique d'archive	12
B.3.5.	Suivi piézométrique disponible en base de données	12
B.4.	Contexte hydrologique	13
B.4.1.	Les cours d'eau	13
B.4.1.	Les inondations par débordement de cours d'eau	13
C.	investigations in situ	15
C.1.	Sondages	15
D.	Synthèse hydrogéotechnique du projet	16
D.1.	Lithologie	16
D.2.	Hydrogéologie	16
D.2.1.	Nappe présente au droit du site	16
D.2.2.	Cotes de la nappe	17
D.2.3.	Perméabilité	19
E.	Estimation des niveaux de référence	20
E.1.	Paramètres retenus	20
E.1.1.	Battement saisonnier et interannuel (B) et transmission d'onde de crue (A)	21
E.1.2.	Niveau d'étiage (NA)	21
E.1.3.	Influence des pompages voisins (R)	21
E.2.	Estimation des niveaux caractéristiques	22
F.	Avis sur les risques d'interférence avec le projet	23
G.	Compléments de mission	24
Enchaînement des missions types d'ingénierie géotechnique (Norme NF P94-500)		25
Missions types d'ingénierie géotechnique (Norme NF P94-500)		26

ANNEXE	28
1. Annexe n°1 – Plan d’implantation	29
2. Annexe n°2 – Coupes lithologiques	30
3. Annexe n°3 – Coupes des piezometres	34
4. Annexe n°4 – Procès verbaux des essais de perméabilité	36

A. PRESENTATION DE NOTRE MISSION

Dans le cadre de la création d'un campus artistique sur le site du CNSMD (Conservatoire National Supérieur de Musique et Danse) de Lyon, le CNSMD a confié à l'Université de Lyon St-Etienne la Maîtrise d'Ouvrage du projet. Il est envisagé la restructuration des locaux du CNSMD situés au 3 Quai Chauveau dans le 9^{ème} arrondissement de Lyon.

Dans le cadre de ce projet, FONDASOL a été mandaté pour la réalisation d'une étude géotechnique de type GI ES + GI PGC (référéncée PR.RAGT.24.0249.001, en cours de rédaction), d'une étude historique et documentaire (référéncée PR.RAGT.24.0249.002 – DTEN en date du 20/08/2024) et d'une étude hydrogéotechnique de type G5, ainsi que d'une mission environnementale globale INFOS selon la NF X 31-620.

L'ensemble de ces missions ont été commandées à la suite de la validation du devis SQ.RAGT.24.06.010.IndA, par la commande datée du 23/07/2024.

Ce présent rapport présente l'étude hydrogéologique visant à estimer les niveaux caractéristiques de la nappe au droit du site. Le présent indice est une actualisation suite à la fin du suivi piézométrique. Le présent indice annule et remplace le précédent.

A.1. Description sommaire du projet

Le projet prévoit une restructuration du CNSMD de Lyon, situé dans la 9^{ème} arrondissement de Lyon, afin d'adapter les locaux à son évolution et de créer un pôle de convergence artistique lyonnais. Il vise ainsi à accueillir sur site deux établissements partenaires : le GRAME (Générateur de Ressources et d'Activités Musicales Exploratoires) et le CND (Centre National de la Danse).

Le projet est décomposé en six phases. La demande actuelle concerne la phase I qui correspond à la construction d'une salle modulable à travers la démolition/reconstruction ou à réhabilitation et extension du bâtiment Saône. Il est également prévu la désimperméabilisation de la cour de platanes.

À ce stade aucune des solutions n'est arrêtée.

Dans le cadre du concours de maitrise d'œuvre, la Maitrise d'Ouvrage souhaite fournir un rapport d'étude préalable (géotechnique-hydrogéologique-environnementale).

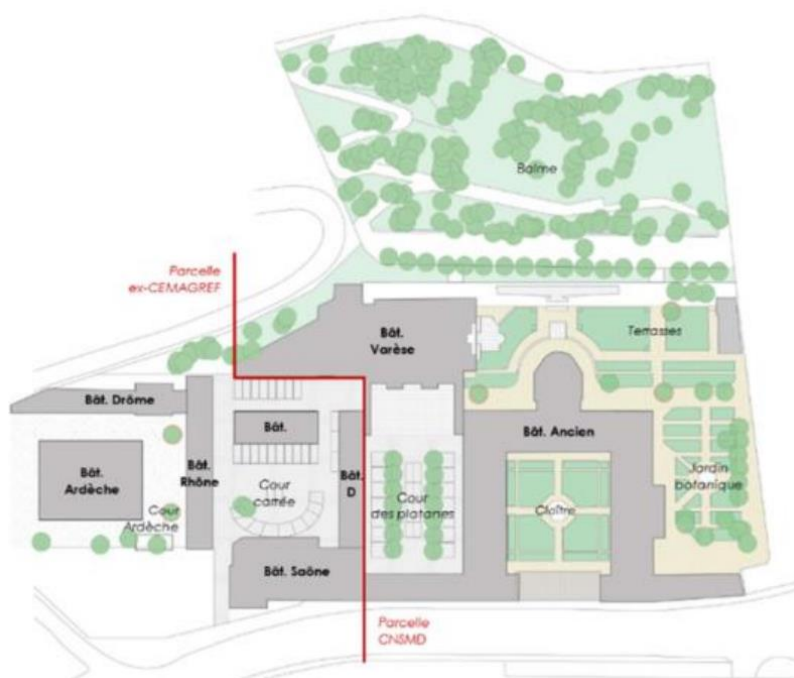


Figure 1 : Plan de l'état actuel du site (Cahier des charges investigations géotechniques, CNSMD)

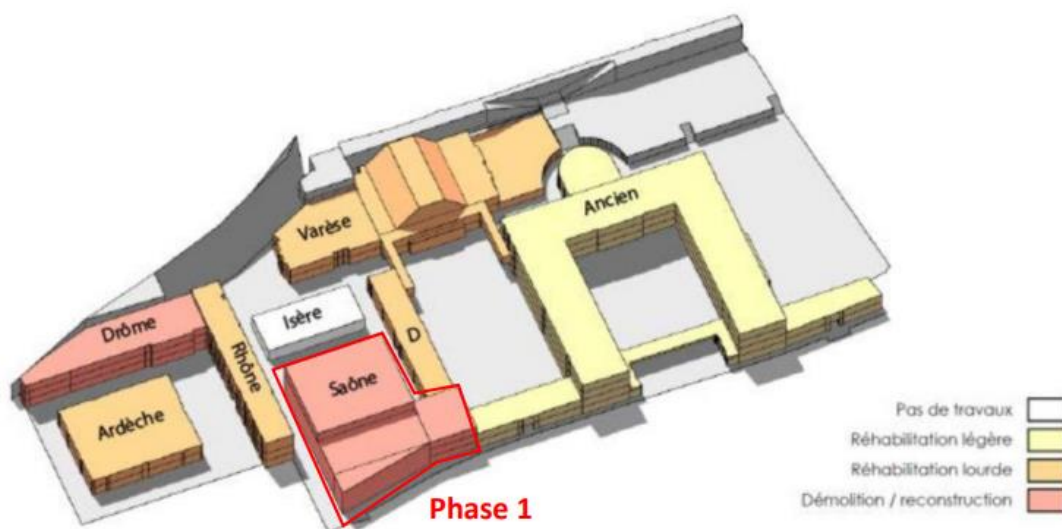


Figure 2 : Schéma des différents degrés d'intervention prévus par bâtiment (Cahier des charges investigations géotechniques, CNSMD)

A.2. Mission selon la norme NF P 94-500

Il s'agit d'une mission d'étude hydrogéologique pouvant être rapprochée d'une mission de diagnostic géotechnique de type G5.

Le présent rapport comprend :

- **Etude préliminaire du site**
 - Synthèse des données existantes ;
- **Résultats des investigations in situ**
 - Enquête de terrain ;
 - Résultats des relevés de nappe (manuels/automatiques) sur site ;
 - Résultats bruts des sondages (coupe, implantation, équipement) ;
- **Analyse et synthèse du contexte géologique et hydrogéologique du site**
 - Description de la géologie et du système hydrogéologique local ;
 - Synthèse du suivi piézométrique sur les ouvrages ;
 - Caractéristiques hydrodynamiques ;
 - Estimation des niveaux caractéristiques de la nappe (EB, EH et EE) au sens des Eurocodes sur la base de l'analyse bibliographique ainsi que sur la base des relevés piézométriques réalisés au droit du site ;
- **Avis sur le risque d'interaction avec les ouvrages**
- **Compléments éventuels à intégrer dans les missions ultérieures, afin de réduire les incertitudes et les risques géologiques encore existants.**

A.3. Intervenants

Maitre d'ouvrage : CNSMD

Bureau d'études Géotechnique, Hydrogéologique et Environnemental : FONDASOL

A.4. Documents remis

Les documents qui nous ont été remis dans le cadre de l'étude sont :

N°	Document	Émetteur	Référence	Ind	Date Emission
[1]	Les plans des coupes du bâtiment Saône (de AA à FF)	BROCASOUNY Géomètre expert	21.229.A.272. 2.B	-	11/07/2022
[2]	Les plans des façades du bâtiment Saône			-	
[3]	Les plans des intérieurs du bâtiment Saône	Futurmap	COMUE- CNSMLD	-	
[4]	Les plans de toiture du bâtiment Saône			-	
[5]	Rapport d'étude géotechnique G2 AVP	Fondaconseil	AF/69/21/15704 /G2AVP/V2	V2	15/09/2021
[6]	Plans des réseaux	BROCASOUNY Géomètre expert	21.172.A272.2.A	A	29/09/2021
[7]	Emprise du projet en phase I	Archeo	-	-	-
[8]	Cahier des charges investigations géotechniques	CNSMD	-	-	-
[9]	Rapport de détection réseaux	ABEST Géo- détection	-	-	20/09/2021 (date d'intervention)

Tableau 1 : Lise des documents transmis

B. DESCRIPTIF GENERAL DU SITE ET APPROCHE DOCUMENTAIRE

B.1. Topographie, occupation du site et avoisinants

Le projet se situe au 3 Quai Chauveau dans le 9^{ème} arrondissement de la ville de Lyon (69).

Les parcelles concernées sont les parcelles n°74-75 de la section CE du cadastre communal. La superficie du site d'étude en phase I serait d'environ 3900 m². La superficie totale des parcelles serait d'environ 29 200 m².

La figure ci-dessous localise la zone d'étude.

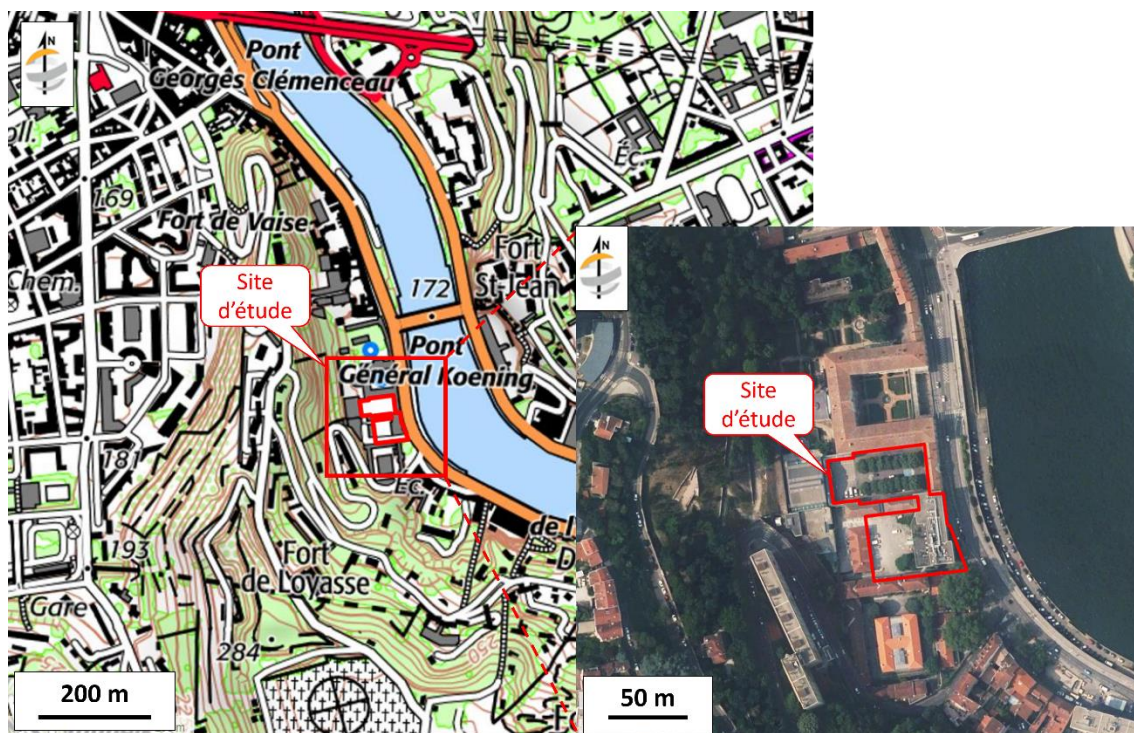


Figure 3 : Localisation du site (source : IGN)

D'après la carte IGN disponible sous Géoportail, la zone d'étude présenterait une pente moyenne de 2% en direction du nord. La topographie serait comprise entre 167,6 et 169,2 m NGF.

Le site d'étude concerne le bâtiment Saône situé sur une parcelle ex-CEMAGREF et qui appartient au CNSMD depuis le départ des services administratifs régionaux du ministère de l'Agriculture en 2014.

Le conservatoire se situe dans la zone tampon du site historique de la ville de Lyon, inscrit à l'UNESCO depuis 1988.

De plus, l'ensemble du site du conservatoire se situe dans un périmètre de protection aux abords d'un Monument Historique. Le bâtiment Ancien du conservatoire est inscrit au titre des Monuments Historiques.

B.2. Contexte géologique du site

D'après la carte géologique de Lyon au 1/50 000^{ème} et notre connaissance du secteur, le site d'étude de la phase I du projet serait implanté au droit des alluvions modernes de la Saône. Ces alluvions sont constituées d'une alternance de couches argileuses peu perméables et de couches grossières (sables, graviers et galets) perméables.

Selon les sondages référencés BSS001TJGK et BSS001TJCP dans la Base de données du BRGM et sous une couche de remblais d'environ 4 m d'épaisseur, il peut être attendu des alluvions récentes et subactuelles fluviales, lacustres ou palustres de l'Holocène. Ces alluvions seraient constituées d'argile à argiles sableuses jaunes ou grises bleues jusqu'à 17 m de profondeur. Elles surmonteraient des alluvions du Quaternaire plus grossières constituées par une alternance de sables grossiers à moyens, de gravillons sableux et d'argiles sableuses jusqu'à l'arrêt des sondages (soit 21/23 m de profondeur). Ces sondages auraient été réalisés au droit du site d'étude.

Un troisième sondage référencé BSS001TJEQ situé à 70 m au nord du site indique que le substratum métamorphique de gneiss compact et localement fissuré se situerait à partir de 16,1 m de profondeur. Cependant, les deux premiers ouvrages, situés à une altitude similaire que le BSS001TJEQ, montrent des alluvions grossières de la Saône à la profondeur de 16,1 m de profondeur. Il est possible que le substratum métamorphique soit retrouvé à une profondeur supérieure au droit du site d'étude.

La carte disponible ci-après présente le contexte géologique de la zone d'étude ainsi que l'implantation des sondages bibliographiques.

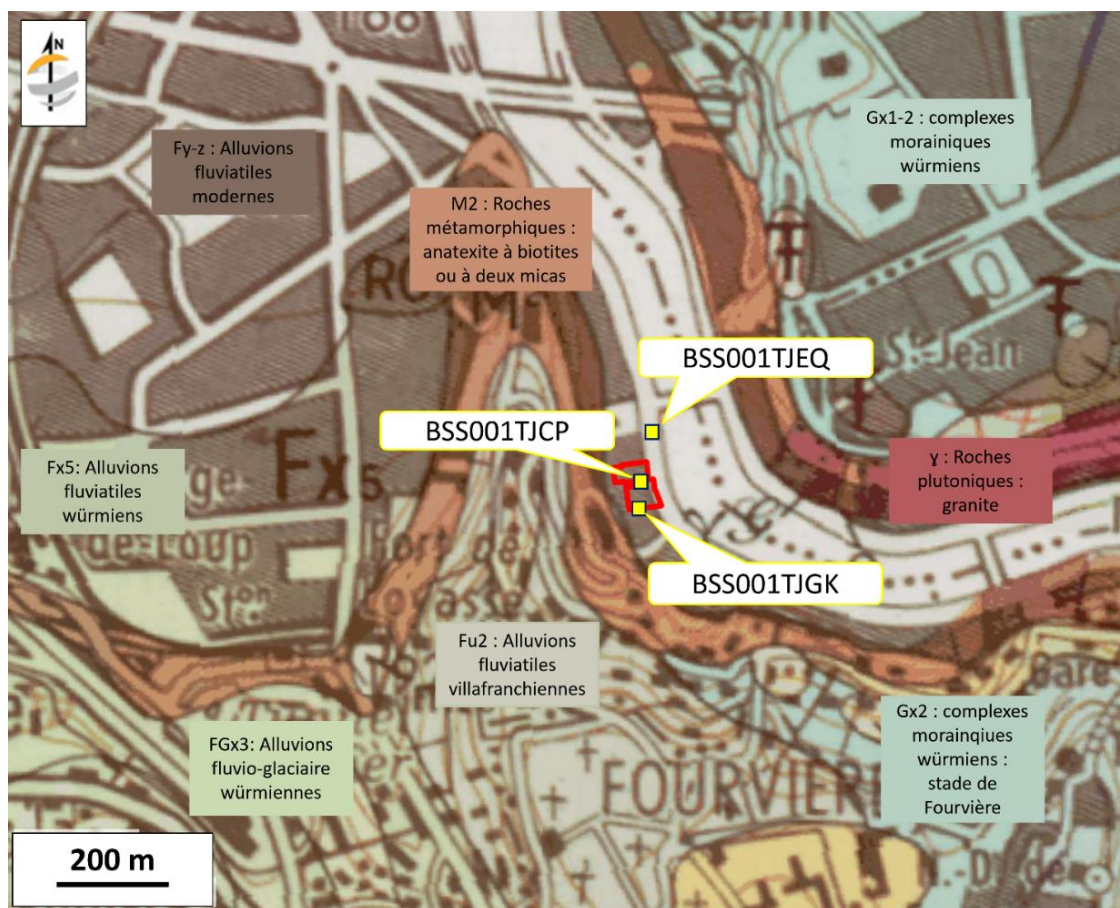


Figure 4 : Contexte géologique au droit du site (Source : BRGM)

B.3. Contexte hydrogéologique

B.3.1. Aquifères en présence

Au vu du contexte géologique présenté précédemment, le projet serait susceptible d'intercepter l'aquifère des alluvions de la Saône.

D'après l'état des connaissances de 2014 de la masse d'eau : *Alluvions de la Saône entre seuil de Tournus et le confluent avec le Rhône (FRDG361)*, cet aquifère serait composé par des niveaux graveleux et par des alluvions plus fines provenant des inondations subactuelles. Des relations entre ces deux horizons existeraient cependant. Le niveau de la nappe remonterait potentiellement au droit de ces horizons par imbibition due à une semi-captivité de la nappe. Son niveau de base serait contrôlé par la Saône, qui constitue son exutoire.

Le mur de cet aquifère serait constitué par les formations métamorphiques (Gneiss) mais qui ne sont pas atteintes au droit des sondages BSS001TJGK et BSS001TJCP.

Selon la granulométrie des remblais, une nappe temporaire pourrait également se former au droit de des horizons superficiels à l'issue de période pluvieuse.

B.3.2. Remontée de nappes

D'après la cartographie du BRGM, le secteur d'étude semble se situer au droit d'une zone sujette aux débordements de nappe. La fiabilité de cette information est qualifiée de forte par le BRGM (niveau piézométrique susceptible d'atteindre ponctuellement le TA).

La figure disponible en page suivante présente le risque de remontée de nappe dans le secteur de la zone d'étude.

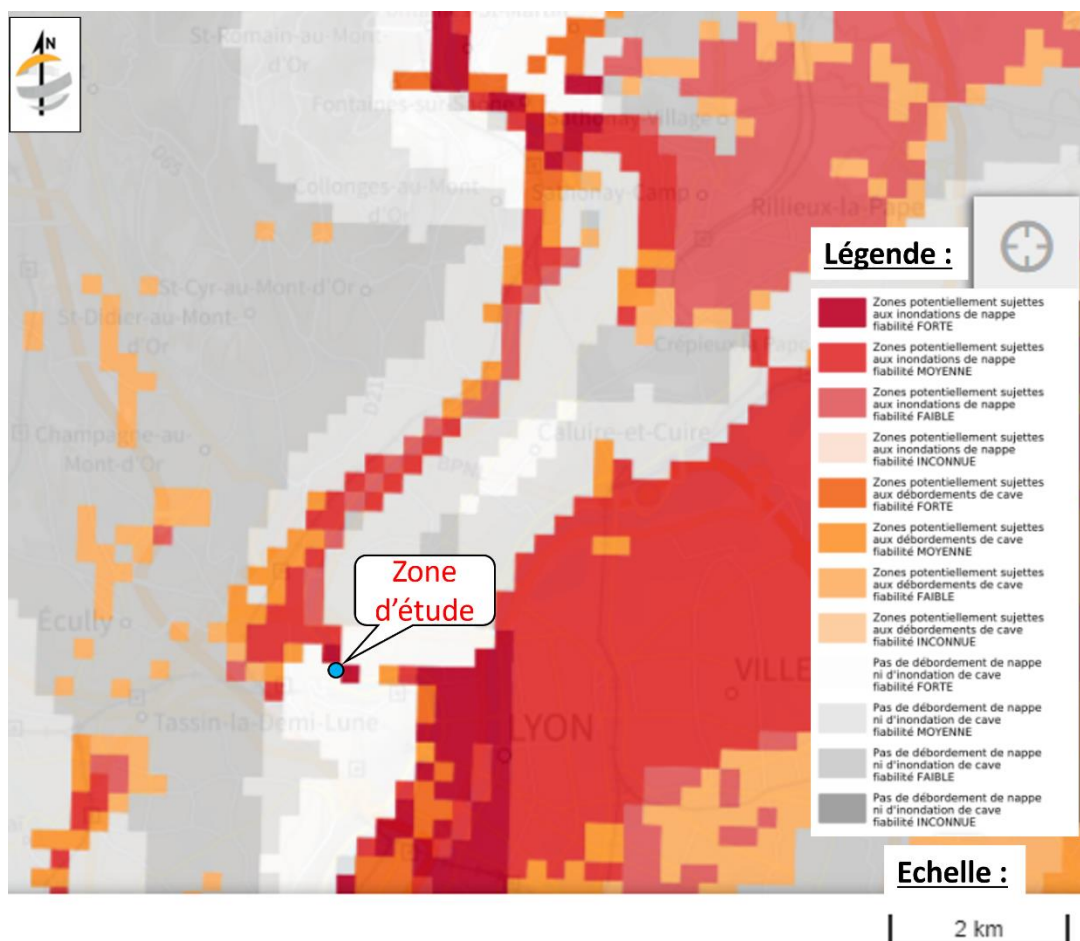


Figure 5 : Cartographie de sensibilité face au risque de remontées de nappes (source : BRGM, août 2024)

B.3.3. Points d'eau recensés à proximité du projet

B.3.3.1. Base de données du BRGM (BSS)

D'après les informations disponibles auprès de la Banque du Sous-Sol (BSS) du BRGM, 3 ouvrages présenteraient des informations hydrogéologiques dans un rayon de 500 m autour du site d'étude et dans la même unité géologique (en se limitant à la rive droite de la Saône, celle-ci faisant office de barrière hydraulique).

D'après les informations recueillies, la nappe présente au droit des alluvions aurait été rencontrée de manière asynchrone entre 4,6 et 7,0 m de profondeur. Les valeurs topographiques indiquée par Géoportail n'étant pas cohérente avec la topographie locale, l'altitude des niveaux piézométriques rencontrés au droit de ses ouvrages n'est pas considérée.

Ouvrage	Distance au site	Profondeur (m)	Profondeur piézométrique (m)	Date de mesure	Aquifère intercepté
BSS001TJGK	Sur le site	23,0	7,0	1982	Alluvions subactuelles
BSS001TLNY	121,9 m au nord-est	12,0	4,6	1967	Alluvions
BSS001TJDF	128,4 m au nord-est	27,0	8,6	1967	Alluvions grossières

Tableau 2 : Données disponibles au droit des sondages présents à proximité du site étudié

La figure ci-après permet de localiser les points d'eau à proximité de la zone d'étude.



Figure 6 : Localisation des points d'eau référencé par la BSS à proximité (Source : Infoterre – BRGM)

B.3.4. Suivi piézométrique d'archive

Le suivi piézométrique effectué dans le cadre d'une étude dans le secteur et à proximité de la Saône, a mis en évidence des niveaux de la nappe entre 3,76 et 5,40 m/TA, soit entre environ 163,91 et 162,28 m NGF. Un battement de 1,6 m aurait ainsi été mesurée entre novembre 2018 et septembre 2022.

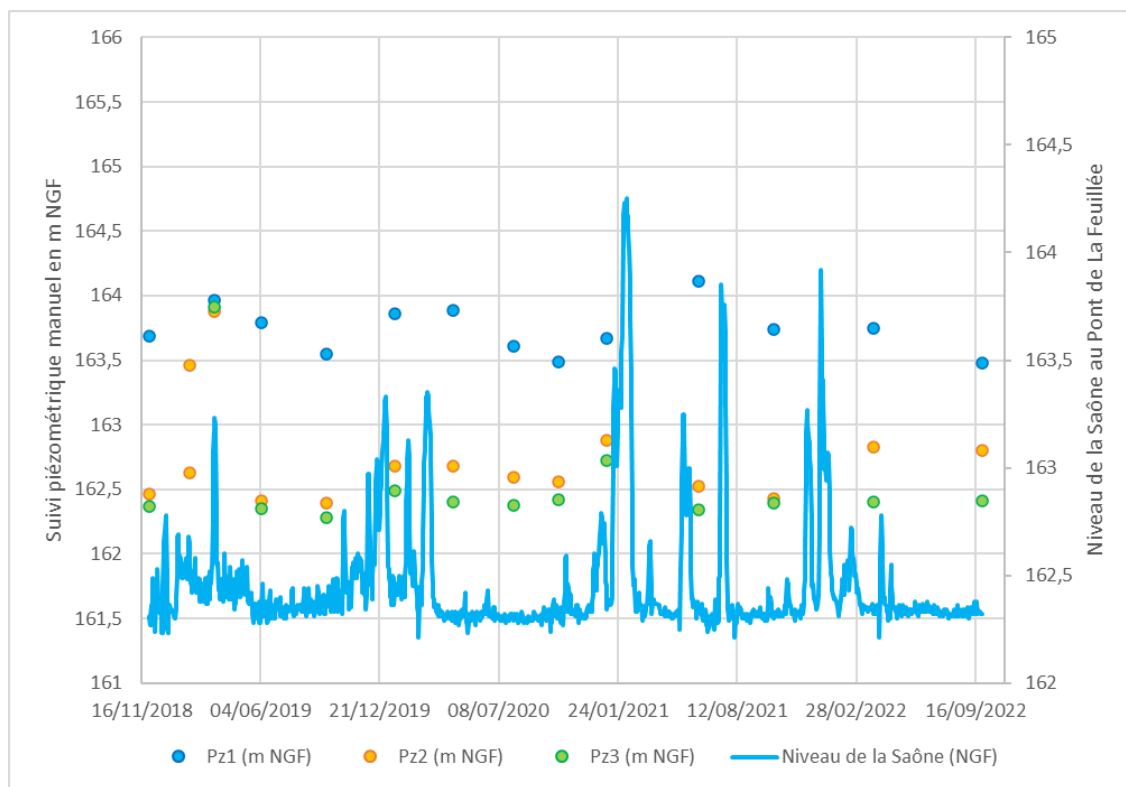


Figure 7 : Fluctuations du niveau de la nappe à proximité du site d'étude comparée au niveau de la Saône enregistrée au droit de la station du Pont de La Feuillée (source : hydro.eaufrance.fr)

Après comparaison avec les données limnométriques (suivi du niveau de la Saône au pont de La Feuillée à Lyon) et pluviométriques, il apparaît que les fluctuations sont liées au niveau de la Saône et à la pluviométrie, mais aucune relation directe ne peut être mise en évidence en raison du trop faible nombre de données (suivi piézométrique manuel).

B.3.5. Suivi piézométrique disponible en base de données

Présent à environ 40 km au nord de la zone d'étude, l'ouvrage ADES référencé BSS001REHT enregistre les fluctuations du niveau de l'aquifère des Alluvions de la Saône depuis 2005.

La chronique piézométrique disponible en page suivante présente ces fluctuations.

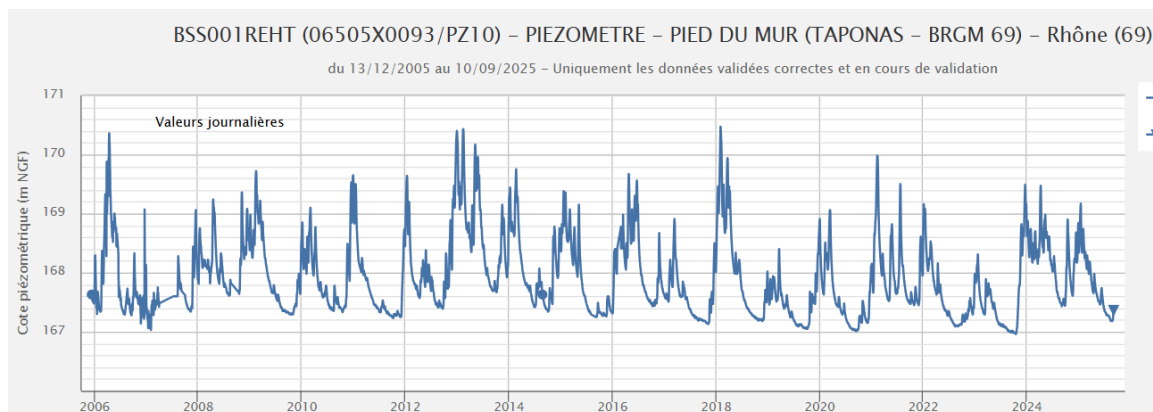


Figure 8 : Suivi piézométrique au droit de l'ouvrage BSS001REHT (source : ADES)

Depuis le début du suivi, le niveau de la nappe aurait varié entre 170,47 m NGF (février 2018) et 166,97 m NGF (octobre 2023). Le niveau de la nappe aurait ainsi oscillé d'environ 3,5 mètres.

Les niveaux de basses eaux sont généralement rencontrés entre septembre et novembre tandis que les périodes de hautes eaux annuelles sont rencontrées entre globalement février et juin.

B.4. Contexte hydrologique

B.4.1. Les cours d'eau

Le site est localisé à environ 32 m à l'ouest de la Saône.

D'une longueur de 480 km environ, ce cours d'eau est l'un des principaux affluents du Rhône. Son fil d'eau se situerait à environ 164,1 m NGF au plus proche du site, d'après la carte IGN disponible sous Géoportail. Un suivi continu du niveau de la Saône aurait lieu au droit du pont la Feuillée à environ 1,4 km en aval hydrographique du cours d'eau (source : hydro.eau.france.fr). D'après cette station, entre 1995 et 2006, le niveau de la Saône aurait varié entre environ 161,5 et 165,6 m NGF. Sur une période de 11 ans, le cours d'eau aurait ainsi fluctué d'environ 4,1 m.

Un chenal enterré qui rejoint la Saône est identifié à 720 m au nord-ouest du CNSMD.

La figure ci-dessous présente le contexte hydrologique du secteur.



Figure 9 : Contexte hydrologique du secteur étudié (source : Géoportail)

B.4.1. Les inondations par débordement de cours d'eau

La crue de référence de la Saône pour le secteur de Lyon est celle du 22 janvier 1955. Il a été estimé que celle-ci aurait un temps de retour compris entre 50 et 70 ans. Lors de cet événement, la Saône aurait atteint une cote de 166,55 m NGF au droit du pont la Feuillée.

Sur la base du PPRI du Grand Lyon, la zone d'étude se situerait au droit d'une zone exposée en partie aux crues exceptionnelles et également au droit d'une zone potentiellement sujettes aux remontées de nappe et réseau.

Un extrait de cette cartographie est présenté en page suivante.

Selon les données disponibles dans le secteur, il s'avère que la cote d'inondation de référence serait d'environ 167,6 m NGF.

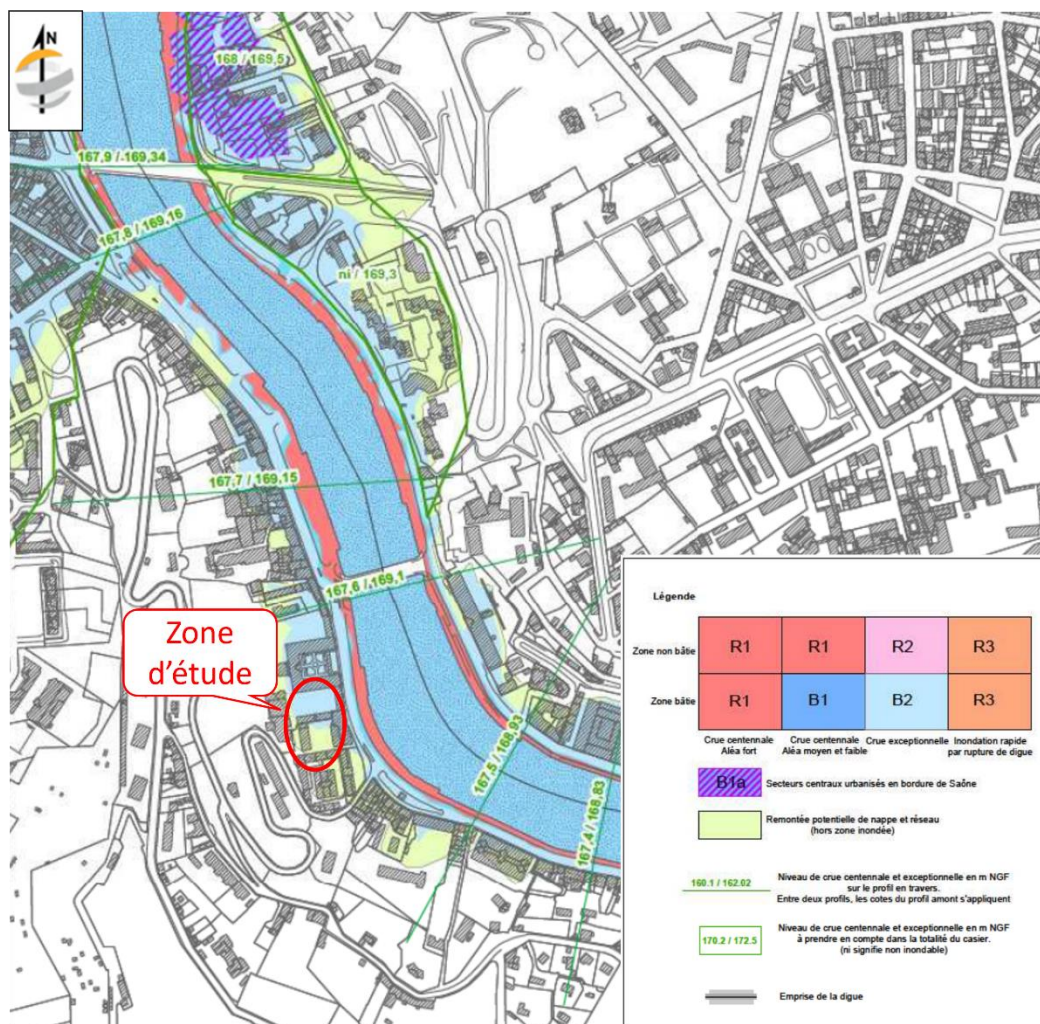


Figure 10 : Extrait du PPRI de la ville de Lyon, secteur Lyon Villeurbanne (source : Préfecture du Rhône)

C. INVESTIGATIONS IN SITU

C.I. Sondages

Dans le cadre de la présente mission (référéncé PR.RAGT.24.0249.002-DTHY) et des missions géotechniques G1 ES et PGC (rapport référencé PR.RAGT.24.0249.001 en cours de rédaction), il a été réalisé au droit du site :

Sondages	SD1	SD2	SD3	SPI
Type	Sondage destructif	Sondage destructif	Sondage destructif	Sondage pressiométrique
Profondeur (m)	5,0	5,0	10,0	10,0
Essais	Nasberg	Nasberg-	Lefranc	
Lithologie testée	Argile sableuse à graviers	Argile sableuse	Limons sableux	-
Cote du TA au droit du sondage (m NGF)	167,6	167,5	167,7	169,4

Tableau 3 : Récapitulatif des investigations réalisées au droit du site

Les sondages SD3 et SPI ont été équipés en piézomètre. Les coupes des piézomètres sont présentées en annexe 3.

Le plan d'implantation ainsi que les coupes lithologiques des sondages sont présentés respectivement en annexe 1 et 2.

D. SYNTHÈSE HYDROGÉOTECHNIQUE DU PROJET

D.1. Lithologie

Dans le cadre de la présente mission (référéncé PR.RAGT.24.0249.002-DTHY) et des missions géotechniques GI ES et PGC (rapport PR.RAGT.24.0249.001 en cours de rédaction), les sondages ont permis de mettre en évidence l'enchaînement lithologique suivante :

- **Formation 1 : Remblais sablo-graveleux à argile sablo-graveleuse marron à gris**
- **Formation 2 : Argile sableuse à sable argileux avec quelques graves.** Il s'agit vraisemblablement des alluvions récentes. A noter la présence de bancs de sable au sein de la formation.

Le toit des formations rencontrées sont récapitulés dans le tableau suivant.

N°	Nature de la formation	SD1	SD2	SD3	SPI
		Prof (m /TA) (cote)	Prof (m /TA) (cote)	Prof (m /TA) (cote)	Prof (m /TA) (cote)
1	Remblai sablo-graveleux	0,0 (167,6)	0,0 (167,5)	0,0 (167,7)	0,0 (169,4)
2	Argiles sableuses à sables argileux	-	-	2,0 (165,7)	3,5 (165,9)
Arrêt sondage		5,0 m/TA	5,0 m/TA	10,0 m/TA	10,0 m/TA

Nota 1 : La description des terrains traversés et la position des interfaces comportent des imprécisions inhérentes à la méthode de forage destructif. Ils ne permettent pas de déterminer la granulométrie exacte des horizons ou d'identifier la présence d'éléments grossiers ou blocs.

Nota 2 : Les alluvions grossières du Quaternaire n'ont pas été observées dans le cadre de ces investigations. Seuls des forages plus profonds permettraient de confirmer la position de cette formation.

D.2. Hydrogéologie

D.2.1. Nappe présente au droit du site

La principale nappe pouvant interagir avec le projet serait contenue au sein des alluvions subactuelles de la Saône. D'après les sondages réalisés au droit du site, elle serait contenue majoritairement dans des sables argileux marrons et lâches et pourrait remonter dans la couche d'argiles sableuses sus-jacente (formation n°3).

Au vu de sa position, la nappe évoluerait de manière indifférenciée au droit de ces différentes formations de très faible perméabilité.

L'aquifère des sables argileux recouvrerait un aquifère constitué d'éléments plus grossiers (sables et gravier) et plus perméable situé entre 17 et 19 m/TA. Ce dernier correspondrait aux alluvions plus anciennes de la Saône et contiendrait une nappe captive et productive. Le mur de cet aquifère serait constitué par le substratum métamorphique. Cet horizon n'a pas été observé au droit du site mais a été reconnu au niveau du sondage BSS001TJEQ réalisé à environ 70 m au nord du site d'étude.

Localement, une nappe superficielle pourrait également s'écouler au sein des remblais lors des événements pluvieux exceptionnels.

D.2.2. Cotes de la nappe

Un premier relevé piézométrique manuel du niveau stabilisé a été effectué le 21/08/2024 lors de la pose de la sonde piézométrique automatique. Le niveau de nappe au droit du piézomètre SPI a été mesuré à 6,0 m/TA, soit à 163,4 m NGF.

Le suivi piézométrique automatique a été effectué sur une durée de 1 an au droit du site, au droit des piézomètres SPI et SD3.

Le tableau ci-après présente l'ensemble des relevés manuels réalisés dans le cadre de la présente étude.

Ouvrage	SPI (169,4 m NGF)		SD3 (167,7 m NGF)	
	m/TA	m NGF	m/TA	m NGF
21/08/2024	6,0	163,4	-	-
27/08/2024	-	-	4,2	163,5
01/09/2025	5,5	163,9	3,8	163,9

Tableau 4 : Mesures piézométriques effectuées par FONDASOL

Compte tenu des précipitations enregistrés inférieures aux moyennes saisonnières sur les mois de juillet et août, ce niveau d'eau correspondrait à un niveau de moyennes à basses eaux annuelles.

D.2.3. Suivi piézométrique

Un suivi piézométrique par sonde automatique a été effectué au droit des piézomètres SPI+Pz et SD3 entre fin août 2024 et fin août 2025. Le suivi au droit de ces deux piézomètres sont présentés ci-après. Ils sont successivement comparés à la pluviométrie locale et aux fluctuations de la Saône au niveau d'un pont situé à proximité (environ 1,5 km en aval du site d'étude).

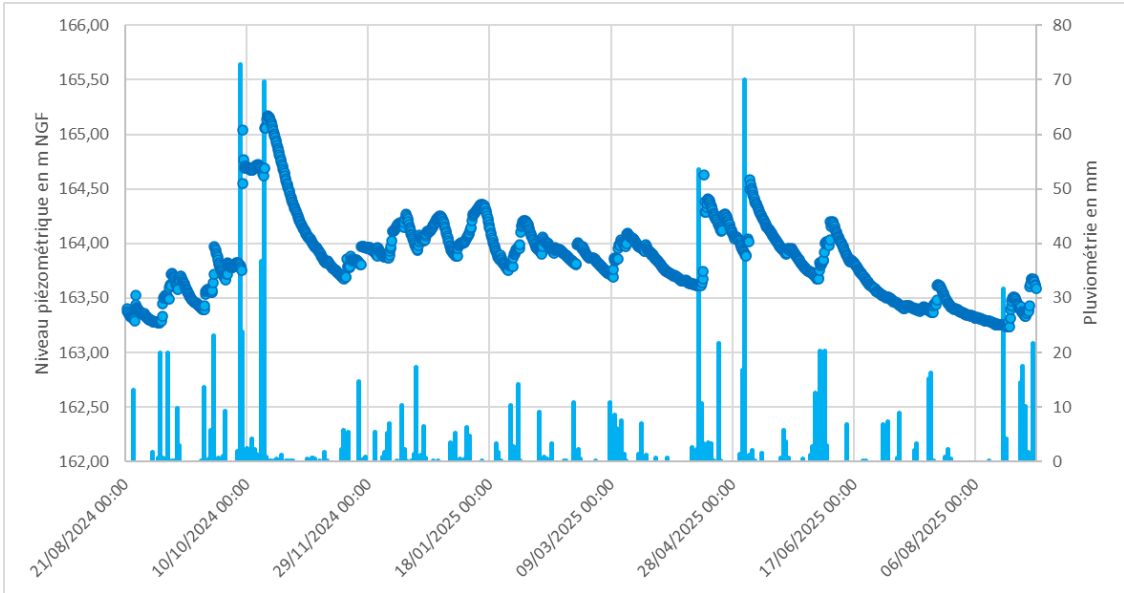


Figure 11 : Suivi piézométrique au droit de SP1 comparé à la pluviométrie locale

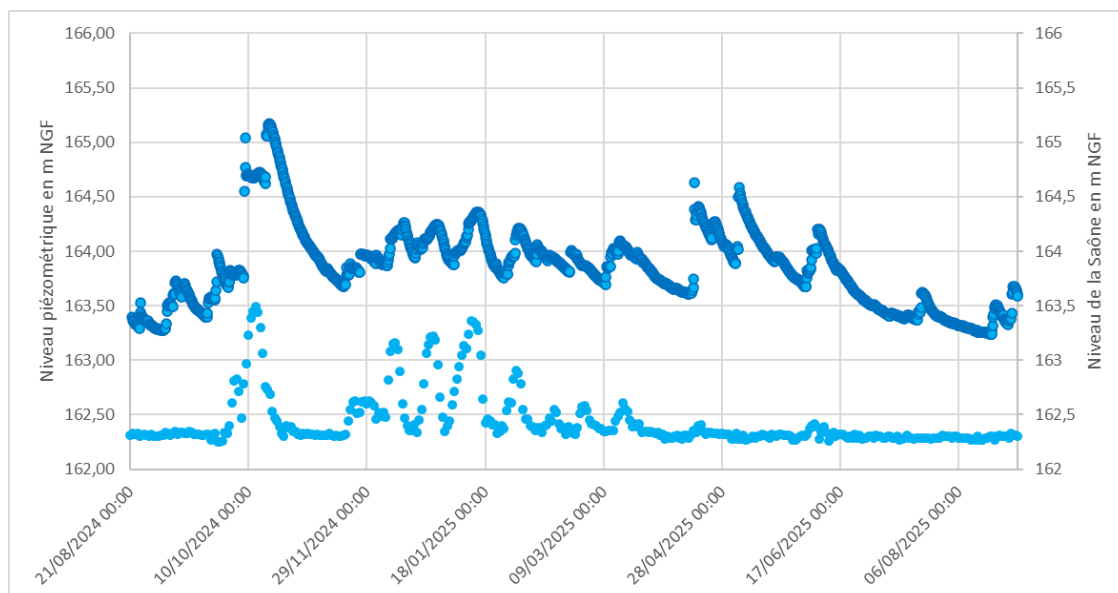


Figure 12 : Suivi piézométrique au droit de SP1 comparé au niveau de la Saône

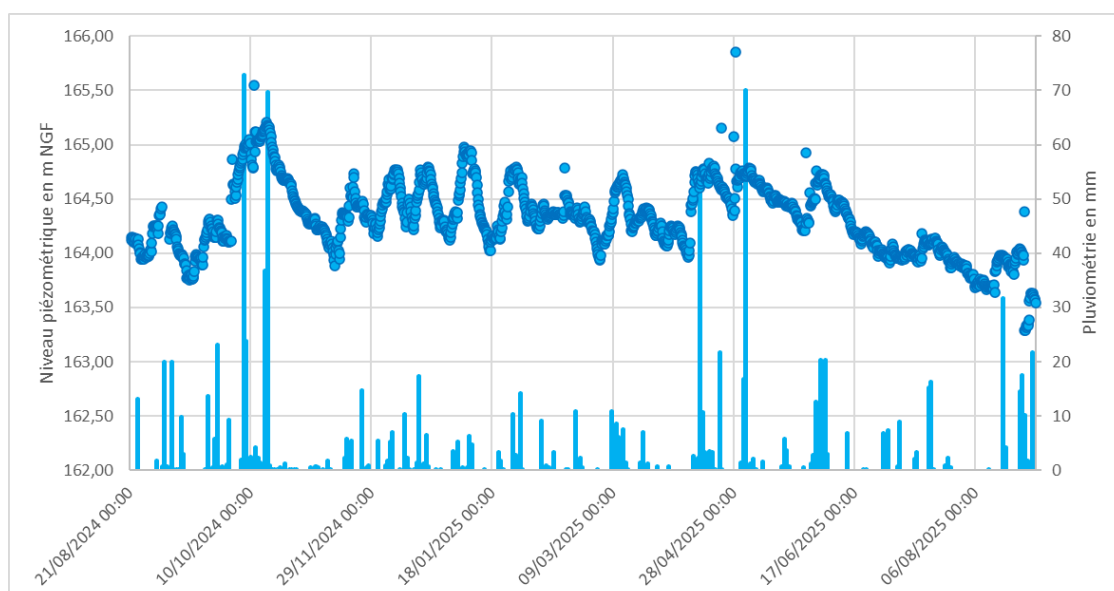


Figure 13 : Suivi piézométrique au droit de SD3 comparé à la pluviométrie locale

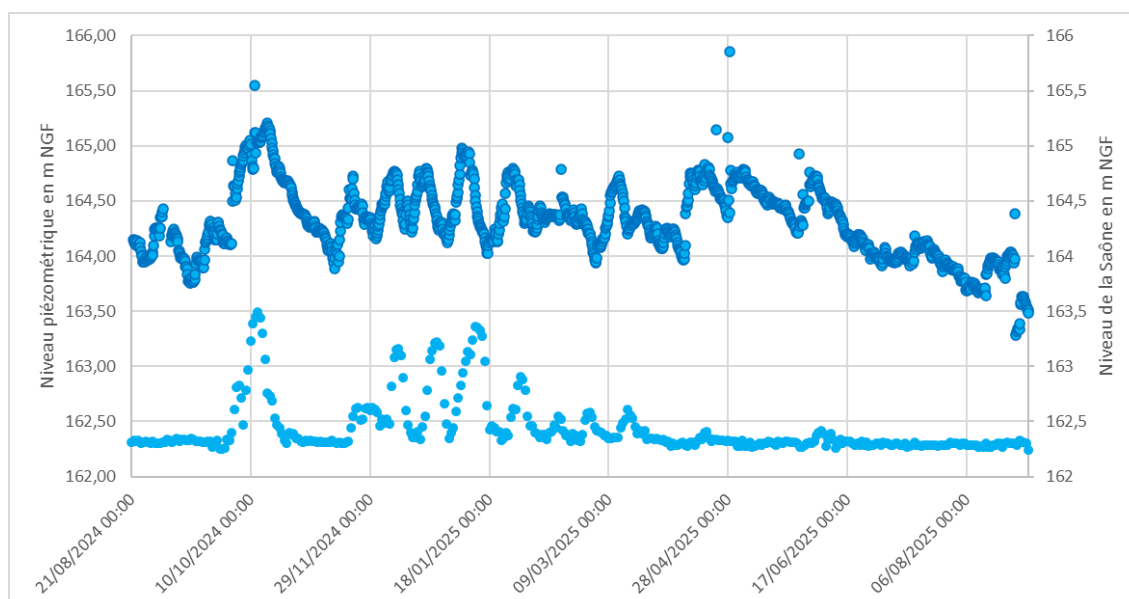


Figure 14 : Suivi piézométrique au droit de SD3 comparé au niveau de la Saône

Le suivi piézométrique au droit de SPI a mis en évidence des fluctuations comprises entre 163,2 et 165,1 m NGF, soit un battement saisonnier de 1,9 m sur la période du suivi, soit entre août 2024 et août 2025.

Les fluctuations du niveau piézométrique présentent une bonne corrélation avec les fluctuations de la Saône (sauf sur la deuxième partie du suivi piézométrique, entre mars et août 2025), et une très bonne corrélation avec les événements pluvieux. Cette corrélation permet de confirmer une relation de la nappe avec la Saône d'une part, et une alimentation de la nappe par les coteaux d'autre part.

Le suivi piézométrique au droit de SD3 a mis en évidence des fluctuations comprises entre 163,3 et 165,6 m NGF, soit un battement saisonnier de 2,3 m sur la période du suivi, soit entre août 2024 et août 2025.

Les fluctuations du niveau piézométrique présentent une bonne corrélation avec les fluctuations de la Saône (sauf sur la deuxième partie du suivi piézométrique, entre mars et août 2025), et une très bonne corrélation avec les événements pluvieux, comme au droit du SPI. Cette corrélation permet de confirmer une relation de la nappe avec la Saône d'une part, et une alimentation de la nappe par les coteaux d'autre part.

D.2.4. Perméabilité

Deux essais de type Nasberg et un essai de type LEFRANC ont été réalisés, conformes à la norme NF EN ISO 22282-2 au droit de la zone d'étude. Les résultats sont présentés dans le tableau ci-après.

Sondage	SD1	SD2	SD3
Méthode d'interprétation	Nasberg	Nasberg	Lefranc
Profondeur testée (m/TA)	3,0 - 4,0	3,0 - 4,0	6,0 - 7,0
Nature du sol testé	Argile sableuse à graviers	Argile sableuse	Limons sableux
Perméabilité (m/s)	$< 1.10^{-7}$	$< 1.10^{-7}$	2.10^{-6}

Tableau 5 : Perméabilités mesurées au droit du site par Fondasol

Les perméabilités des sables lâches et argileux (alluvions subactuelles de la Saône) sembleraient être de l'ordre de 2.10^{-6} m/s. Au vu de la méthode de forage destructive et à l'eau, il se peut que les alluvions subactuelles aient été en partie lessivées de leur fraction argileuse par le fluide de foration. En considérant cette information, la perméabilité de 10^{-6} m/s apparaît comme cohérente avec la lithologie testée. La perméabilité des possibles remblais serait inférieure à 1.10^{-7} m/s.

E. ESTIMATION DES NIVEAUX DE REFERENCE

E.1. Paramètres retenus

La nappe identifiée au droit du site est peu connue dans l'environnement proche du site d'étude.

Afin d'appréhender la fluctuation du niveau de la nappe au droit de la zone d'étude, un suivi piézométrique automatique ayant été effectué sur une durée de 1 an.

La présente estimation des niveaux caractéristiques selon les Eurocodes (EB, EH et EE) s'effectue ainsi sur la base de notre connaissance du secteur, des données bibliographiques disponibles ainsi que des mesures piézométriques réalisées dans le cadre de cette présente étude.

Les Eurocodes déterminent les niveaux caractéristiques de référence suivants :

- EB : le niveau susceptible d'être dépassé 50% du temps de référence (50 ans) ;
- EH : le niveau qui présente, en principe, une période de retour de 50 ans ;
- EE : le niveau exceptionnel qui correspond au niveau maximal susceptible d'être atteint pendant la durée de vie de l'ouvrage (50 ans).

Le graphique suivant présente les niveaux caractéristiques estimés dans le cadre des Eurocodes.

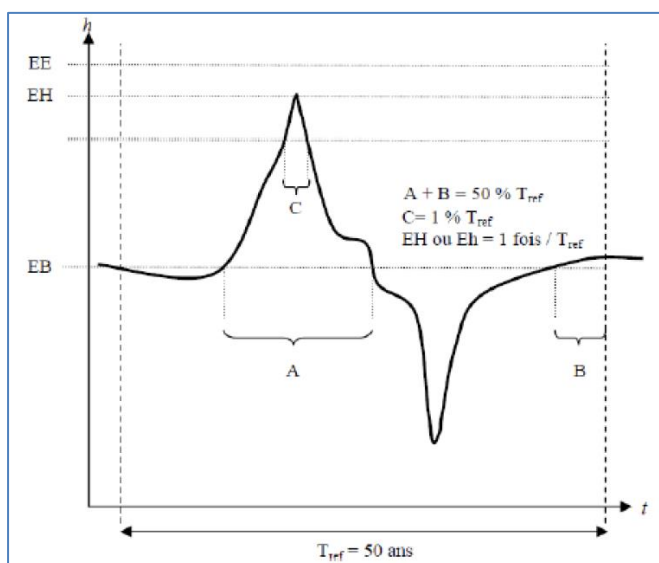


Figure 15 : Schéma présentant les niveaux caractéristiques selon les Eurocodes

D'une manière générale, le niveau des nappes connaît des fluctuations, notamment des remontées qui peuvent dépendre de quatre facteurs :

- le battement saisonnier ou interannuel de la nappe. Ce paramètre est directement lié à l'intensité de la recharge de la nappe par les précipitations (B) ;
- l'incidence des pompages existants à proximité ou à distance du site (industriels, parkings souterrains, épuisement de fouilles dans le cas de travaux, etc...) qui créent un rabattement artificiel du niveau piézométrique. En cas d'arrêt durable de ces prélèvements, un relèvement (R) du niveau piézométrique se produirait ;
- la transmission d'ondes de crue dans l'aquifère à partir de rivière en crue, amortie dans le terrain aquifère, selon la distance à la berge (A) ;

Le niveau théorique EH de la nappe peut donc s'exprimer par la formule suivante :

$EH = NA + B + R + A$ où NA correspond au niveau d'étiage de la nappe

E.1.1. Battement saisonnier et interannuel (B) et transmission d'onde de crue (A)

Les variations saisonnières du niveau de la nappe sont liées à l'intensité de la réalimentation de l'aquifère par la pluie efficace sur un cycle hydrologique ainsi que par les fluctuations de la Saône, en connexion avec sa nappe d'accompagnement, et qui constituerait son niveau de base.

D'après le suivi réalisé au droit de la station limnométrique U472 0020 01 du Pont La Feuillée : entre 1995 et 2006 (soit sur une période de 11 ans), le niveau de la Saône aurait fluctué d'environ 4,1 m.

Durant la période de suivi (2006-2024) au droit de l'ouvrage de référence BSS001REHT, le niveau de la nappe aurait varié entre 170,47 m NGF (février 2018) et 166,97 m NGF (octobre 2023). Le niveau de la nappe aurait ainsi oscillé d'environ 3,5 mètres. A noter que ce suivi est situé à près de 1 km du cours d'eau.

L'ouvrage de référence étant situé à proximité de la Saône, il sera considéré que le battement interannuel comprend le facteur A (amortissement de la crue). Ce facteur A n'a pas été calculé séparément, en effet le suivi au droit du SPI a mis en évidence que les pics observés (notamment mi-octobre 2024) sont l'effet conjugué de l'onde de crue de la Saône et de la recharge par les coteaux. Ainsi il n'est pas possible de distinguer les deux influences.

Suite au suivi réalisé, il sera ainsi estimé selon les Eurocodes (temps de retour 50 ans), un battement interannuel de :

$$B + A = 4,0 \text{ m}$$

E.1.2. Niveau d'étiage (NA)

Le 21/08/2024, le niveau du piézomètre ADES référencé BSS001REHT a été mesuré à 167,5 m NGF, soit 0,5 m au-dessus du niveau le plus bas mesuré sur la période de suivi de 16 ans. Le niveau de la nappe mesuré au droit du site à la même date était 163,4 m NGF.

Au vu des éléments actuellement en notre possession, les niveaux d'étiages seront ainsi supposés comme se situant à environ 0,5 m sous les niveaux mesurés en août 2024, soit à :

$$NA_{SPI} \approx 162,9 \text{ m NGF}$$

$$NA_{SD3} \approx 163,0 \text{ m NGF}$$

E.1.3. Influence des pompages voisins (R)

Sur la base des données disponibles auprès de la BSS du BRGM, l'ouvrage référencé BSS001TJGK située au droit du site est une pompe à chaleur dont le débit de prélèvement s'élève à 30 m³/h. Il a la particularité de capter un horizon grossier de sables et gravier entre 17,0 et 19,7 m/TA. Cet horizon est probablement captif et, du fait de sa faible épaisseur, les prélèvements y sont limités. Au vu de la très faible perméabilité des sables argileux, de leur importante épaisseur et du débit de prélèvement limité, l'influence du pompage dans la nappe des sables et graviers grossiers, doit être limitée dans la couche supérieure.

Aucun autre prélèvement n'a été identifié à proximité du site et dans un rayon de 500 m.

Si la nappe est exploitée à proximité du site, mais que les prélèvements et ouvrages ne sont pas déclarés dans les bases de données, nous considérerons que ce sont des ouvrages de particuliers, qui peuvent exploiter la nappe pour des besoins domestiques, soit quelques centaines de l/j (puits de particuliers, caves d'habitations voisines, drainages permanents de bâtiments sur sous-sols, ...). En tout état de cause, cette exploitation domestique ponctuelle ne va pas entraîner une incidence notable sur le niveau de la nappe au droit du site.

En conséquence, en première approche, nous allons retenir une influence de l'arrêt des pompes voisins nulle au droit du site.

$$R = 0 \text{ m}$$

E.2. Estimation des niveaux caractéristiques

L'addition au niveau d'étiage actuel de la nappe (NA) et des différents paramètres pris en compte (A, B et R) permet d'approcher le niveau EH.

D'après les différentes informations collectées, le niveau EH se décompose de la manière suivante :

Ouvrage	SPI	SD3
NA (m NGF)	162,9	163,0
B + A	4,0	4,0
R	0	0
EH (m NGF)	166,9	167,0

Tableau 6 : Paramètres pris en compte

Les niveaux Eurocodes seront estimés de la manière suivante :

- EB se situerait à environ 30 % du battement interannuel, soit environ 1,2 m au-dessus du niveau d'étiage ;
- Au vu du PPRI de la ville de Lyon, le site est catégorisé comme étant une zone potentiellement sujette aux débordements de nappe et réseaux, le niveau EE sera ainsi considéré de façon arbitraire comme présent au niveau du terrain actuel.

Les estimations de niveaux caractéristiques selon les Eurocodes sont ainsi présentées ci-dessous.

Ouvrage	EB	EH	EE
SPI (169,4 m NGF)	164,1 m NGF, soit 5,3 m/TA	166,9 m NGF, soit 2,5 m/TA	169,4 m NGF, soit le TA
SD3 (167,7 m NGF)	164,2 m NGF, soit 3,5 m/TA	167,0 m NGF, soit 0,7 m/TA	169,4 m NGF, soit le TA

Tableau 7 : niveaux caractéristiques estimés EB, EH et EE (selon les Eurocodes)

Remarques importantes :

Les niveaux caractéristiques présentés en page suivante correspondent à des estimations théoriques sur la base de données bibliographiques et des mesures piézométriques réalisées à ce jour. Ces niveaux de référence peuvent néanmoins faire l'objet de variations en fonction d'aléas imprévisibles :

- aléas naturels : période et intensité de pluie ou de neige exceptionnelle ou de changements climatiques imprévisibles à ce jour (comme l'augmentation du niveau des océans du fait du réchauffement climatique) ;
- aléas artificiels : phénomène de drainage ou de réalimentation provoqués par des travaux proches, de futures canalisations, des pompes en sous-sol, la mise en place de réseaux profonds ou de dispositifs d'infiltrations ;
- des écoulements superficiels et temporaires peuvent également avoir lieu dans les remblais superficiels en période humide.

F. AVIS SUR LES RISQUES D'INTERFERENCE AVEC LE PROJET

L'analyse du contexte géologique et hydrogéologique local sur la base, d'une part des investigations réalisés lors des missions géotechniques en phases G1 ES + G1 PGC de Fondasol (référéncé PR.RAGT.24.0249.001), et d'autre part des données bibliographiques, indique la présence de l'aquifère alluvionnaire subactuel de la Saône.

L'analyse géologique et hydrogéologique du site nous permet donc d'estimer sur la base des mesures piézométriques réalisées lors de notre intervention, et conformément aux Eurocodes, les niveaux de référence en page précédente.

Le concepteur devra ainsi intégrer ces cotes prévisionnelles de nappe dans son projet.

Pour rappel, les plans du projet en phase I n'ont pas encore été définis précisément. Dans l'éventualité d'implanter un niveau de sous-sol il sera considéré, de manière arbitraire, qu'il se situerait à 3 m/TA.

Au vu des niveaux caractéristiques précédemment estimés, le niveau de la nappe serait susceptible d'intercepter le niveau de sous-sol pour des niveaux intermédiaires entre EB et EH, EH et EE.

Durant la phase chantier, les terrassements pourraient ponctuellement recouper la nappe selon la période de travaux envisagée. Fondasol préconise de réaliser les travaux en période de moyennes à basses eaux afin de limiter les pompages à mettre en œuvre au droit du site.

Afin d'anticiper la gestion des éventuelles venues d'eaux attendues en phase travaux, une étude complémentaire visant à estimer les débits de mise hors d'eaux pourrait éventuellement être réalisée.

En phase définitive, les infrastructures devront être protégées (imperméabilisation, résistance aux sous-pressions, ...) vis-à-vis de la présence éventuelle d'eau souterraine. Le niveau de sécurité sera à définir par la Maitrise d'Ouvrage ou la Maitrise d'oeuvre. Si nécessaire, le BET structure devra s'assurer de la stabilité de l'ensemble.

Fondasol rappelle que la réglementation ne permet désormais plus le rabattement de nappe en continu. Les infrastructures devront ainsi être dimensionnées pour reprendre les sous-pressions liées aux remontées de nappe.

En cas de modification des caractéristiques du projet, présenté dans le chapitre A, le présent avis devra être réévalué.

G. COMPLEMENTS DE MISSION

Afin d'anticiper la gestion des éventuelles venues d'eaux attendues en phase travaux, une étude complémentaire visant à estimer les débits de mise hors d'eaux pourrait éventuellement être réalisée selon les choix constructifs à venir.

Fondasol rappelle que tout piézomètre doit être déclaré au titre de la Loi sur l'Eau et les Milieux Naturels au regard du Code de l'environnement.

Fondasol se tient à la disposition du MO la réalisation de ces missions complémentaires

ENCHAINEMENT DES MISSIONS TYPES D'INGENIERIE GEOTECHNIQUE (NORME NF P94-500)

Le Maître d'Ouvrage doit associer l'ingénierie géotechnique au même titre que les autres ingénieries à la Maîtrise d'Œuvre et ce, à toutes les étapes successives de conception, puis de réalisation de l'ouvrage. Le Maître d'Ouvrage, ou son mandataire, doit veiller à la synchronisation des missions d'ingénierie géotechnique avec les phases effectives à la Maîtrise d'Œuvre du projet.

L'enchaînement et la définition synthétique des missions d'ingénierie géotechnique sont donnés ci-après. Deux ingénieries géotechniques différentes doivent intervenir : la première pour le compte du Maître d'Ouvrage ou de son mandataire lors des étapes 1 à 3, la seconde pour le compte de l'entreprise lors de l'étape 3.

Enchaînement des missions G1 à G4	Phases de la maîtrise d'œuvre	Mission d'ingénierie géotechnique et Phase de la mission		Objectifs à atteindre pour les ouvrages géotechniques	Niveau de management des risques géotechniques attendu	Prestations d'investigations géotechniques à réaliser
Étape 1 : Étude géotechnique préalable (G1)		Étude géotechnique préalable (G1) Phase Étude de Site (ES)		Spécificités géotechniques du site	Première identification des risques présentés par le site	Fonction des données existantes et de la complexité géotechnique
	Étude préliminaire, Esquisse, APS	Études géotechnique préalable (G1) Phase Principes Généraux de Construction (PGC)		Première adaptation des futurs ouvrages aux spécificités du site	Première identification des risques pour les futurs ouvrages	Fonctions des données existantes et de la complexité géotechnique
Étape 2 : Étude géotechnique de conception (G2)	APD/AVP	Étude géotechnique de conception (G2) Phase Avant-projet (AVP)		Définition et comparaison des solutions envisageables pour le projet	Mesures préventives pour la réduction des risques identifiés, mesures correctives pour les risques résiduels avec détection au plus tôt de leur survenance	Fonction du site et de la complexité du projet (choix constructifs)
	PRO	Études géotechniques de conception (G2) Phase Projet (PRO)		Conception et justifications du projet		Fonction du site et de la complexité du projet (choix constructifs)
	DCE/ACT	Étude géotechnique de conception (G2) Phase DCE/ACT		Consultation sur le projet de base/choix de l'entreprise et mise au point du contrat de travaux		
Étape 3 : Études géotechniques de réalisation (G3/G4)		A la charge de l'entreprise	A la charge du maître d'ouvrage			
	EXE/VISA	Étude de suivi géotechniques d'exécution (G3) Phase Étude (en interaction avec la phase suivi)	Supervision géotechnique d'exécution (G4) Phase Supervision de l'étude géotechnique d'exécution (en interaction avec la phase supervision du suivi)	Étude d'exécution conforme aux exigences du projet, avec maîtrise de la qualité, du délai et du coût	Identification des risques résiduels, mesures correctives, contrôle du management des risques résiduels (réalité des actions, vigilance, mémorisation, capitalisation des retours d'expérience)	Fonction des méthodes de construction et des adaptations proposées si des risques identifiés surviennent
	DET/AOR	Étude et suivi géotechniques d'exécutions (G3) Phase Suivi (en interaction avec la Phase Étude)	Supervision géotechnique d'exécution (G4) Phase Supervision du suivi géotechnique d'exécution (en interaction avec la phase Supervision de l'étude)	Exécution des travaux en toute sécurité et en conformité avec les attentes du maître d'ouvrage		Fonction du contexte géotechnique observé et du comportement de l'ouvrage et des avoisinants en cours de travaux
À toute étape d'un projet ou sur un ouvrage existant	Diagnostic	Diagnostic géotechnique (G5)		Influence d'un élément géotechnique spécifique sur le projet ou sur l'ouvrage existant	Influence de cet élément géotechnique sur les risques géotechniques identifiés	Fonction de l'élément géotechnique étudié

Classification des missions d'ingénierie géotechnique en page suivante

Février 2014

MISSIONS TYPES D'INGENIERIE GEOTECHNIQUE (NORME NF P94-500)

L'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (étapes 1 à 3) doit suivre les étapes de conception et de réalisation de tout projet pour contribuer à la maîtrise des risques géotechniques. Le maître d'ouvrage ou son mandataire doit faire réaliser successivement chacune de ces missions par une ingénierie géotechnique. Chaque mission s'appuie sur des données géotechniques adaptées issues d'investigations géotechniques appropriées.

ETAPE 1 : ETUDE GEOTECHNIQUE PREALABLE (G1)

Cette mission exclut toute approche des quantités, délais et coûts d'exécution des ouvrages géotechniques qui entre dans le cadre de la mission d'étude géotechnique de conception (étape 2). Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire. Elle comprend deux phases:

Phase Étude de Site (ES)

Elle est réalisée en amont d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS pour une première identification des risques géotechniques d'un site. - Faire une enquête documentaire sur le cadre géotechnique du site et l'existence d'avoisinants avec visite du site et des alentours.

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un rapport donnant pour le site étudié un modèle géologique préliminaire, les principales caractéristiques géotechniques et une première identification des risques géotechniques majeurs.

Phase Principes Généraux de Construction (PGC)

Elle est réalisée au stade d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS pour réduire les conséquences des risques géotechniques majeurs identifiés. Elle s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées.

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un rapport de synthèse des données géotechniques à ce stade d'étude (première approche de la ZIG, horizons porteurs potentiels, ainsi que certains principes généraux de construction envisageables (notamment fondations, terrassements, ouvrages enterrés, améliorations de sols).

ETAPE 2 : ETUDE GEOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2)

Cette mission permet l'élaboration du projet des ouvrages géotechniques et réduit les conséquences des risques géotechniques importants identifiés. Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire et est réalisée en collaboration avec la maîtrise d'œuvre ou intégrée à cette dernière. Elle comprend trois phases:

Phase Avant-projet (AVP)

Elle est réalisée au stade de l'avant-projet de la maîtrise d'œuvre et s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées.

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un rapport donnant les hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade de l'avant-projet, les principes de construction envisageables (terrassements, soutènements, pentes et talus, fondations, assises des dallages et voiries, améliorations de sols, dispositions générales vis-à-vis des nappes et des avoisinants), une ébauche dimensionnelle par type d'ouvrage géotechnique et la pertinence d'application de la méthode observationnelle pour une meilleure maîtrise des risques géotechniques.

Phase Projet (PRO)

Elle est réalisée au stade du projet de la maîtrise d'œuvre et s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées suffisamment représentatives pour le site. - Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.

- Fournir un dossier de synthèse des hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade du projet (valeurs caractéristiques des paramètres géotechniques en particulier), des notes techniques donnant les choix constructifs des ouvrages géotechniques (terrassements, soutènements, pentes et talus, fondations, assises des dallages et voiries, améliorations de sols, dispositions vis-à-vis des nappes et des avoisinants), des notes de calcul de dimensionnement, un avis sur les valeurs seuils et une approche des quantités.

Phase DCE / ACT

Elle est réalisée pour finaliser le Dossier de Consultation des Entreprises et assister le maître d'ouvrage pour l'établissement des Contrats de Travaux avec le ou les entrepreneurs retenus pour les ouvrages géotechniques.

- Établir ou participer à la rédaction des documents techniques nécessaires et suffisants à la consultation des entreprises pour leurs études de réalisation des ouvrages géotechniques (dossier de la phase Projet avec plans, notices techniques, cahier des charges particulières, cadre de bordereau des prix et d'estimatif, planning prévisionnel).
- Assister éventuellement le maître d'ouvrage pour la sélection des entreprises, analyser les offres techniques, participé à la finalisation des pièces techniques des contrats de travaux.

ETAPE 3 : ETUDES GEOTECHNIQUES DE REALISATION (G3 et G4, distinctes et simultanées)

ETUDE ET SUIVI GEOTECHNIQUES D'EXECUTION (G3)

Cette mission permet de réduire les risques géotechniques résiduels par la mise en œuvre à temps de mesures correctives d'adaptation ou d'optimisation. Elle est confiée à l'entrepreneur sauf disposition contractuelle contraire, sur la base de la phase G2 DCE/ACT. Elle comprend deux phases interactives:

Phase Étude

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Étudier dans le détail les ouvrages géotechniques: notamment établissement d'une note d'hypothèses géotechniques sur la base des données fournies par le contrat de travaux ainsi que des résultats des éventuelles investigations complémentaires, définition et dimensionnement (calculs justificatifs) des ouvrages géotechniques, méthodes et conditions d'exécution (phasages généraux, suivis, auscultations et contrôles à prévoir, valeurs seuils, dispositions constructives complémentaires éventuelles).
- Élaborer le dossier géotechnique d'exécution des ouvrages géotechniques provisoires et définitifs: plans d'exécution, de phasage et de suivi.

Phase Suivi

- Suivre en continu les auscultations et l'exécution des ouvrages géotechniques, appliquer si nécessaire des dispositions constructives prédéfinies en phase Étude.
- Vérifier les données géotechniques par relevés lors des travaux et par un programme d'investigations géotechniques complémentaire si nécessaire (le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats).
- Établir la prestation géotechnique du dossier des ouvrages exécutés (DOE) et fournir les documents nécessaires à l'établissement du dossier d'interventions ultérieures sur l'ouvrage (DIUO).

SUPERVISION GEOTECHNIQUE D'EXECUTION (G4)

Cette mission permet de vérifier la conformité des hypothèses géotechniques prises en compte dans la mission d'étude et suivi géotechniques d'exécution. Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire et est réalisée en collaboration avec la maîtrise d'œuvre ou intégrée à cette dernière. Elle comprend deux phases interactives:

Phase Supervision de l'étude d'exécution

- Donner un avis sur la pertinence des hypothèses géotechniques de l'étude géotechnique d'exécution, des dimensionnements et méthodes d'exécution, des adaptations ou optimisations des ouvrages géotechniques proposées par l'entrepreneur, du plan de contrôle, du programme d'auscultation et des valeurs seuils.

Phase Supervision du suivi d'exécution

- Par interventions ponctuelles sur le chantier, donner un avis sur la pertinence du contexte géotechnique tel qu'observé par l'entrepreneur (G3), du comportement tel qu'observé par l'entrepreneur de l'ouvrage et des avoisinants concernés (G3), de l'adaptation ou de l'optimisation de l'ouvrage géotechnique proposée par l'entrepreneur (G3).
- Donner un avis sur la prestation géotechnique du DOE et sur les documents fournis pour le DIUO.

A TOUTES ETAPES : DIAGNOSTIC GEOTECHNIQUE (G5)

Pendant le déroulement d'un projet ou au cours de la vie d'un ouvrage, il peut être nécessaire de procéder, de façon strictement limitative, à l'étude d'un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques, dans le cadre d'une mission ponctuelle. Ce diagnostic géotechnique précise l'influence de cet ou ces éléments géotechniques sur les risques géotechniques identifiés ainsi que leurs conséquences possibles pour le projet ou l'ouvrage existant.

- Définir, après enquête documentaire, un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Étudier un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques (par exemple soutènement, causes géotechniques d'un désordre) dans le cadre de ce diagnostic, mais sans aucune implication dans la globalité du projet ou dans l'étude de l'état général de l'ouvrage existant.

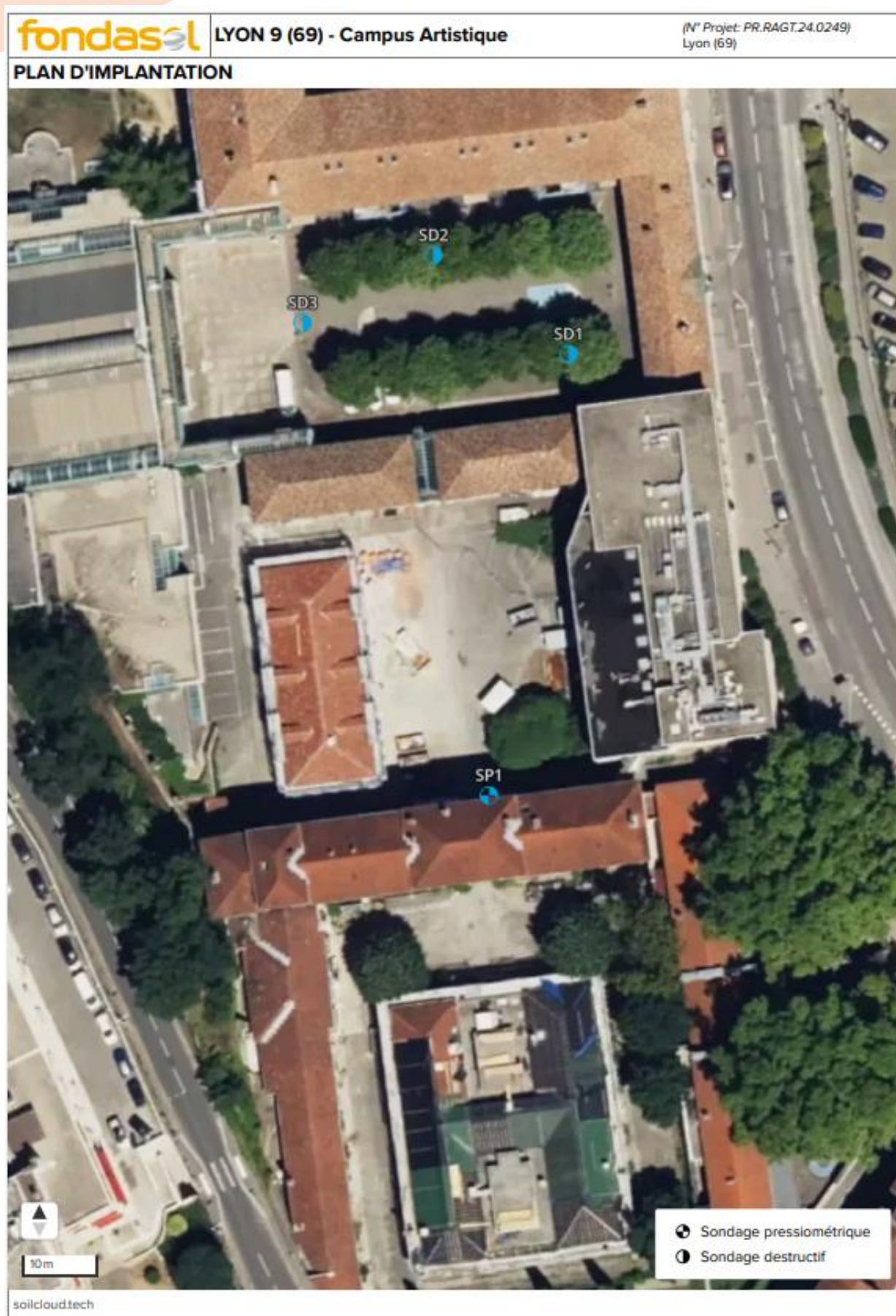
Si ce diagnostic conduit à modifier une partie du projet ou à réaliser des travaux sur l'ouvrage existant, des études géotechniques de conception et/ou d'exécution ainsi qu'un suivi et une supervision géotechniques seront réalisés ultérieurement, conformément à l'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (étape 2 et/ou 3).

Février 2014

ANNEXE



I. ANNEXE N°I – PLAN D'IMPLANTATION



2. ANNEXE N°2 – COUPES LITHOLOGIQUES

fondasol		LYON 9 (69) - Campus Artistique					(N° Projet: PR.RAGT.24.0249) Lyon (69)				
SD1	Longitude	Latitude	Système de coordonnées			Précision des relevés	Niveau d'eau				
	4,812395	45,768636	WGS 84			Décimètre	☐ Néant ☒ Non mesuré ☐ En cours de forage				
	Élévation	Prof. atteinte	Angle	Azimut	Nivellement	Précision des nivellements	☐ Stabilisé ☐ Non stabilisé ☐ Sec				
	+167,6 m	5,0 m	0,0°	-	NGF	Décimètre					
Début			Fin			Machine		Opérateur			
12/08/2024			12/08/2024			FL40.11		HKOT			
Élévation	Prof.	Lithologie	Descriptions					Outils	Fluides	Tubages	Niveau d'eau
167,5	0		Enrobé					Taillant - en rotapercussion - diam 64 mm	Eau	TOD 90 diam 67-90 mm - rotapercussion	Non mesuré
			0,1m								
	1		Sable +/- graveleux marron (remblais)								
	2		2 m								
165,6	3		Argile sableuse avec grave marron (remblais ?)								
	4									4 m	
162,6	5		5 m					5 m	5 m		

fondasol		LYON 9 (69) - Campus Artistique						(N° Projet: PR.RAGT.24.0249) Lyon (69)			
SD2	Longitude	Latitude	Système de coordonnées			Précision des relevés		Niveau d'eau			
	4,812170	45,768751	WGS 84			Décimètre		☐ Néant ☒ Non mesuré ☐ En cours de forage ☐ Stabilisé ☒ Non stabilisé ☐ Sec			
	Élévation	Prof. atteinte	Angle	Azimut	Nivellement	Précision des nivellements					
	+167,5 m	5,0 m	0,0°	-	NGF	Décimètre					
Début			Fin			Machine		Opérateur			
12/08/2024			12/08/2024			FL40.11		HKOT			
Élévation	Prof.	Lithologie	Descriptions					Outils	Fluides	Tubages	Niveau d'eau
167,4	0		Enrobé 0,1 m					Taillant - en rotoperçusion - diam 64 mm Eau TCD 90 diam 67-90 mm - rotoperçusion 4 m	Non mesuré		
	1		Sable argileux marron (remblais probable)								
165,5	2		2 m								
	3		Argile sableuse marron								
	4										
162,5	5		5 m					5 m	5 m		

69GT.21.0008-DTHY.002.0
LYON (69) – Estimation des niveaux caractéristiques selon les Eurocodes

fondasol		LYON 9 (69) - Campus Artistique					(N° Projet: PR.RAGT.24.0249) Lyon (69)						
SP1	Longitude	Latitude	Système de coordonnées			Précision des relevés		Niveau d'eau					
	4,812263	45,768125	WGS 84			Décimètre		☐ Néant ☒ Non mesuré ☐ En cours de forage					
	Élévation	Prof. atteinte	Angle	Azimut	Nivellement	Précision des nivellements		☐ Stabilisé ☐ Non stabilisé ☐ Sec					
		+169,4 m	10,0 m	0,0°	-	NGF	Décimètre						
Début			Fin			Machine			Opérateur				
07/08/2024			08/08/2024			FL40.11			HKOT				
Élévation	Prof	Lithologie	Descriptions					Outils	Fluides	Tubages	Equipements	Remblais	Niveau d'eau
169,3	0		Enrobé noir					Taillet - en rotoperçusion - diam 64 mm	Eau	TOD90 diam 67-90 mm - rotoperçusion	Equipement piézométrique	Enrobé	Non mesuré
			0,1 m									0,2 m	
	1		Sable graveleux marron grisâtre (remblais)									Argile	
			1,5 m									2 m	
167,9	2		Sable graveleux marron clair (remblai probable)										
	3		3,5 m										
165,9	4		Argile sableuse marron										
	5		6 m										
163,4	6		Sable argileux marron orangé										
	7												
	8												
	9												
159,4	10							10 m	10 m				
1 Niveau d'eau fin de forage 5,1m													

3. ANNEXE N°3 – COUPES DES PIEZOMETRES

fondasol		LYON 9 (69) - Campus Artistique				(N° Projet: PR.RAGT.24.0249) Lyon (69)	
SD3	Longitude	Latitude	Système de coordonnées			Niveau d'eau	
	4,811953	45,768672	WGS 84			☐ Néant ☒ Non mesuré ☐ En cours de forage ☐ Stabilisé ☒ Non stabilisé ☐ Sec	
	Élévation	Nivellement	Angle	Azmut	Prof. atteinte		
	+167,7 m	NGF	0,0°	-	10,0 m		
Données	Type	Début		Fin	Machine	Opérateur	
PZO-SD3	Piezomètre ouvert	09/08/2024		12/08/2024	FL40.11	HKOT	

Sondage		
Prof.	P	9,0 m
Diamètre	D	90,0 mm
Niveau d'eau		
En cours de forage	H _w	- m
Après équipement	H _w	- m
Tube		
☒ PVC		
Diamètre intérieur	D _i	51,0 mm
Diamètre extérieur	D _e	60,0 mm
Crépines	De	3,0 à 9,0 m
	Fente	0,5 mm
Développement	☒ Oui Lavage	
Bouchon de fond	☒ Oui	
Hauteur hors sol	H _t	0,0 m
Remblais		
Enrobé	De	0,0 à 0,2 m
Argile	De	0,2 à 2,0 m
Gravier calibré 0.5/1 mm	De	2,0 à 9,0 m
Protection		
Tête métallique	☒ Non	
Cadenas	☒ Non	
Bouche à clef	☒ Oui	
Regard béton	☒ Non	
Diamètre protection	D _p	- mm
Hauteur hors sol	H _p	0,0 m
Réception Piézomètre		
Profondeur Eau - Début réception	- m	
Profondeur Eau - Fin réception	- m	
Durée réception	- h	

soilcloud.tech

SP1	Longitude	Latitude	Système de coordonnées			Niveau d'eau	
	4,812263	45,768125	WGS 84			☐ Néant ☒ Non mesuré ☐ En cours de forage	
	Élévation	Nivellement	Angle	Azimet	Prof. atteinte	☐ Stabilisé ☐ Non stabilisé ☐ Sec	
	+169,4 m	NGF	0,0°	-	10,0 m		
Données	Type	Début		Fin		Machine	Opérateur
PZO-SP1	Piézomètre ouvert	07/08/2024		08/08/2024		FL40.11	HKOT

Sondage

Prof.	P	9,0 m
Diamètre	D	- mm

Niveau d'eau

En cours de forage	H _w	- m
Après équipement	H _w	5,1 m

Tube

☒ PVC		
Diamètre intérieur	D _i	51,0 mm
Diamètre extérieur	D _e	60,0 mm
Crépines	De	3,0 à 10,0 m
	Fente	0,5 mm
Développement	☒ Oui	Lavage
Bouchon de fond	☒ Oui	
Hauteur hors sol	H _t	0,0 m

Remblais

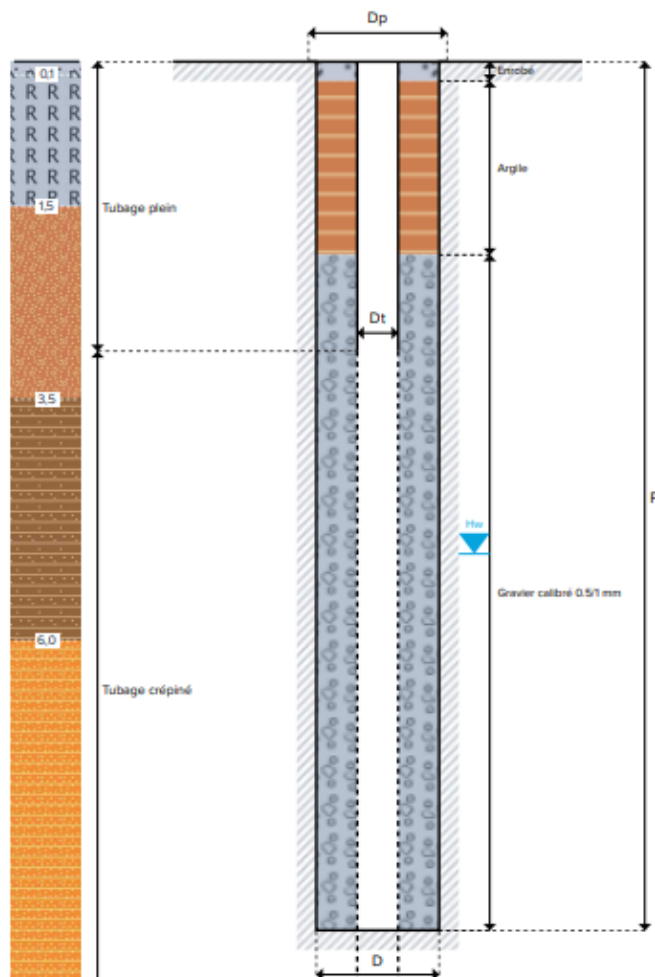
Enrobé	De	0,0 à 0,2 m
Argile	De	0,2 à 2,0 m
Gravier calibré 0.5/1 mm	De	2,0 à 9,0 m

Protection

Tête métallique	☒ Non	
Cadenas	☒ Non	
Bouche à clef	☒ Oui	
Regard béton	☒ Non	
Diamètre protection	D _p	- mm
Hauteur hors sol	H _p	0,0 m

Réception Piézomètre

Profondeur Eau - Début réception	- m
Profondeur Eau - Fin réception	- m
Durée réception	- h



4. ANNEXE N°4 – PROCES VERBAUX DES ESSAIS DE PERMEABILITE



PYXIS
par fondesol

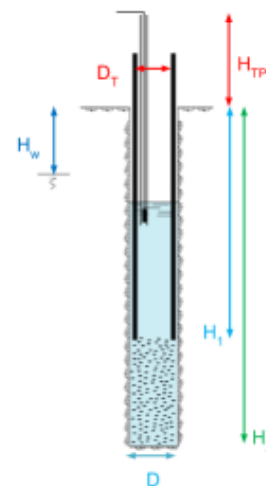
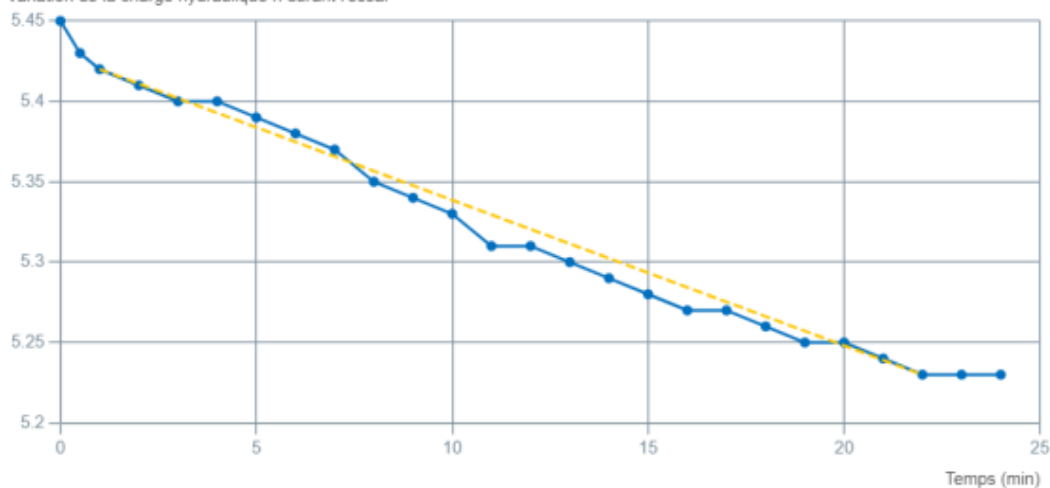
Test de perméabilité en forage ouvert
réalisé conformément à la norme NF EN ISO 22282-2

RÉFÉRENCE : PR.RAGT.24.0249
NOM DU CALCUL : SD1
PROJET : Campus conservatoire
OUTIL : Lefranc / Nasberg v1.1
SONDAGE N° : SD1
DATE : 12/08/2024, 10h26

TYPE DE L'ESSAI : Essai hors nappe
DIAMÈTRE INTÉRIEUR DU TUBE : 45 mm
PROFONDEUR ESSAI : de 3,00 à 4,00 m

LONGUEUR DE LA CAVITÉ D'ESSAI : L = 1,00 m
DIAMÈTRE DE LA CAVITÉ D'ESSAI : D = 0,090 m
ÉLANCEMENT DE LA CAVITÉ : L/D = 11,1
DIAMÈTRE DE LA SPHÈRE ÉQUIVALENTE : m = F/D = 0,3
PROFONDEUR DE LA NAPPE : H₀ = 5,00 m

Variation de la charge hydraulique h durant l'essai



Phase 2 : retour à l'équilibre

COEFFICIENT DE PERMÉABILITÉ : $K_L < 1.10^{-7} \text{ m/s}$

DURÉE CORRIGÉE min	CHARGE HYDRAULIQUE h m
0,0	5,45
0,5	5,43
1,0	5,42
2,0	5,41
3,0	5,40
4,0	5,40
5,0	5,39
6,0	5,38
7,0	5,37
8,0	5,35
9,0	5,34
10,0	5,33
11,0	5,31
12,0	5,31
13,0	5,30
14,0	5,29
15,0	5,28
16,0	5,27

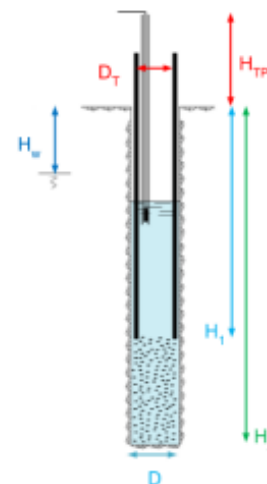
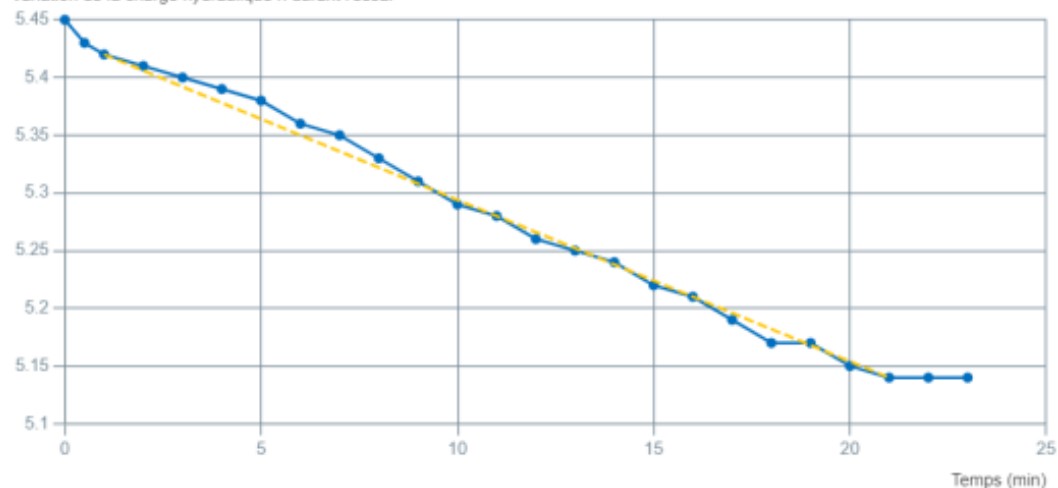
DURÉE CORRIGÉE min	CHARGE HYDRAULIQUE h m
17,0	5,27
18,0	5,26
19,0	5,25
20,0	5,25
21,0	5,24
22,0	5,23
23,0	5,23
24,0	5,23

RÉFÉRENCE : PR.RAGT.24.0249
NOM DU CALCUL : SD2
PROJET : Campus conservatoire
OUTIL : Lefranc / Nasberg v1.1
SONDAGE N° : SD2
DATE : 12/08/2024, 08h37

TYPE DE L'ESSAI : Essai hors nappe
DIAMÈTRE INTÉRIEUR DU TUBE : 45 mm
PROFONDEUR ESSAI : de 3,00 à 4,00 m

LONGUEUR DE LA CAVITÉ D'ESSAI : $L = 1,00$ m
DIAMÈTRE DE LA CAVITÉ D'ESSAI : $D = 0,090$ m
ÉLÈVEMENT DE LA CAVITÉ : $L/D = 11,1$
DIAMÈTRE DE LA SPHÈRE ÉQUIVALENTE : $m = F/D = 0,3$
PROFONDEUR DE LA NAPPE : $H_0 = 5,00$ m

Variation de la charge hydraulique h durant l'essai



Phase 2 : retour à l'équilibre

COEFFICIENT DE PERMÉABILITÉ : $K_L < 1.10^{-7}$ m/s

DURÉE CORRIGÉE min	CHARGE HYDRAULIQUE h m
0,0	5,45
0,5	5,43
1,0	5,42
2,0	5,41
3,0	5,40
4,0	5,39
5,0	5,38
6,0	5,36
7,0	5,35
8,0	5,33
9,0	5,31
10,0	5,29
11,0	5,28
12,0	5,26
13,0	5,25
14,0	5,24
15,0	5,22
16,0	5,21

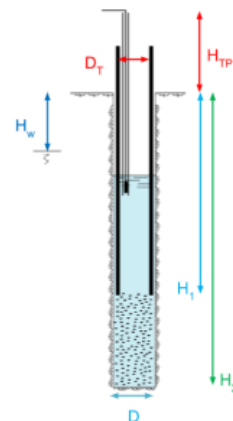
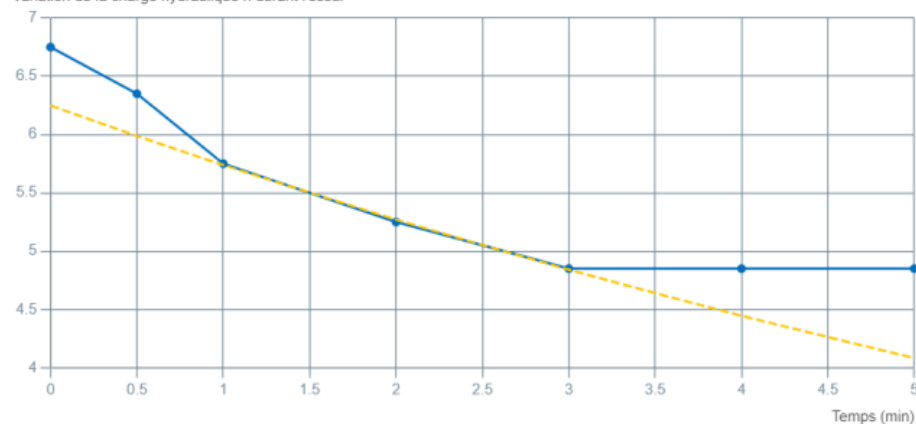
DURÉE CORRIGÉE min	CHARGE HYDRAULIQUE h m
17,0	5,19
18,0	5,17
19,0	5,17
20,0	5,15
21,0	5,14
22,0	5,14
23,0	5,14

RÉFÉRENCE : PR,RAGT.24.0249
NOM DU CALCUL : SD3
PROJET : Campus conservatoire
OUTIL : Lefranc / Nasberg v1.1
SONDAGE N° : SD3
DATE : 12/08/2024, 10h17

TYPE DE L'ESSAI : Essai sous nappe
MODE OPÉRATEUR : Injection
DIAMÈTRE INTÉRIEUR DU TUBE : 67 mm
PROFONDEUR ESSAI : de 6,00 à 7,00 m

LONGUEUR DE LA CAVITÉ D'ESSAI : L = 1,00 m
DIAMÈTRE DE LA CAVITÉ D'ESSAI : D = 0,090 m
ÉLANCEMENT DE LA CAVITÉ : L/D = 11,1
FACTEUR DE FORME : m = F/D = 22,5
PROFONDEUR DE LA NAPPE : Ho = 6,00 m

Variation de la charge hydraulique h durant l'essai



Phase 2 : retour à l'équilibre

COEFFICIENT DE PERMÉABILITÉ : $K_L = 2,5E-6$ m/s

DURÉE CORRIGÉE min	CHARGE HYDRAULIQUE h m
0,0	6,75
0,5	6,35
1,0	5,75
2,0	5,25
3,0	4,85
4,0	4,85
5,0	4,85



fondasol

www.groupefondasol.com

CELLULE HYDROGEOLOGIE LYON

106 avenue Franklin Roosevelt
69120 VAULX-EN-VELIN

☎ 04.72.37.68.88
✉ lyon@fondasol.fr