

GEA240292

19/12/2025

vA

TECHNOSOL

13 route de la Grange aux Cercles
91160 Ballainvilliers

Etude du Niveau des Plus Hautes Eaux

Nouveau pavillon E – Hôpital Edouard HERRIOT
Hospices de Lyon (69003)

VOTRE INTERLOCUTEUR

Nicolas BERNARD

n.bernard@geother-gengis.fr





RÉFÉRENCES

Réf. devis : GED240521

Réf. du rapport : GEA240292

Réf. du client :

CLIENT

Nom et adresse TECHNOSOL 13 route de la Grange aux Cercles
91160 Ballainvilliers

Nom du contact et coordonnées Oumou TOUNKARA 07 85 93 49 23
o.touunkara@technosol-gengis.fr

INTERVENANTS GEOTHER

Rédacteur Nicolas BERNARD GEOTHER
5 rue des Essarts
69500 Bron
n.bernard@geother-gengis.fr
06 19 17 36 37

Relecture Paul CHAMBOISSIER p.chamboissier@geother-gengis.fr
06 77 08 23 86

STATUT DU RAPPORT

Version	Date	Détails
A	19/12/2025	Version Initiale





SOMMAIRE

1. INTRODUCTION	6
2. DESCRIPTIF DU PROJET	7
3. CONTEXTE ENVIRONNEMENTAL	9
3.1. Contexte géographique.....	9
3.2. Contexte géologique	11
3.2.1. Données bibliographiques	11
3.2.2. Données lithologiques locales	13
3.3. Contexte hydrogéologique	16
3.3.1. Nappes en présence	16
3.3.2. Piézométrie générale	16
3.3.3. Suivis piézométriques	18
3.3.4. Suivi piézométrique 2025 (en cours)	22
3.4. Synthèse des niveaux d'eau	29
3.5. Paramètres hydrodynamiques	31
3.5.1. Essais dans les formations morainiques	31
3.5.2. Perméabilité des horizons d'alluvions wurmiennes.....	32
4. ESTIMATION DES NIVEAUX DES PLUS HAUTES EAUX.....	33
4.1. Niveaux des nappes en présence	33
4.1.1. Nappe superficielle (moraines).....	33
4.1.1. Nappe des alluvions	33
4.2. Variations saisonnières.....	34
4.2.1. Variations annuelles estimées.....	34
4.2.2. Influence des évènements pluvieux.....	35
4.2.3. Battement saisonnier total.....	36
4.3. Influence de l'onde de crue (uniquement alluvions)	37
4.4. Influence des pompages voisins	38
4.5. Inventaire des sous-sols environnants	40
4.6. Estimation des Niveaux des Plus Hautes Eaux.....	40
4.6.1. NPHE Moraines	40
5. CONCLUSION.....	43

TABLEAUX



Tableau 1 : Synthèse des essais géotechniques réalisés sur site (Source : TECHNOSOL)	15
Tableau 2 : Relevés piézométriques existants du site (Source : GEOTEC-ABO ERG, 2013)	18
Tableau 3 : Niveaux piézométriques dynamiques au sein des sondages géotechniques (Source : TECHNOSOL)	21
Tableau 4 : Sivi piézométrique sur l'ouvrage SP1+PZ	22
Tableau 5 : Mesures piézométriques manuelles du 16/01/2025	29
Tableau 6 : Synthèse des résultats des essais de perméabilité (Source : TECHNOSOL)	31
Tableau 7 : Essais de perméabilité - bâtiment H (Source : ABO-ERG, 2014)	31
Tableau 8 : Valeurs de perméabilités utilisées pour le calage des mailles du modèle (Source : BRGM, 2006)	32
Tableau 9 : Variation saisonnière de la nappe des alluvions profondes	34
Tableau 10 : Variations piézométriques induites par un épisode pluvieux de 24 h	36
Tableau 11 : Battement saisonnier total de la nappe contenue dans les Alluvions fluviales au droit du site d'étude	36
Tableau 12 : Amplitude des crues du Rhône -	37
Tableau 13 : Résultats des calculs de l'amortissement des crues au droit du projet	38
Tableau 14 : Estimation des Niveaux des Plus Hautes Eaux – Formations Morainiques	40
Tableau 15 : Estimation des Niveaux des Plus Hautes Eaux Alluvions	41

FIGURES

Figure 1 : Plan topographique du pavillon E – état actuel (Source : Ent. ECARTIP)	7
Figure 2 : Schéma des parties conservées et démolies (Source : CCTP)	8
Figure 3 : Plan d'emprise des sous-sol (Source : Direction des Affaires Techniques, HCL)	8
Figure 4 : Bâtiment E, vue ortho photographique (Source : Géoportail)	9
Figure 5 : Localisation du projet sur fond de carte IGN (Source : Géoportail)	10
Figure 6 : Localisation du projet sur fond ortho photographique (Source : Géoportail)	10
Figure 7 : Localisation du projet vis-à-vis du contexte géologique sur fond de carte au 1/50 000ème de Lyon (Source : Infoterre)	12
Figure 8 Coupe géologique schématique au droit du projet (source : rapport BRGM 74-SGN-057-JAL)	13
Figure 9 : Localisation des sondages effectués par TECHNOSOL (Source : TECHNOSOL / Campagne : Octobre 2024)	14
Figure 10 : Localisation du projet vis-à-vis de la situation piézométrique de mai 2004 (Source : BRGM)	17
Figure 11 : Localisation du projet vis-à-vis de la situation piézométrique de novembre 2004 (Source : BRGM)	17
Figure 12 : Esquisse piézométrique (Source : Rapport 13NG116AaGESMeMC - ABO-ERG, 14/10/2013)	19
Figure 13 : Suivi piézométrique en m/TN - bâtiment H (Source : ABO-ERG, 2014)	20
Figure 14 : Suivi piézométrique en m NGF - bâtiment H (Source : ABO-ERG, 2014)	20
Figure 15 : Suivi piézométrique sur Sp1-Pz du 16/01 au 23/10/2025 (source Géother)	23
Figure 16 : Localisation du piézomètre du réseau du Grand Lyon identifié à proximité du projet (Source : Infoterre)	25
Figure 17 : Chronique piézométrique des piézomètres du réseau du Grand Lyon de 2006 à 2013 (Source : EGIS)	26
Figure 18 : Chronique piézométrique de l'ouvrage du Jardin public Varichon (Source : Grand Lyon) 27	



Figure 19 : Ouvrages recherchés sur le site de l'hôpital - SC1+PZ détourné en jaune (Source : GEOTHER)	28
Figure 20 : Piézomètre SPA4 (Source : GEOTHER)	28
Figure 21 : Installations de géothermie sur nappe identifiées à moins d'1 km du projet (Source : Géothermies).....	39

ANNEXES

Annexe 1 : Coupe des sondages réalisés par TECHNOSOL.....	47
Annexe 2 : Fiche des essais de perméabilité – TECHNOSOL.....	53



1. Introduction

Dans le cadre du projet de construction du nouveau pavillon E au sein du complexe hospitalier Edouard HERRIOT dans le 3^e arrondissement de la ville de Lyon, les Hospices Civils de Lyon ont mandaté TECHNOSOL pour la réalisation d'une étude géotechnique préliminaire de type G1 ES-PGC avec investigations in-situ.

Le nouveau bâtiment projeté comportera deux niveaux de sous-sols enterrés, pour une cote basse en R-2 indiquée vers 175 m NGF ; les niveaux d'eau relevés lors de la campagne géotechnique ainsi que dans le cadre d'études antérieures menées sur le site hospitalier indiquent que les aménagements projetés sont susceptibles d'être concernés par des eaux souterraines.

TECHNOSOL a donc mandaté GEOTHER pour la réalisation d'une étude d'évaluation des Niveaux des Plus Hautes Eaux (NPHE) pour ce projet. Cette étude est réalisée sur la base des données disponibles du secteur (bibliographie, base de données publiques, enquête de terrain du 16/01/2025, études et investigations antérieures, ...) complétée par la réalisation d'un suivi piézométrique automatisé sur une période continue de 18 mois réalisé sur un piézomètre SP1+PZ mis en place par TECHNOSOL sur le site du bâtiment E.

La chronique piézométrique résultante sera traitée, interprétée puis constituera le matériel nécessaire à la précision de l'estimation préliminaire des niveaux des plus hautes eaux.

Le présent rapport correspond à l'évaluation des niveaux caractéristiques de la nappe des alluvions fluviales würmiennes au droit du projet, intégrant un tiers de la période de suivi piézométrique (12 mois). Cette étude pourra être actualisée en fonction des données de suivi piézométrique automatisé débuté le 16/01/2025 et réalisé en continu jusqu'au mois de juillet 2026.

2. Descriptif du projet

A la rédaction de la présente étude, les caractéristiques principales du projet sont les suivantes :

- Démolition du pavillon E existant, à l'exception des « avant-corps »
- Réhabilitation des parties conservées à conjuguer avec les nouvelles constructions
- Construction de deux nouveaux bâtiments en R+4 et R-2 sur une emprise supérieure à l'emprise des constructions existantes, pour des cotes basses situées vers **177,85 et 175 m NGF** pour les deux niveaux de sous-sol respectivement.

D'après les informations à notre disposition, il est prévu de relier les R-1 et R-2 du pavillon H existant au pavillon E projeté.

Les plans à notre disposition sont les suivants :

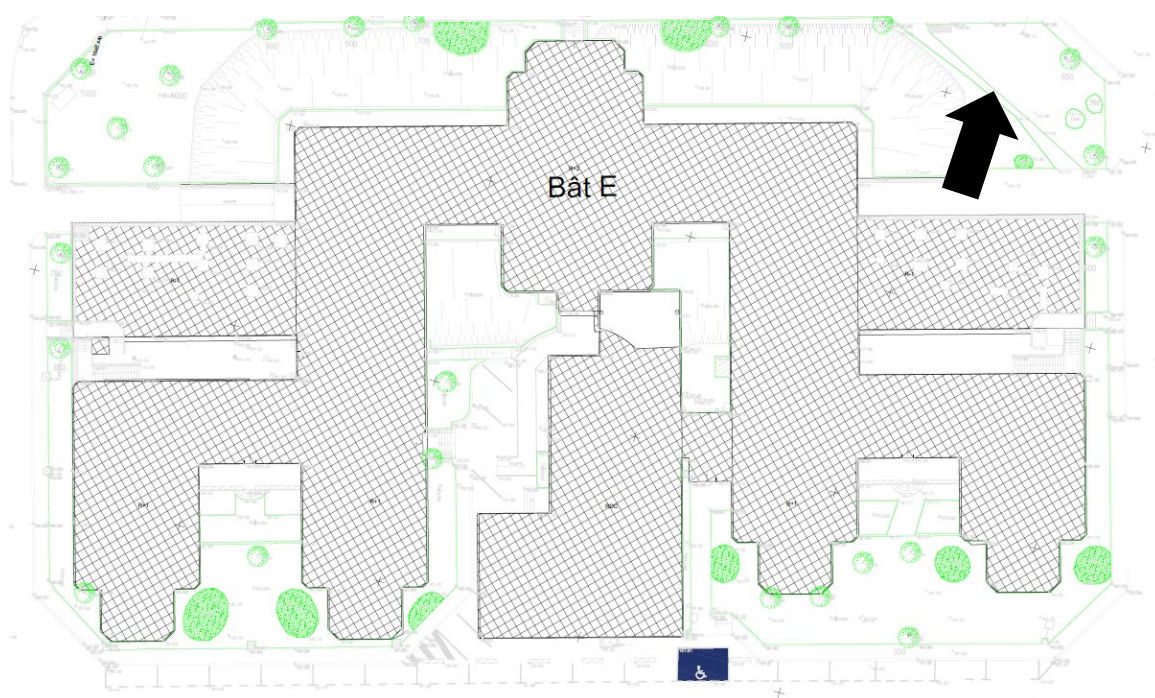


Figure 1 : Plan topographique du pavillon E – état actuel (Source : Ent. ECARTIP)

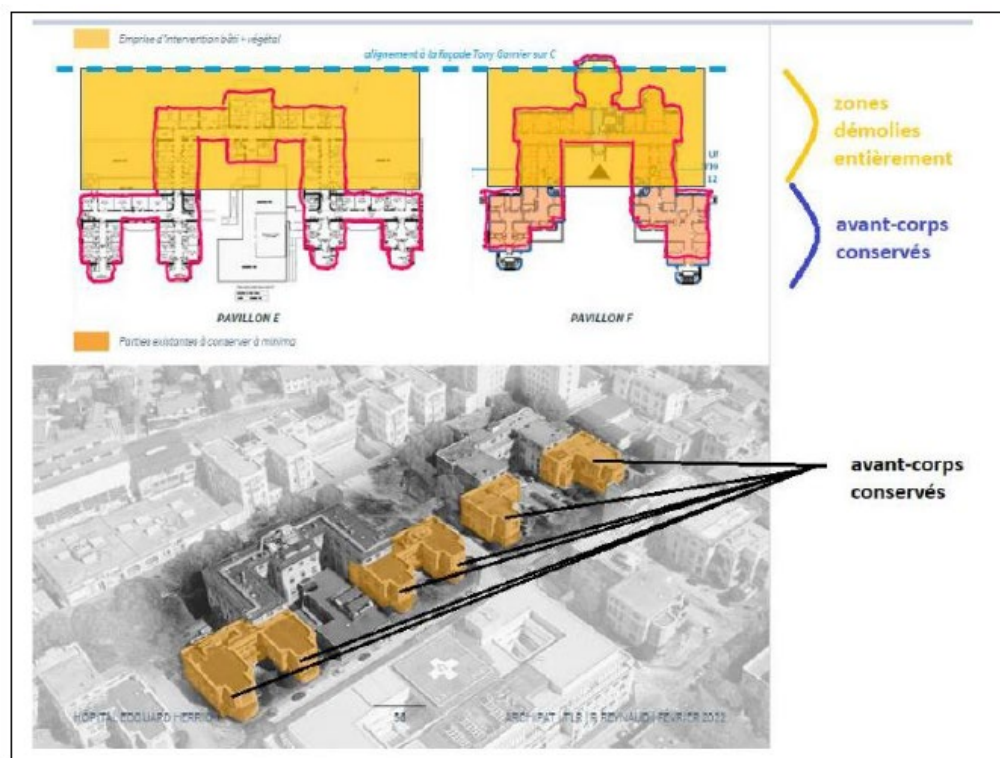


Figure 2 : Schéma des parties conservées et démolies (Source : CCTP)

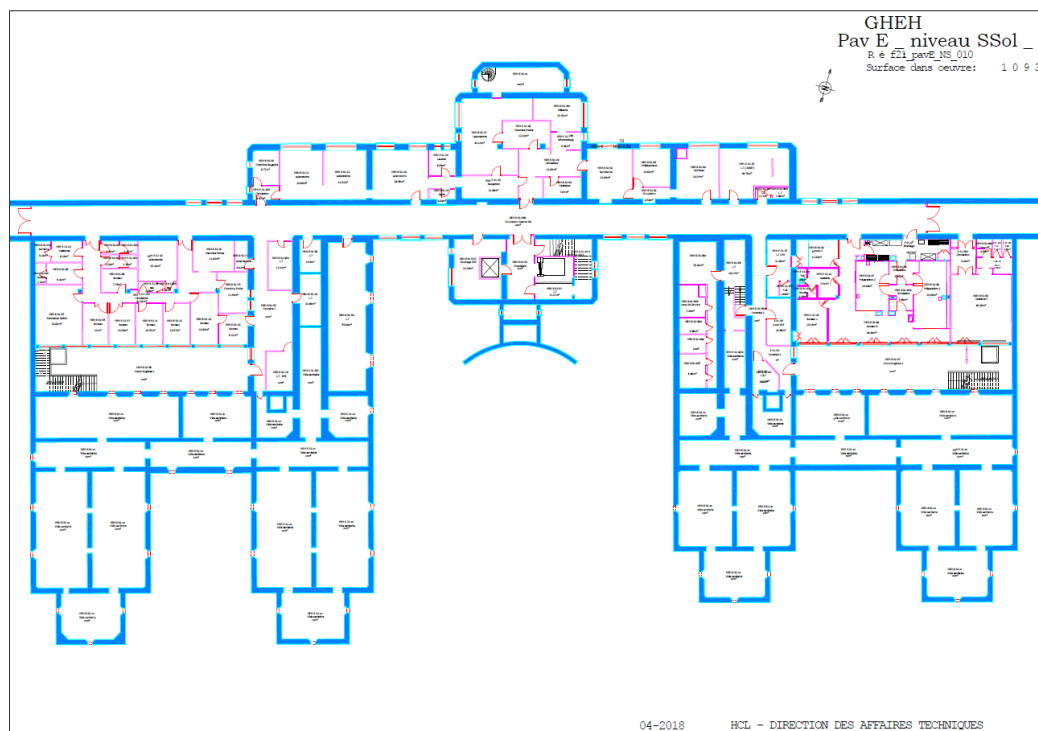


Figure 3 : Plan d'emprise des sous-sol (Source : Direction des Affaires Techniques, HCL)

3. Contexte Environnemental

3.1. Contexte géographique

Le projet se situe en partie Nord du complexe hospitalier Edouard HERRIOT localisé au 5 place d'Arsonval dans le 3^e arrondissement et en partie Sud-Est de la ville de Lyon (69). Le site est actuellement occupé par le pavillon E existant, en R+2 avec R-1 pour une emprise d'approximativement 7000 m². Au Nord et ponctuellement au centre, il existe des talus en déblais qui descendent depuis le niveau de la voirie voisine vers le niveau du sous-sol.

La figure ci-dessous illustre l'état actuel du site :



Figure 4 : Bâtiment E, vue ortho photographique (Source : Géoportail)

La localisation du site d'étude est donnée sur les figures ci-dessous.

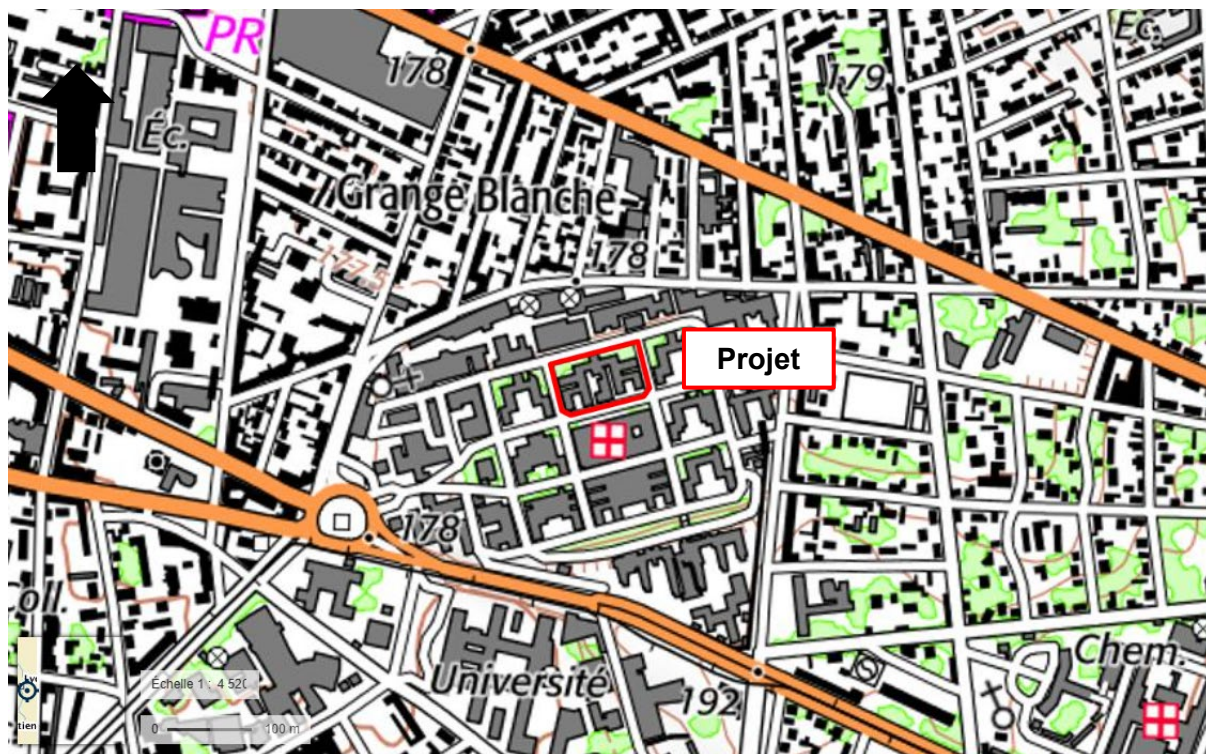


Figure 5 : Localisation du projet sur fond de carte IGN (Source : Géoportail)



Figure 6 : Localisation du projet sur fond ortho photographique (Source : Géoportail)



Le projet se situe dans une zone fortement urbanisée, dans la partie Sud-Est de la ville de Lyon.

La cote du terrain au droit du projet est estimée à +181,6 m NGF. Celui-ci est globalement plan à l'exception des zones de talus.

D'un point de vue hydrographique, le cours d'eau le plus proche est le Rhône, qui s'écoule à plus de 3,6 km à l'Ouest du site d'étude. Par ailleurs, la commune de Lyon est soumise à un plan de prévention des risques d'inondation, mais le site d'étude n'est pas concerné par ce dernier.

3.2. Contexte géologique

3.2.1. Données bibliographiques

D'après la notice de la carte géologique de Lyon présentée ci-dessous, le projet serait localisé sur du complexe moarainique (Gx4) caractérisées par des horizons argileux et/ou caillouteux.

Ces horizons ont été entaillés par des dépôts fluvioglaciers (représentés localement par la terrasse dite de Villeurbanne à l'Ouest du site).

La limite entre les deux formations géologiques reste ténue, de par les nombreux remaniements successifs des dépôts lors des épisodes d'avancée et retrait des glaciers. La lithologie des terrains glaciaires est hétérogène de nature mais à dominante argileuse (avec présence plus ou moins prononcée de sables, graviers, blocs...). Les alluvions fluvioglaciaires, résultants des eaux de fontes des glaciers, sont généralement des terrains plus lavés à dominante sablo-graveleuses.



Légende :

 Fx5V : Alluvions fluviales wurmiennes (terrasse de Villeurbanne)

 Gx4 : Complexe morainique wurmien (phase de l'Est lyonnais)

 Fx6G : Alluvions fluviales wurmiennes (terrasse de la Guillotière)

 Gx2 : Complexe morainique wurmien (Stade de Fourvière)

Figure 7 : Localisation du projet vis-à-vis du contexte géologique sur fond de carte au 1/50 000ème de Lyon (Source : Infoterre)

Une coupe géologique réalisée par le BRGM lors des études menées pour la réalisation du métro de Lyon, permet d'appréhender la configuration géologique locale au droit du centre hospitalier.

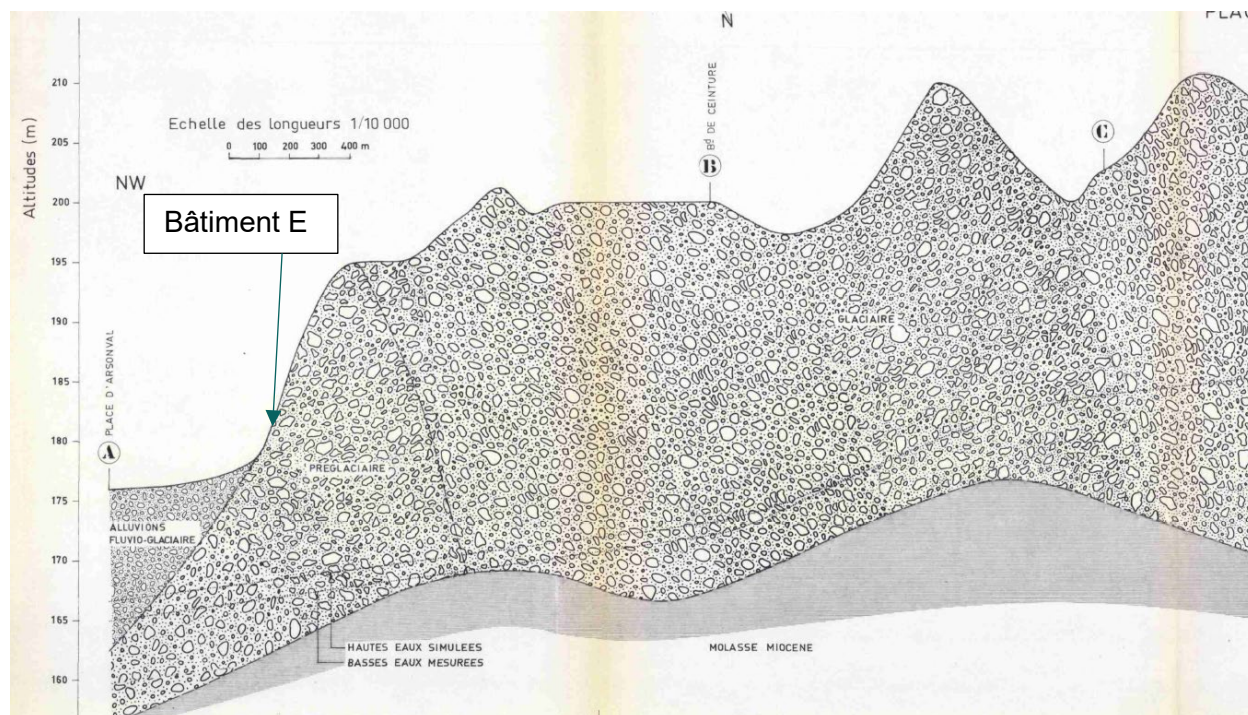


Figure 8 Coupe géologique schématique au droit du projet (source : rapport BRGM 74-SGN-057-JAL)

L'épaisseur des terrains (dénommé préglaciaires) serait estimée de l'ordre d'une vingtaine de mètres sur le secteur.

3.2.2. Données lithologiques locales

De nombreuses investigations géotechniques ont été réalisées sur le site

- Campagne Technosol – Octobre 2024

La société TECHNOSOL a ainsi réalisé 3 sondages pressiométriques, 1 sondage carotté et 3 fouilles à la pelle mécanique (3 fouilles dont une reconnaissance de fondations). La localisation des sondages est donnée sur la figure ci-dessous.

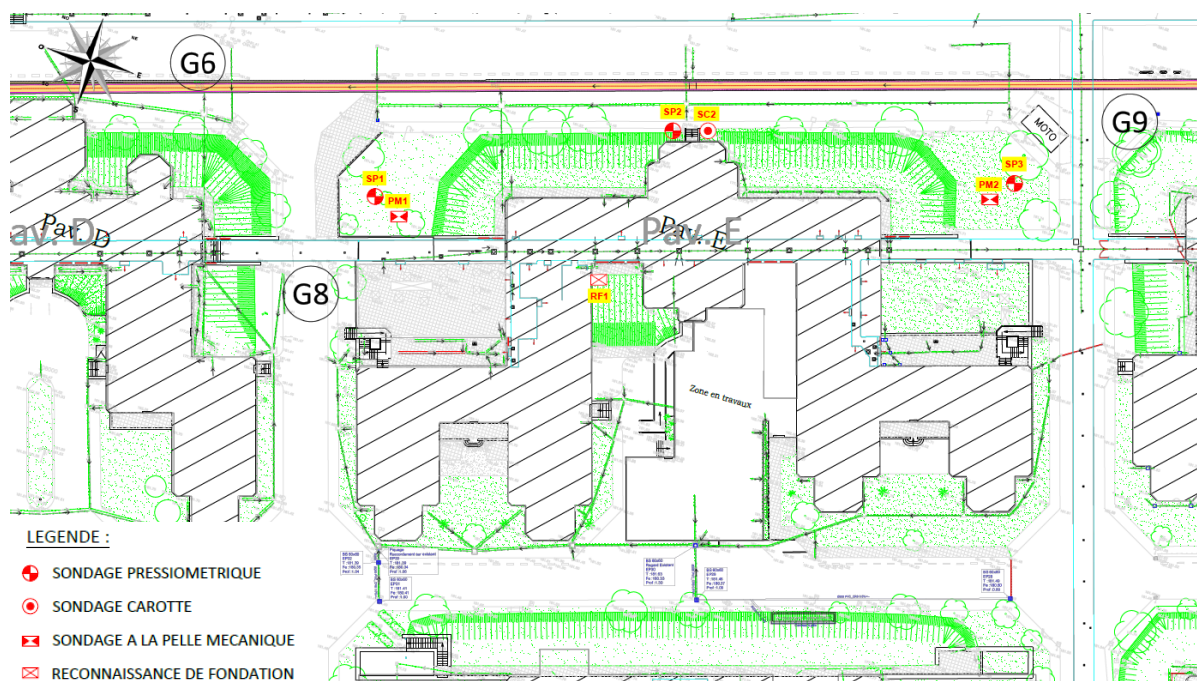


Figure 9 : Localisation des sondages effectués par TECHNOSOL (Source : TECHNOSOL / Campagne : Octobre 2024)

Les coupes géologiques de ces ouvrages sont décrites ci-dessous et illustrées dans l'**Annexe 1**. Les résultats des différents sondages réalisés dans le cadre de l'étude menée par TECHNOSOL ont permis d'établir le modèle géologique suivant.



Tableau 1 : Synthèse des essais géotechniques réalisés sur site (Source : TECHNOSOL)

Couche	Prof. de la base (m/TA)	Cote de la base (m NGF)	Données pressio.	Commentaires
<u>Couche 1</u> Remblais	1,75	179,9	-	• Sols hétérogènes, sensibles à l'eau • Impropres à recevoir des fondations • Variation d'épaisseur
Sable limoneux/grave limoneuse (couche 2)	6,0	175,6	Em ≈ 10,0 MPa Pl*-σ/2 = 1,00 MPa Pt*-σ/2 ≈ 0,55 MPa α = 0,33	• Sols sensibles à l'eau • Présence de graves
Sable graveleux (couche 3-a)	13,0	168,9	Em ≈ 12,0 MPa Pl*-σ/2 = 1,20 MPa Pt*-σ/2 ≈ 0,65 MPa α = 0,33	• Sols denses
Sable graveleux (couche 3-b)	15,0	166,9	Em ≈ 30,0 MPa Pl*-σ/2 = 3,00 MPa Pt*-σ/2 ≈ 2,20 MPa α = 0,33	• Sols très denses • Présence de blocs
Sable graveleux (couche 3-c)	17,0	164,6	Em ≈ 12,0 MPa Pl*-σ/2 = 1,20 MPa Pt*-σ/2 ≈ 0,95 MPa α = 0,33	• Sols denses
Sable très argileux (couche 4-a)	20,0	161,9	Em ≈ 14,0 MPa Pl*-σ/2 = 1,20 MPa Pt*-σ/2 ≈ 0,65 MPa α = 0,33	• Sols denses • Présence possible de graves et cailloux
Sable très argileux (couche 4-b)	>26,0	<155,6	Em ≈ 34,0 MPa Pl*-σ/2 = 3,50 MPa Pt*-σ/2 ≈ 2,00 MPa α = 0,33	• Sols très denses • Présence possible de graves et cailloux

Les sondages réalisés confirment la présence sous une couche de remblais limono-graveleux la présence d'horizons sablo-graveleux jusqu'à 20 m/TN. La formation reconnue comme des sables très argileux par le géotechnicien peut être interprétée comme le substrat molassique.

Cette succession semble cohérente avec les données géologiques générales.

La coupe géologique générale sera donc considérée comme la suivante :

- 0 – 6 m : Remblais : Gravelo-limoneux
- 6 – 17 m Sables graveleux (terrains glaciaires ou pré-glaciaires)
- 17 – 26 m : Molasse miocène



3.3. Contexte hydrogéologique

3.3.1. Nappes en présence

D'après les données bibliographiques disponibles, il existe dans le secteur trois types d'aquifères, soit de haut en bas :

1. Localement des nappes des moraines perchées plus ou moins discontinues au sein des complexes glaciaires.
2. **L'aquifère** principal présent dans le secteur d'étude est la nappe contenue dans les Alluvions fluviales wurmiennes (Fx5V) qui affleurent à l'Ouest du site. **Cette nappe est alimentée par les eaux** Météoriques sur les zones d'affleurement des alluvions et par les apports latéraux et ou par drainance de l'aquifère sous-jacent de la molasse miocène voire par réalimentation indirecte des formations morainiques.
3. La nappe de la molasse miocène qui constitue un réservoir aquifère de grande épaisseur (plusieurs centaines de mètres) de productivité médiocre (semi-perméable) et globalement relativement mal connu vers le site.

Dans le cas du projet, seule les deux nappes superficielles (Alluvions et Complexe morainiques) sont susceptibles d'intercepter le projet.

3.3.2. Piézométrie générale

3.3.2.1. Nappe dans le complexe glaciaire/préglaciaire

De par leur caractère assez local et hétérogène, il n'existe à ce jour aucune carte piézométrique précise des nappes contenues dans les franges superficielles des moraines.

3.3.2.2. Nappe des alluvions fluviales et fluvio-glaciaires

La piézométrie générale a pu être appréhendée à partir de cartes piézométriques établies par le BRGM en 2004 dans le cadre de la réalisation d'un modèle hydrogéologique pour la nappe des alluvions récentes et fluvio-glaciaires du Rhône.

Ces cartes sont présentées ci-dessous :

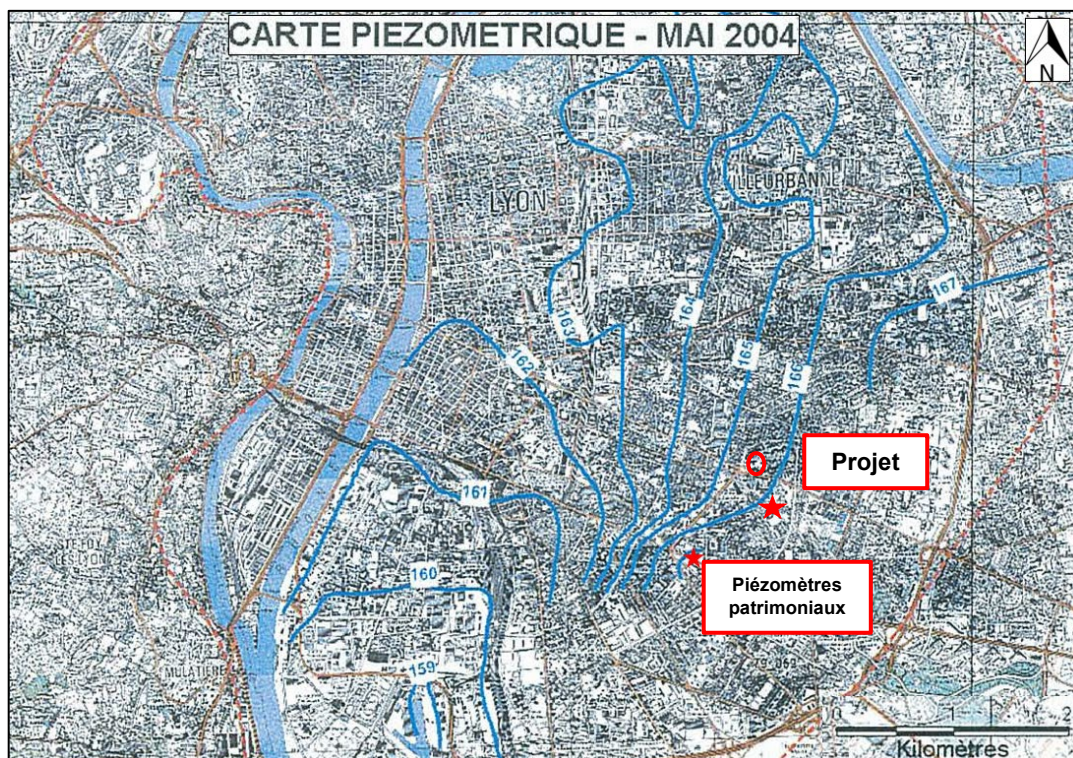


Figure 10 : Localisation du projet vis-à-vis de la situation piézométrique de mai 2004 (Source : BRGM)

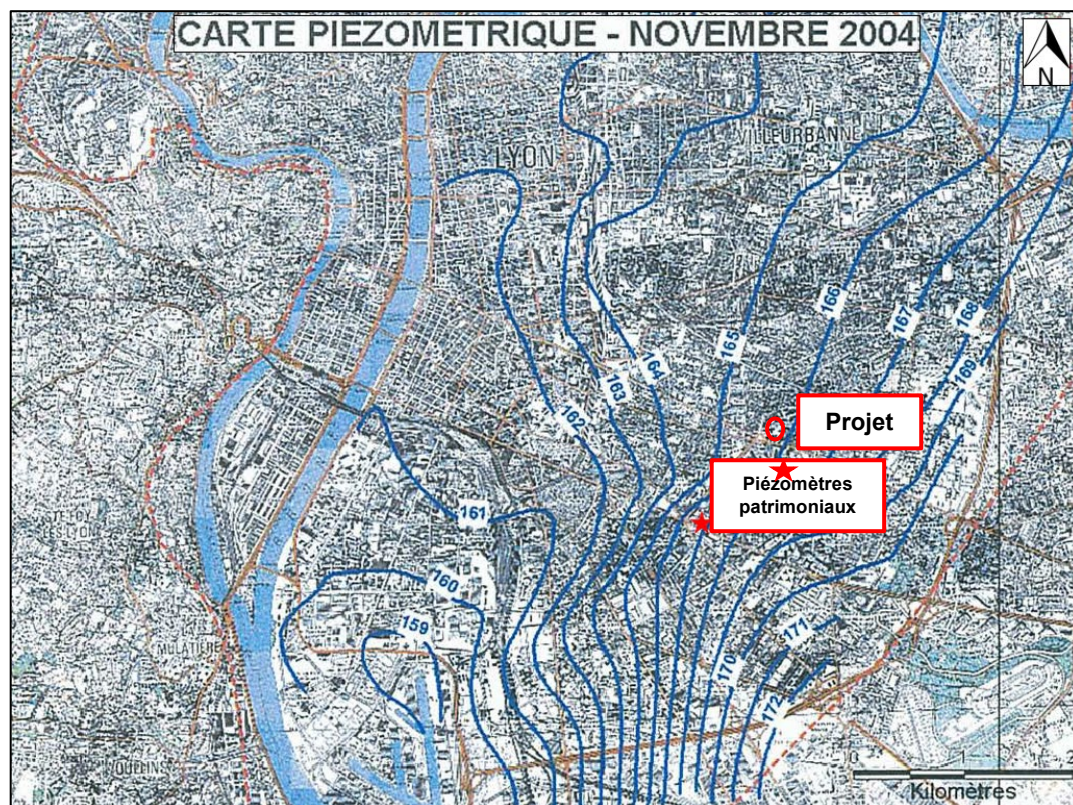


Figure 11 : Localisation du projet vis-à-vis de la situation piézométrique de novembre 2004 (Source : BRGM)



On note que la piézométrie définie par le modèle du BRGM indique un sens d'écoulement de la nappe depuis l'Est vers l'Ouest dans le secteur du projet.

Les cartes piézométriques du BRGM mettent en évidence les éléments suivants :

- Au mois de mai 2004 (assimilable à des hautes eaux saisonnière), le niveau de la nappe serait de l'ordre de 165,6 m NGF au droit du projet
- Au mois de novembre 2004 (assimilable à une période de basses eaux), le niveau de la nappe était situé vers 165,8 m NGF.

Si la modélisation du BRGM peut ne pas rendre compte de particularités locales, celle-ci repose néanmoins sur un jeu de données représentatif.

3.3.3. Suivis piézométriques

3.3.3.1. Données existantes sur le site (2012-2014)

Un suivi piézométrique ponctuel a été réalisé par les entreprises GEOTEC et ABO-ERG sur la période octobre 2012 – janvier 2014 **dans le cadre du projet de reconstruction du bâtiment H** - voisin direct au Sud du bâtiment E – dans un premier temps au sein de deux sondages carottés équipés en piézomètres. Les sondages SC1 et SC2 sont profonds de 13 et 15 m/TN et recoupe a priori les horizons attribuables aux formations préglaciaires sablo-graveleuses.

Tableau 2 : Relevés piézométriques existants du site (Source : GEOTEC-ABO ERG, 2013)

Date du relevé	SC1		SC2	
	Profondeur du niveau en m/TN	Cote du niveau d'eau en mNGF	Profondeur du niveau en m/TN	Cote du niveau d'eau en mNGF
15/10/2012	11.00	170.60	11.00	170.65
16/11/2012	10.15	171.45	9.30	172.35
18/12/2012	9.90	171.70	9.10	172.55
15/01/2013	9.85	171.75	9.15	172.50
13/02/2013	9.80	171.80	9.10	172.55
15/03/2013	9.80	171.80	9.05	172.60
18/04/2013	9.78	171.82	9.02	172.63
17/05/2013	9.70	171.90	9.15	172.50
13/06/2013	9.20	172.40	9.10	172.55
08/07/2013	8.95	172.65	9.40	172.25
02/08/2013	8.93	172.67	9.62	172.03
04/09/2013	9.73	171.87	9.18	172.47
11/09/2013 (ERG)	9.77	171.83	9.22	172.43

Ces données localisent le toit de la nappe entre 171,4 et 172,67 m NGF sur la période du suivi (la valeur de 170,6 m NGF mesurée est jugée non représentative). Obtenus par des entreprises tierces au voisinage direct du site à l'étude en 2013, les niveaux piézométriques

reportés sont inférieurs de plusieurs mètres aux niveaux non-stabilisés mesurés en octobre 2024 par TECHNOSOL.

Dans un second temps, l'entreprise ABO-ERG a procédé à la pose de 3 piézomètres au sein des ouvrages référencés SP100, SP300 et SP500. La réalisation de mesures manuelles au sein de l'intégralité des ouvrages accessibles en date du 11/09/2013 ont permis à ABO-ERG de proposer l'interprétation piézométrique suivante :

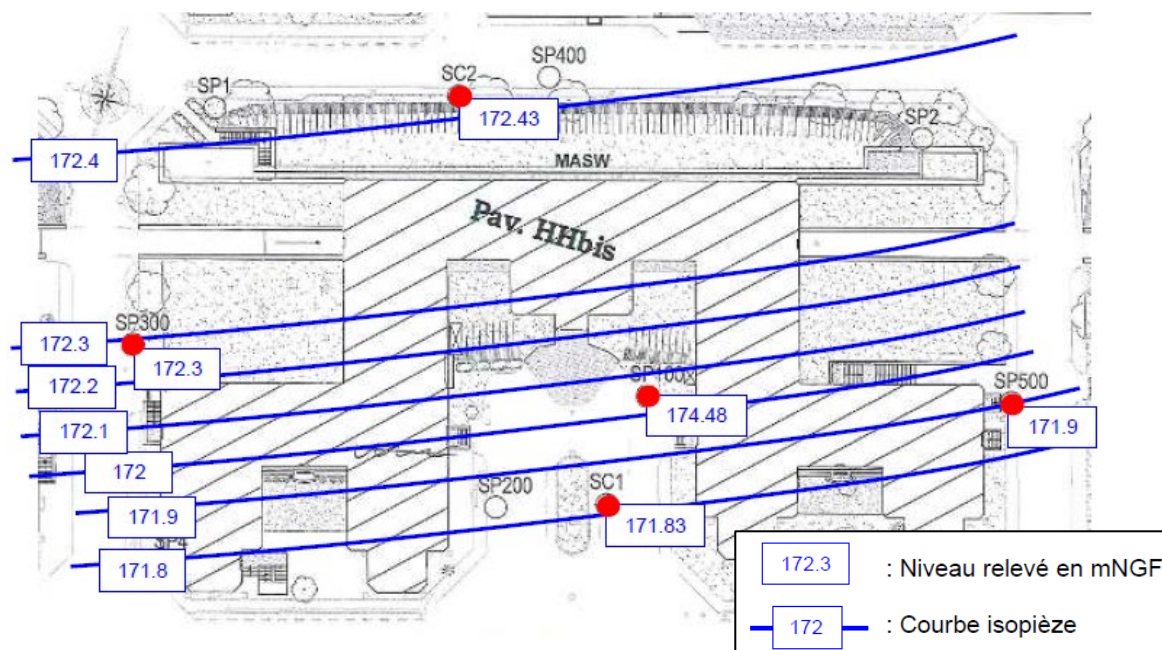


Figure 12 : Esquisse piézométrique (Source : Rapport 13NG116AaGESMeMC - ABO-ERG, 14/10/2013)

La mesure effectuée dans l'ouvrage SP100 apparaît anormale et n'a donc pas été prise en compte dans la réalisation de l'esquisse piézométrique.

D'après l'esquisse piézométrique ci-dessus, l'écoulement des eaux souterraines s'effectuerait du Nord-Ouest vers le Sud-Est ; cette donnée situerait le site du projet à l'amont piézométrique du pavillon H, ce qui pourrait contribuer à expliquer l'écart piézométrique de plusieurs mètres avec les mesures ponctuelles effectuées par TECHNOSOL en 2024 au droit du pavillon E.

On note une augmentation du gradient de la nappe à l'aval hydraulique, pouvant exprimer une hétérogénéité des perméabilités et/ou un colmatage de l'ouvrage SC2 qui constitue la borne amont de l'esquisse piézométrique.

L'entreprise ABO-ERG a réalisé un suivi manuel ponctuel au sein de l'intégralité des ouvrages mis en place dans le cadre du projet de reconstruction du bâtiment H sur la période du 30/08/2013 au 09/01/2014. Les résultats sont donnés par les tableaux suivants :



durée suivi (mois)	20	sondage	cote* NGF
périodicité (nb/mois)	1	SC1	181,60
nombre de relevés	20	SC2	181,65
début suivi	oct-13	SP100	181,62
fin suivi	mai-15	SP300	181,51
base de nivellement	NGF	SP500	181,64

PROFONDEURS						
n° ordre relevé	date relevé	niveau eau (m) par rapport au sol				
		SC1	SC2	SP100	SP300	SP500
0	30-août-13			7,10	8,80	9,35
1	23-oct.-13	9,94	9,36	/	/	10,26
2	22-nov-13	9,86	9,27	/	/	10,16
3	23-dec-13	9,91	9,21	7,18	9,36	10,25
4	31-janv-14	9,65	8,67	7,07	/	10,40
5	03-mars-14	9,57	8,65	7,06	8,22	9,96
6	11-avr-14	9,55	8,88	7,12	8,77	9,82
7	27-mai-14	9,73	9,12	7,21	9,16	9,99
8	18-juin-14	9,79	9,24	/	/	10,07
9	08-juil-14	9,86	9,29	7,30	9,18	10,12
10	06-août-14	9,89	9,10	/	/	10,19
11	12-sept-14	9,92	9,38	/	/	10,25
12	17-oct-14	9,95	9,42	/	/	10,28
13	27-nov-14	9,71	8,60	/	/	10,10
14	09-janv-14	/	8,94	7,12	8,75	10,02
15						

Figure 13 : Suivi piézométrique en m/TN - bâtiment H (Source : ABO-ERG, 2014)

durée suivi (mois)	20	sondage	cote* NGF
périodicité (nb/mois)	1	SC1	181,60
nombre de relevés	20	SC2	181,65
début suivi	oct-13	SP100	181,62
fin suivi	mai-15	SP300	181,51
base de nivellement	NGF	SP500	181,64

NIVEAU NGF						
n° ordre relevé	date relevé	niveau eau NGF (m)				
		SC1	SC2	SP100	SP300	SP500
0	30-août-14			174,52		172,29
1	23-oct.-13	171,66	172,29	/	/	171,38
2	22-nov.-13	171,74	172,38	/	/	171,48
3	23-dec-13	171,69	172,44	174,47	172,29	171,39
4	31-janv.-14	171,95	172,98	174,58	/	171,24
5	3-mars-14	172,03	173,00	174,59	173,43	171,68
6	11-avr.-14	172,05	172,77	174,53	172,88	171,82
7	27-mai-14	171,87	172,53	174,44	172,49	171,65
8	18-juin-14	171,81	172,41	/	/	171,57
9	8-juil.-14	171,74	172,36	174,35	172,47	171,52
10	6-août-14	171,71	172,55	/	/	171,45
11	12-sept.-14	171,68	172,27	/	/	171,39
12	17-oct.-14	171,65	172,23	/	/	171,36
13	27-nov.-14	171,89	173,05	/	/	171,54
14	9-janv.-14	/	172,71	174,50	172,76	171,62
15						

Figure 14 : Suivi piézométrique en m NGF - bâtiment H (Source : ABO-ERG, 2014)



En considérant que la cote du terrain est globalement plane (située vers 181,6 m NGF), il ressort que sur la période de suivi que la nappe présente sous le bâtiment H était située entre les cotes de 171,24 et 174,59 m NGF. A noter que les cotes observées sur l'ouvrage P100 semblent incohérentes avec les données des autres ouvrages (colmatage ? hétérogénéité locale ?). En excluant les mesures effectuées au sein de l'ouvrage SP100, la piézométrie a été relevée entre 171,24 à 173,05 m NGF

Si l'on considère l'ouvrage SC2 (le plus proche du futur bâtiment E), la nappe évoluait entre les cotes de 172,29 et 173,05 m NGF.

3.3.3.2. Données 2024

Dans le cadre des investigations géotechniques réalisées par TECHNOSOL en octobre 2024 sur site, plusieurs niveaux d'eau ont été relevés sur les sondages réalisés.

Les relevés de niveaux d'eau suivants ont été effectués au sein des sondages géotechniques :

Tableau 3 : Niveaux piézométriques dynamiques au sein des sondages géotechniques (Source : TECHNOSOL)

Sondage	Date de fin de forage	Date de relevé	Profondeur du niveau d'eau (m/TA)	Cote du niveau d'eau (NGF)
SC1	08/10/2024	08/10/2024	5,85	175,85
SP1+Pz	10/10/2024	10/10/2024	6,60	175,80
SP2	10/10/2024	10/10/2024	5,85	175,65
SP3	11/10/2024	11/10/2024	5,85	176,05

Ces mesures indiqueraient des niveaux compris entre 5,85 et 6,6 m/TA. Ils sont à considérer avec très fortes réserves car ils présentent :

- Caractère ponctuel des mesures, de plus effectuées au sein de sondages réalisés à l'eau pour refroidir l'outil de forage soit potentiellement représentatives de niveaux dynamiques décorrélés du milieu.
- Formation des moraines sus-jacentes potentiellement aquifères, à tout-le-moins siège de circulations d'eau localisées au sein des horizons les plus perméables.
- Sondages pressiométriques (SP) portés jusqu'au-delà du toit de la molasse miocène, soit recoupant une partie de la nappe sous-jacente à la nappe des alluvions.

De plus, des circulations superficielles et accumulations d'eau épisodiques sont susceptibles de se développer en subsurface à la faveur d'évènements pluvieux ; les mesures réalisées peuvent également avoir été influencées par ce phénomène.



Ces valeurs resteraient globalement cohérentes avec les ordres de grandeur relevés par ERG/GEOTECH lors des campagnes de 2012-2014. Néanmoins **ces mesures restent sujettes à réserve car comme indiquées précédemment les niveaux relevés en 2024**, sont réalisées sur des niveaux non consolidés potentiellement non représentatifs.

3.3.4. Suivi piézométrique 2025 (en cours)

Afin de confirmer ces premières approches le sondage pressiométrique référencé SP1+PZ a été équipé en piézomètre. Cet ouvrage présente une profondeur de 20 m/TN. Une sonde piézométrique automatisée a été mise en œuvre sur l'ouvrage le 16/01/2025. 3 relevés manuels ont été réalisés depuis la pose de la sonde. Les relevés réalisés sont présentés dans le tableau joint ci-dessous :

Tableau 4 : Sivi piézométrique sur l'ouvrage SP1+PZ

Date de la mesure	Côte en m NGF	m/TN
16/01/25	167.41	15.08
20/03/25	167.29	15.29
26/06/25	166.79	15.7
23/10/2025	166,08	16,41

L'ouvrage fait depuis l'objet d'un suivi piézométrique automatisé continu, prévu jusqu'au mois de juillet 2026. Le graphique de suivi est présenté ci-après :

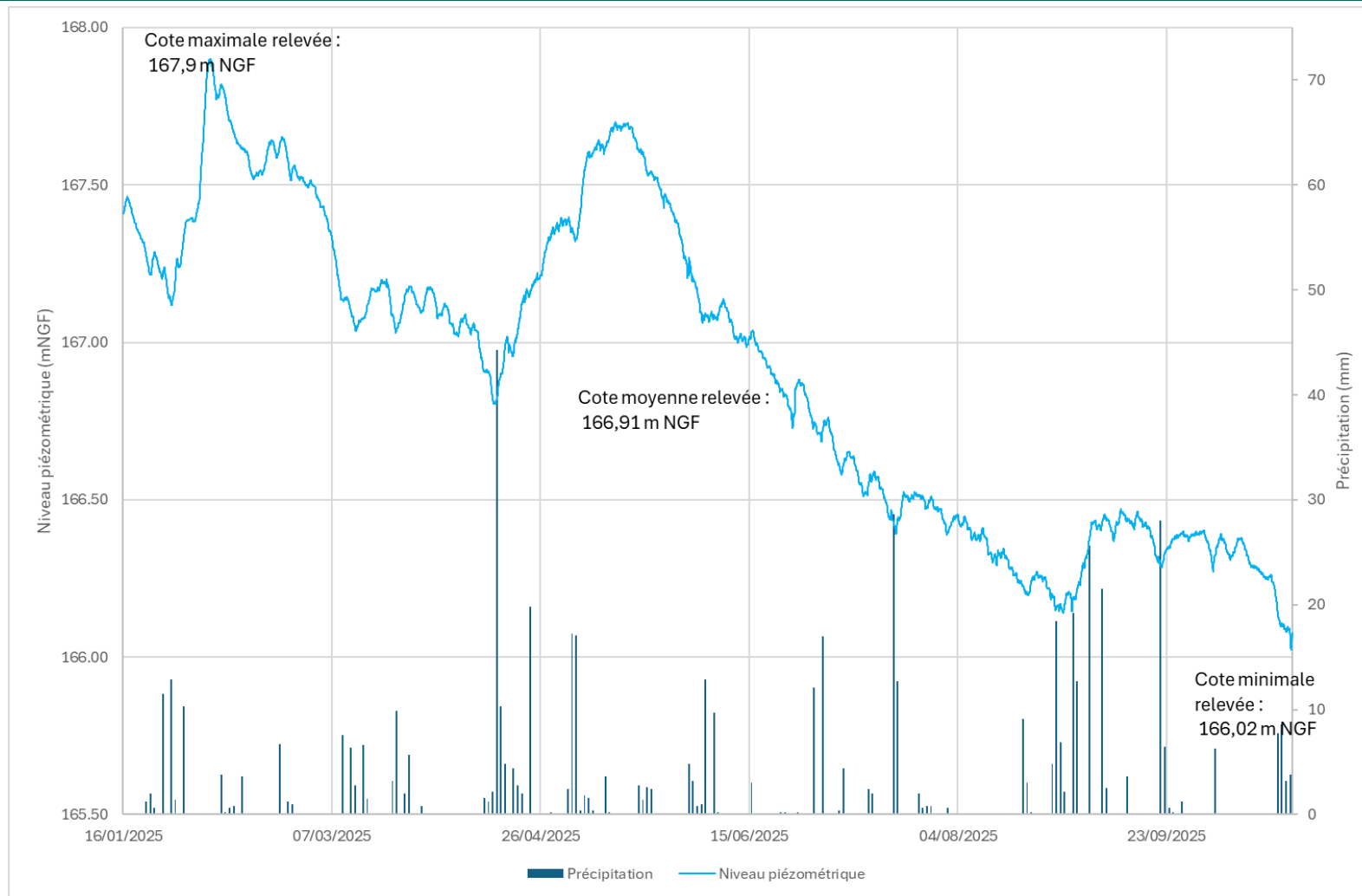


Figure 15 : Suivi piézométrique sur Sp1-Pz du 16/01 au 23/10/2025 (source Géother)



D'après ce suivi réalisé sur 6 mois les niveaux extrêmes de la nappe relevés sont les suivants :

Niveaux relevés sur SP1-Pz	Côte en m NGF	Battement / niveau moyen
Niveau maximum	167,9	+1 m
Niveau moyen	166,91	-
Niveau minimum	166.02	- 0,89m

Les niveaux extrêmes mesurés sur la période de suivi (166,02 à 167,9 m NGF) apparaissent très largement inférieurs (près de 5 à 6 m) aux niveaux mesurés dans les suivis antérieurs. **Compte tenu de la profondeur du piézomètre et des valeurs de niveaux relevées, cet ouvrage recouperait la nappe alluviale principale.**

Ceci peut être étayé par les suivis réalisés par ailleurs à proximité du projet. En particulier, La Métropole du Grand Lyon dispose d'un réseau de piézomètres patrimoniaux. Parmi les ouvrages suivis, deux ouvrages créés en 2006 se situent à proximité du site d'étude. Ils sont référencés piézomètre de l'église Saint Alban et du Jardin public Varichon, répertoriés respectivement dans la BSS selon les codes 06987X0295/PZ11 et 06987X0297/PZ15.

Ces ouvrages sont localisés sur la figure suivante.



Figure 16 : Localisation du piézomètre du réseau du Grand Lyon identifié à proximité du projet (Source : Infoterre)

Tel que mis en évidence sur la figure ci-dessus, le piézomètre de l'église Saint Alban se situe à 550 m au Sud-Ouest du site d'étude et est implanté à la cote 178 m NGF. Celui du Jardin public Varichon se situe à 1,49 km au Sud-Ouest et est implanté à la cote 175 m NGF.

Les piézomètres recoupent la nappe des alluvions fluviales wurmiennes ; la situation piézométrique enregistrée au droit de ces ouvrages peut être envisagée comme relativement proche de celle retrouvée sur le SP1-Pz suivi sur le projet.

Dans le rapport de modélisation effectué par EGIS dans le cadre du projet du Nœud Ferroviaire Lyonnais, une chronique piézométrique des piézomètres du réseau du Grand Lyon allant du 01/09/2006 au 31/08/2013 a pu être consultée, et est présentée ci-dessous.

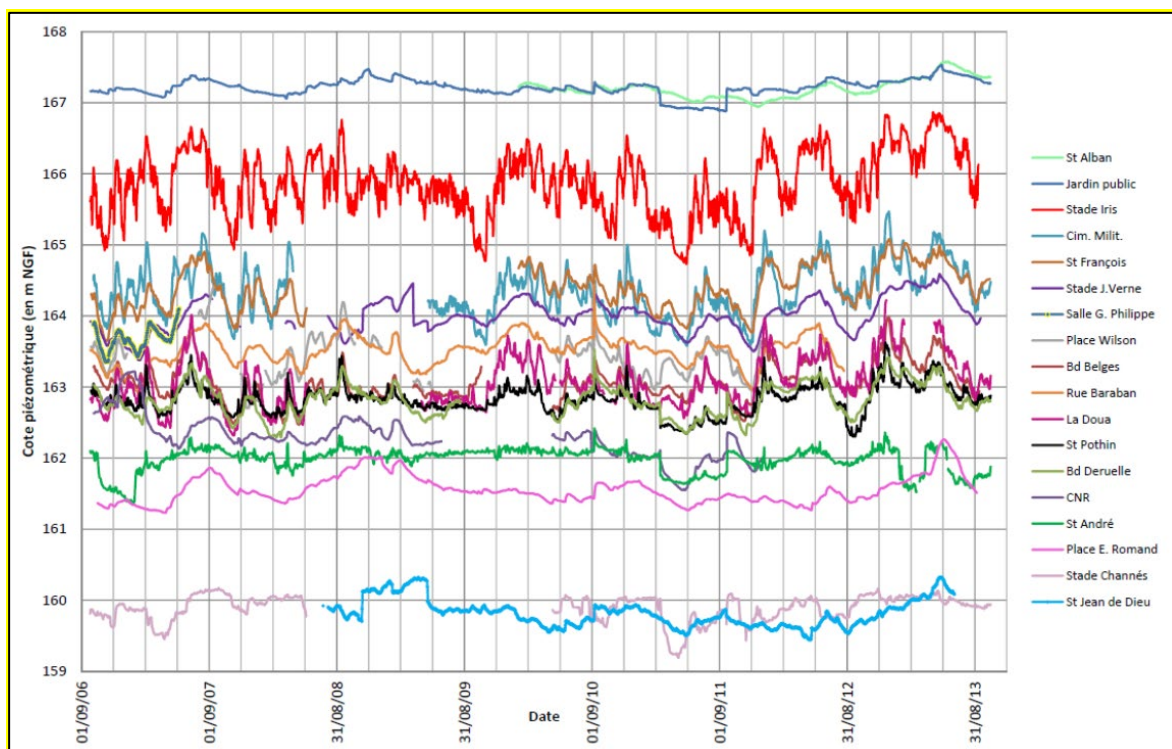


Figure 17 : Chronique piézométrique des piézomètres du réseau du Grand Lyon de 2006 à 2013 (Source : EGIS)

La chronique piézométrique du piézomètre de l'église Saint Alban est représentée en vert clair (légende : Saint Alban). Celle du piézomètre du Jardin public Varichon identifié à proximité du projet est représentée en bleu foncé sur la figure ci-dessus (légende : Jardin public).

Ces chroniques sont cohérentes entre elles et présentent de faibles variations interannuelles, avec une cote piézométrique moyenne située vers 167,2 m NGF sur la période 2006 – 2013.

Un suivi piézométrique a été effectué par le Grand Lyon au droit de l'ouvrage Varichon du 01/08/2008 au 31/12/2011. Dans le cadre de ce suivi, des mesures journalières ont été effectuées (suivi d'une durée de 3 ans et 5 mois).

La chronique piézométrique enregistrée dans le cadre de ce suivi est présentée ci-dessous.

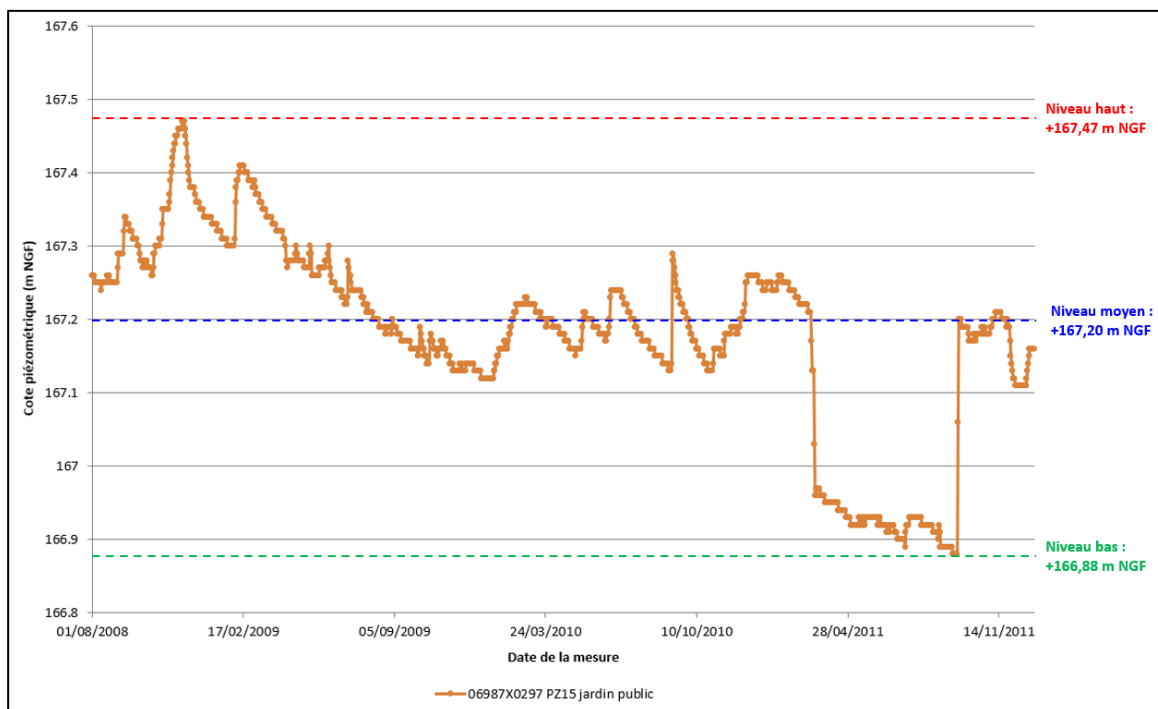


Figure 18 : Chronique piézométrique de l'ouvrage du Jardin public Varichon (Source : Grand Lyon)

La chronique piézométrique présentée ci-dessus met en évidence un niveau haut sur la période de mesure à **+167,47 m NGF**, un niveau bas à **+166,88 m NGF** et un niveau moyen à **+167,20 m NGF** (soit un écart maximum entre hautes et basses eaux de **0,59 m**).

Cette chronique piézométrique met en évidence de faibles variations piézométriques inter saisonnières de la nappe des alluvions fluviales wurmiennes.

L'analyse de ces chroniques piézométriques semblent confirmer que la nappe mesurée sur le SP1-PZ correspondrait plutôt à la nappe principale alluviale.

La plupart des ouvrages réalisés dans les études antérieures réalisées sur les pavillons E et H sur la période 2005 – 2013 mentionnés précédemment ont été recherchés ; l'extrait cartographique suivant localise les ouvrages recherchés :

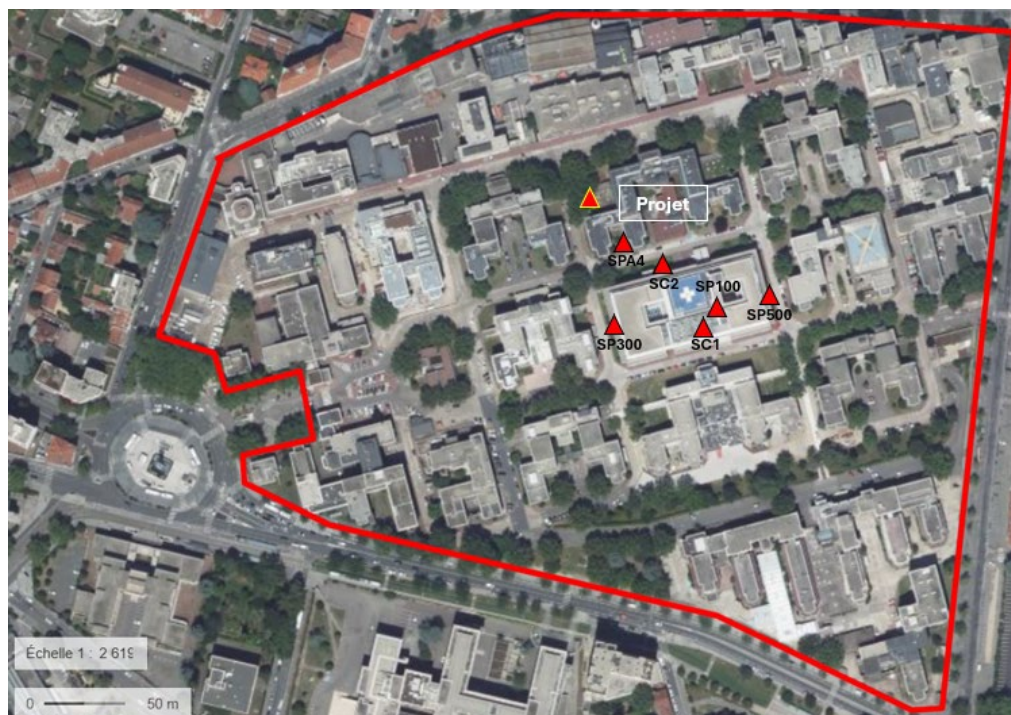


Figure 19 : Ouvrages recherchés sur le site de l'hôpital - SC1+PZ détourné en jaune (Source : GEOTHER)

Un des piézomètres référencé SPA4 – localisé dans les espaces verts au Sud-Ouest du pavillon E a néanmoins pu être retrouvé. Il est situé à environ 50 m du SP1-Pz qui fait l'objet du suivi piézométrique. Le piézomètre SPA4, réalisé en 2005 par l'entreprise CEBTP a été équipé sur un sondage pressiométrique d'une profondeur de 18 m. En janvier 2025, le fond du piézomètre été mesuré à 9,5 m/TN environ.



Figure 20 : Piézomètre SPA4 (Source : GEOTHER)



La coupe technique de l'ouvrage n'est pas fournie dans le rapport C612.5.143 établi au mois de juin 2005 par CEBTP. Il n'est donc pas possible de statuer sur un éventuel comblement ou une profondeur d'équipement volontaire.

Afin d'illustrer la présence potentiel de deux nappes, le tableau suivant rend compte des mesures manuelles effectuées le 16/01, 20/03, 26/06 et 23/10/2025 sur SC1+PZ et SPA4 :

Tableau 5 : Mesures piézométriques manuelles du 16/01/2025

Ouvrage	SC1+PZ T N : 182,49 m NGF Prof = 19,74 m/TN	SPA4 181,6 m NGF Prof = 9,4 m/TN	Delta SC1+PZ/SPA4
16/01/2025	15,08 m/TN 167,41 m NGF	8,71 m/TN 172,89 m NGF	-5,48 m
20/03/2025	15,29 m/TN 167,29 m NGF	8,66 m/TN 172,94 m NGF	-5,65 m
26/06/2025	15,7 m/TN 166,79 m NGF	8,7 m/TN 172,9 m NGF	-6,11 m
23/10/2025	16,41 m/TN 166,08 m NGF	9,07 m/TN 172,53 m NGF	-6,46

3.4. Synthèse des niveaux d'eau

Bien que relativement proches, les ouvrages investigués font état de niveaux piézométriques très différents, avec une cote mesurée plus basse de 5 à 6,4 mètres dans SC1+PZ que dans SPA4.

Bien que la conception interne de l'ouvrage SPA4 ne soit pas connue, il convient de considérer que l'ouvrage est profond de 9,4 mètres lorsque le piézomètre suivi SP1+PZ est profond de 19,74 mètres ; dans cette mesure, sur la base des éléments développés précédemment (et considérant que la tranche d'eau de 0,7 m ne soit pas due à une accumulation en base d'ouvrage colmaté), il est probable que l'ouvrage SPA4 suive la piézométrie de la formation des moraines würmiennes. En effet :

- La profondeur de l'ouvrage ne permet pas d'intercepter la formation des alluvions fluviales dans son ensemble ;
- Considérant l'esquisse piézométrique (Figure 9) établie par ABO-ERG en 2013, la situation amont de SPA4 vis-à-vis des ouvrages alors utilisés apparaît cohérente : la piézométrie mesurée vers 172,89 m NGF en 2025 est comparable avec les



mesures réalisées en SC2 (ouvrage amont du réseau suivi) sur la période 2012-2014, ayant localisé la nappe entre 172,03 et 173,05 m NGF.

Ces données nous amènent à consolider l'hypothèse selon laquelle les ouvrages antérieurs du site de l'hôpital présentés précédemment ont suivi les eaux souterraines contenues dans la formation des moraines würmiennes.

Concernant l'ouvrage SP1+PZ, on constate que la cote piézométrique moyenne mesurée vers 166,91 m NGF depuis le 16/01/2025 est dans la gamme (quoique légèrement supérieure) indiquée par les données du BRGM et du Grand Lyon établies pour la nappe des alluvions fluviales würmiennes. Pour rappel, les cartes piézométriques présentées précédemment localisaient la nappe des alluvions vers 165,6 à 165,8 m NGF au droit du site du projet ; il convient de considérer les éléments suivants :

- Les cartes piézométriques datent de plus de 20 ans (2004). Comme mentionné précédemment, il est possible que la nappe des alluvions fluviales ait connu une légère hausse depuis 2004 ;
- L'ouvrage SP1+PZ est susceptible d'être influencé par des apports issus de la formation des moraines würmiennes sus-jacente – les données du suivi piézométrique en cours permettront de caractériser le régime des fluctuations locales de la nappe.

Ces données nous amènent à formuler l'hypothèse selon laquelle l'ouvrage SP1+PZ capterait la nappe principale des alluvions fluviales würmiennes. Si au sein de l'ouvrage la piézométrie était influencée par les apports issus des moraines sus-jacentes, ceux-ci ne seraient manifestement pas suffisamment conséquents pour occasionner une décorrélation notable des niveaux d'eau aux valeurs attendues pour la formation des alluvions fluviales dans le secteur du projet.



3.5. Paramètres hydrodynamiques

3.5.1. Essais dans les formations morainiques

3.5.1.1. Perméabilité

Deux essais de type Matsuo et un essai de type Lefranc ont été réalisés par TECHNOSOL en octobre 2024, respectivement au sein des fouilles à la pelle mécanique référencés PM1 et PM2 et au sein du sondage carotté SC1. Les résultats des essais sont synthétisés dans le tableau suivant.

Tableau 6 : Synthèse des résultats des essais de perméabilité (Source : TECHNOSOL)

Sondage	PM1	PM2	SC1
Profondeur de l'essai	3,15 - 3,40 m/TN	2,60 - 3,20 m/TN	6,00 - 7,00 m/TN
Perméabilité (m/s)	2,00E-05	1,40E-05	7,00E-05
Faciès	Sable fin	Sable fin	Sable fin

Les essais de type Matsuo PM1 et PM2 ont été réalisés au sein de la formation des moraines wurmiennes. Les résultats obtenus indiquent une perméabilité comprise entre **2 et $1,4 \cdot 10^{-5}$ m/s** pour cette formation. Les valeurs de niveau piézométrique dynamique présentées précédemment indiquent que l'essai de perméabilité de type Lefranc réalisé au sein du sondage SC1 est susceptible d'avoir été influencé par la présence d'eau souterraine. En effet, la profondeur de réalisation de l'essai (interface des moraines würmiennes et des alluvions) est située sous le niveau d'eau relevé par le géotechnicien.

D'après les résultats de ces essais, la **perméabilité moyenne** des terrains compris entre 6 et 7 m/TN est comprise entre **$1,4 \cdot 10^{-5}$ et $7,0 \cdot 10^{-5}$ m/s**.

Les fiches de synthèse des essais sont présentées en **Annexe 2**

Des essais de perméabilité de type Lefranc ont été réalisés à moyenne profondeur (entre 2,5 et 3,5 m/TN) par ABO-ERG au sein des ouvrages SP100, SP300 et SP500 présentés précédemment. Les résultats des essais de perméabilité sont les suivants :

Tableau 7 : Essais de perméabilité - bâtiment H (Source : ABO-ERG, 2014)

Sondages	SP100	SP300	SP400	SP500
Profondeur d'essai (m)	3.5	3.0	3.0	3.0
Nature du sol	Sable fin limoneux	Sable à galets	Sable à quelques galets	Sable limoneux
Type d'essai	Nasberg	Lefranc	Lefranc	Lefranc
Perméabilité k_L (m/s)	$1 \cdot 10^{-3}$	$1 \cdot 10^{-5}$ à $5 \cdot 10^{-5}$	$4 \cdot 10^{-5}$ à $7 \cdot 10^{-5}$	$6 \cdot 10^{-5}$ à $1 \cdot 10^{-4}$

Les valeurs de perméabilités varient de $7 \cdot 10^{-5}$ à $1 \cdot 10^{-3}$ m.s⁻¹, traduisant l'hétérogénéité de la formation.



La gamme de perméabilité reste toutefois cohérente avec les valeurs obtenues par l'entreprise TECHNOSOL – de l'ordre de 10^{-5} m.s⁻¹ et les valeurs fournies pour les formations quaternaires d'origine morainiques rappelées dans le paragraphe suivant.

3.5.2. Perméabilité des horizons d'alluvions wurmiennes

Nous ne disposons d'aucun essai dans les alluvions. Néanmoins, la perméabilité de ces franges essentiellement sablo-graveleuses sont assez bien documentées dans la bibliographique. Ainsi, dans le cadre de son rapport en 4 phases Connaissance hydrogéologique du sous-sol de l'agglomération lyonnaise (2004-2008), le BRGM a construit un modèle hydrodynamique en retenant, pour chaque formation, les caractéristiques suivantes :

Tableau 8 : Valeurs de perméabilités utilisées pour le calage des mailles du modèle (Source : BRGM, 2006)

Formation	Caractéristiques	Perméabilité (m/s)
Formations actuelles	Remblais, limons, ...	10^{-6}
Alluvions modernes	à dominante argilo-limoneuse	10^{-3}
	à dominante sablo-graveleuse	4.10^{-3}
Alluvions fluvio-glaciaires	Argileuses	2.10^{-3}
	graveleuses	8.10^{-3}
Formations morainiques	argileuses	10^{-4}
	caillouteuses	5.10^{-4}
Molasse	(hétérogène)	5.10^{-5}

Concernant les formations alluvionnaires les valeurs de perméabilités retenues par le BRGM varient de 1.10^{-3} à 4.10^{-3} m.s⁻¹ selon la nature plus ou moins argileuse des alluvions. Une valeur de perméabilité sécuritaire de 1.10^{-3} à 4.10^{-3} m/s sera donc considérée pour la suite



4. Estimation des Niveaux des Plus Hautes Eaux

Le niveau de la nappe phréatique peut remonter en raison des phénomènes suivants :

- ↳ les battements saisonniers de la nappe (BS) ;
- ↳ la propagation de l'onde de crue d'un cours d'eau proche du projet (CS) ;
- ↳ l'arrêt éventuel des pompages (industriels, parking souterrains, épuisements de fouilles dans le cadre de travaux de génie civil) dans les environs (ou à distance) du site étudié (AP).

Le niveau maximum (N_{max}) de la nappe prévisible à terme est donc donné par la relation suivante :

$$N_{max} = N_{actuel} + BS + CS + AP$$

4.1. Niveaux des nappes en présence

4.1.1. Nappe superficielle (moraines)

En l'absence de nouvelles données, le niveau piézométrique de la nappe des alluvions sera déduit des relevés précédents réalisés en 2013 par ERG le plus bas vers 170,6 m NGF (soit 11 m/TN) au sein de l'ouvrage SC1. .

$$N_{\text{étiage moraines}} = + 171,4 \text{ m NGF}$$

4.1.1. Nappe des alluvions

Le niveau piézométrique le plus bas observé sur le suivi mis en place est de 166,79 m NGF au sein de l'ouvrage SP1+PZ. Ce niveau sera considéré comme le niveau d'étiage supposé.

$$N_{\text{étiage Alluvions}} = + 166,02 \text{ m NGF}$$



4.2. Variations saisonnières

4.2.1. Variations annuelles estimées

4.2.1.1. Nappe superficielle (moraines)

Les différentes campagnes de mesures réalisées sur les ouvrages recoupant la frange superficielle morainique seraient de l'ordre de l'ordre de 1,8 m.

Ainsi, de manière sécuritaire, les battements saisonniers de la nappe contenue dans les alluvions fluviatiles wurmiennes seront considérés comme ceux observés sur le suivi :

$$BS_{\text{annuel moraines}} = 1,8 \text{ m}$$

4.2.1.2. Nappe alluviale

La chronique piézométrique est en cours d'acquisition sur le site du projet. En première approche, sur 10 mois de suivis environs, les variations saisonnières annuelles de la nappe des alluvions fluviatiles würmiennes peuvent être estimées sur l'année 2025.

Ces valeurs ont été comparées aux données du piézomètre Varichon qui capte le même aquifère.

Tableau 9 : Variation saisonnière de la nappe des alluvions profondes

Ouvrage	Nappe captée	Hautes eaux observées (m NGF)	Etiage observé (m NGF)	Variation saisonnière annuelle observée
SP1+PZ	Alluvions	167,9	166,02	1,88
Piézomètre Jardin public Varichon	Alluvions fluviatiles wurmiennes	+167,47 (01/12/2008)	+166,88 (20/09/2011)	0,59 m

Il ressort que les fluctuations observées sur 10 mois de suivi sont de l'ordre de 1,82 m. Ces valeurs semblent plus importantes que celles du piézomètre Varichon ce qui pourraient témoigner d'apports provenant des moraines et du fait que le projet est situé en bordure de plaine alluviale.



Ainsi, de manière sécuritaire, les battements saisonniers de la nappe contenue dans les alluvions fluviales wurmiennes seront considérés comme ceux observés sur le suivi :

$$BS_{\text{annuel alluvions}} = 1,88 \text{ m}$$

4.2.2. Influence des événements pluvieux

Les variations saisonnières de la nappe dues aux épisodes pluvieux importants correspondent à l'infiltration des précipitations dans le sol (pluie utile). Cette pluie utile permet la réalimentation de la nappe et donc une remontée périodique de son niveau piézométrique.

Les variations de la nappe dues aux épisodes pluvieux importants correspondent à l'infiltration rapide des précipitations dans le sol (pluie utile).

Les données météo de la station de Bron sont utilisées dans le cadre de cette approche.

En utilisant les coefficients de Montana de la station météorologique la plus proche à Bron (69), il est possible de déterminer les hauteurs d'eaux d'une pluie de 24 heures pour des événements pluvieux de récurrence décennale, cinquantennale et centennale. Par ailleurs, cette approche prend une hypothèse d'un coefficient de ruissellement identique pour tous les événements pluvieux.

Pour cette approche, nous nous baserons sur la chronique piézométrique présentant des données entre 2008 et 2011, car cette dernière est plus précise.

Le 06/02/2009, il a été enregistré un événement pluvieux d'une hauteur d'eau d'environ 64,8 mm en 24 heures. A cette date, les niveaux piézométriques ont augmenté d'environ 0,11 m au droit du piézomètre du Jardin public Varichon (nappe des alluvions fluviales).

De même, le 07/09/2010, il a été enregistré un événement pluvieux d'une hauteur d'eau d'environ 104,1 mm en 24 heures. A cette date, les niveaux piézométriques ont augmenté d'environ 0,16 m au droit du piézomètre du Jardin public Varichon.

A partir de cet événement enregistré sur toutes les chroniques, il est possible de calculer un coefficient de réaction de la nappe à des événements pluvieux majeurs de l'ordre de 0,17 m.

Dès lors, en supposant que ce coefficient est constant, il est possible d'estimer les élévations piézométriques pour chacune des nappes en cas de pluie décennale, cinquantennale ou centennale. Les résultats de ces estimations sont présentés dans le tableau suivant.



Tableau 10 : Variations piézométriques induites par un épisode pluvieux de 24 h

Evènement pluvieux	Hauteurs d'eaux pluviales	Incidence supposée sur la nappe
06/02/2009	64,8 mm	+0,11 m
Décennale	86 mm*	+0,15 m
Cinquantennale	118,6 mm*	+0,21 m
Centennale	133 mm*	+0,23 m

*Hauteurs d'eaux calculées à partir des coefficients de Montana à la station de Bron selon la formule $h(t) = a \cdot t^{1-b}$ où $h(t)$ est la quantité de pluie (mm), t la durée en min et a et b les coefficients de Montana.

Ces estimations constituent une première approche qui sera précisée au moyen des données issues du suivi en cours sur le site du projet.

4.2.3. Battement saisonnier total

Le battement saisonnier de la nappe concernée par le projet est calculé comme suit :

$$BS_{total} = BS_{annuel} + BS_{pluie}$$

Le **Tableau 6** résume les variations saisonnières totales des deux nappes considérées au droit du site concerné.

Tableau 11 : Battement saisonnier total de la nappe contenue dans les Alluvions fluviales au droit du site d'étude

Nappe	Battement annuel	Battement pluvial			Battement saisonnier total		
		Décennal	Cinquantennal	Centennal	Décennal	Cinquantennal	Centennal
Nappe superficielle	2	0,15 m	0,21 m	0,23 m	2,15 m	2,21 m	2,23 m
Nappe des alluvions	1,88	0,15 m	0,21 m	0,23 m	2,03 m	2,09 m	2,11 m

Les battements saisonniers estimés à ce stade pour la nappe présente au droit du site d'étude sont :

Nappe moraine

$$BS_{10} = 2.15 \text{ m}$$

$$BS_{50} = 2.21 \text{ m}$$

$$BS_{100} = 2.23 \text{ m}$$



Nappe alluvions

BS₁₀ = 2,03 m

BS₅₀ = 2,09 m

BS₁₀₀ = 2,11 m

4.3. Influence de l'onde de crue (uniquement alluvions)

L'amortissement des crues du Rhône au droit du site a été calculé de la manière suivante :

$$A = a \times e^{-d \times \sqrt{\frac{S}{T}} \times t}$$

Avec :

a : Amplitude de la crue du cours d'eau

d : Distance entre le site et le Rhône (3700 m)

S : Coefficient d'emmagasinement de l'aquifère (1.10^{-1})

T : Transmissivité Alluvions ($1.5.10^{-2}$ m²/s) – Perméabilité 10^{-3} pour les alluvions fluvioglaciaires

T : Durées de passage des crues (estimées à 15 jours pour la décennale et à 30 jours pour la cinquantennale et la centennale)

Les niveaux et les amplitudes de crues retenues pour le Rhône déduits des données bibliographiques disponibles sont synthétisées dans le tableau suivant.

Tableau 12 : Amplitude des crues du Rhône -

Amplitude des crues du Rhône	
« Etat » du cours d'eau	Amplitude / Niveau moyen
Crue décennale (10 ans)	+4,15 m LYON MORAND
Crue cinquantennale (50 ans)	+ 5,2 m LYON MORAND
Crue centennale (100 ans)	5,7 m LYON MORAND



Les résultats obtenus pour l'amortissement des crues décennale, cinquantennale et centennale sur le site sont fournis dans le tableau ci-dessous.

Tableau 13 : Résultats des calculs de l'amortissement des crues au droit du projet

« Etat » du cours d'eau	Fluctuations du Rhône par rapport au niveau moyen	Amortissement au droit du site (Moraines)	Amortissement au droit du site (Alluvions)
Crue décennale (10 ans)	+ 4,15 m	0 m	0 m
Crue cinquantennale (50 ans)	+ 5,2 m	0 m	0 m
Crue centennale (100 ans)	+ 5,7 m	0 m	0 m

Ces calculs mettent en évidence l'absence d'onde de crue au droit du site d'étude. Ceci est principalement lié à la distance entre le projet et le Rhône.

4.4. Influence des pompages voisins

D'après les données bibliographiques à notre disposition lors de la rédaction de ce rapport, 6 installations géothermiques ont été recensées dans un rayon de 1 km autour du site. Les dispositifs sur nappe du secteur référencés sur la plateforme Géothermies sont les suivants :

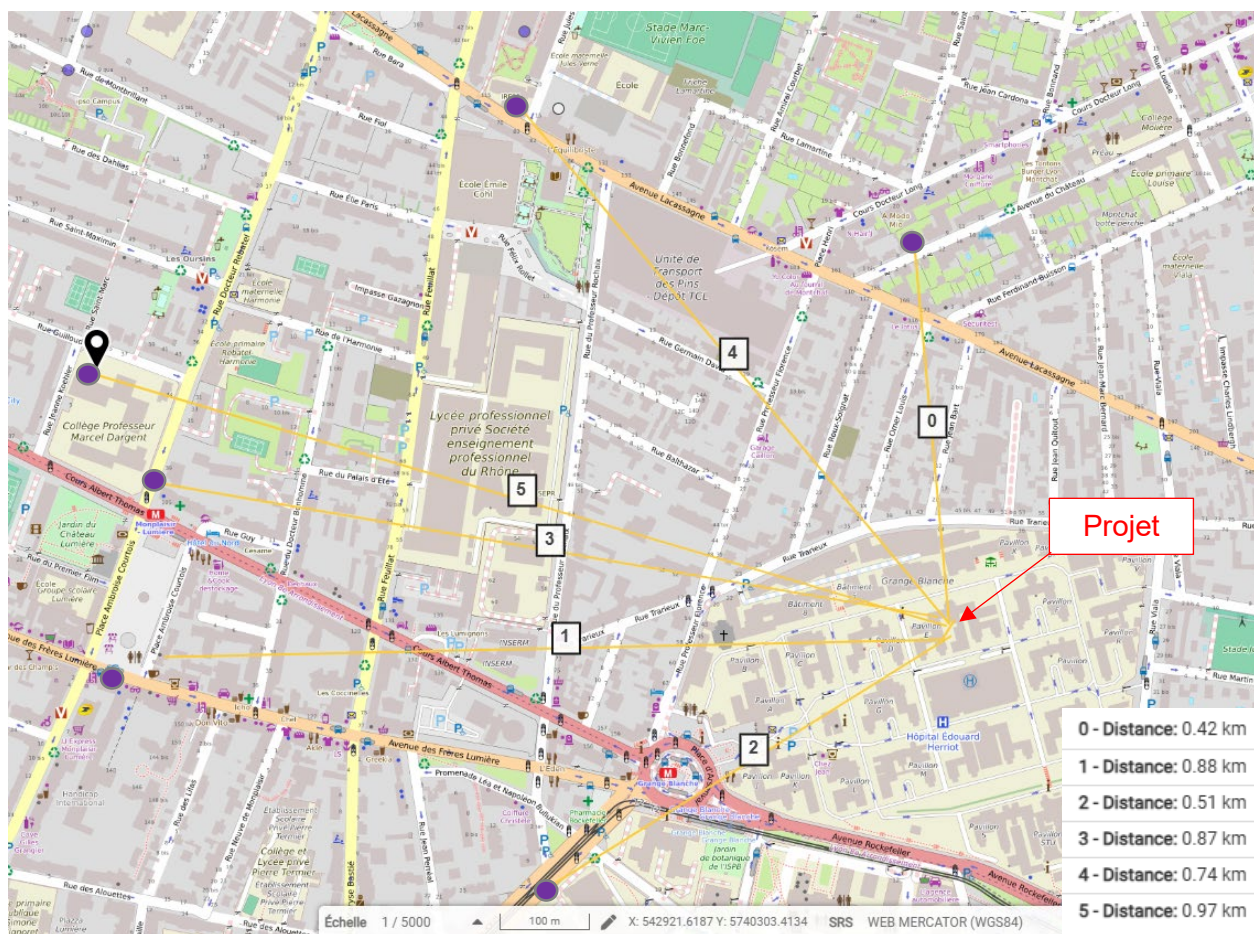


Figure 21 : Installations de géothermie sur nappe identifiées à moins d'1 km du projet (Source : Géothermies)

Les ouvrages géothermiques ne génèrent que peu d'impact hydrodynamique sur la nappe (réinjection intégrale des eaux). Par ailleurs, compte tenu de la productivité importante de la nappe estimée dans le secteur du projet, les rabattements locaux engendrés sont souvent limités à quelques centimètres. En cas d'arrêt de ces pompages, les incidences sur le niveau de la nappe au droit du projet peuvent être considérées comme négligeables.

En première approche, nous retiendrons donc une influence nulle d'arrêts de pompage dans le secteur du projet, soit :

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



4.5. Inventaire des sous-sols environnants

Lors de l'enquête de terrain réalisée le 16/01/2025, le niveau le plus bas du site de l'hôpital a pu être investigué sous la supervision de M. JACONELLI – Ingénieur de la Direction des Affaires Techniques HCL. Le niveau le plus bas est le R-2 du pavillon H, voisin au Sud du pavillon E.

D'après les éléments transmis à GEOTHER, la cote du haut du radier du second niveau de sous-sol est fixée à 174,92 m NGF et celui-ci présente une épaisseur générale de 0,4 m avec des épaisseur ponctuelles de 1,5 mètres. La base du radier du R-2 varie alors des cotes 174,52 à 173,42 m NGF.

D'après nos observations de terrain, aucun dispositif de gestion d'éventuelles venues d'eau souterraines (barbacanes, évènements de décompression, ...) n'a été mis en place. Aucun indice d'humidité, de présence même ponctuelle de nappe ni de remontée par capillarité n'a été observé sur les sols et murs des niveaux bas investigués.

4.6. Estimation des Niveaux des Plus Hautes Eaux

4.6.1. NPHE Moraines

Selon la formule citée en début de § 3, la cote prévisionnelle des plus hautes eaux (NPHE Moraines) est donnée dans le **Tableau 14**.

Tableau 14 : Estimation des Niveaux des Plus Hautes Eaux – Formations Morainiques

PARAMETRES		VALEURS		
Niveau bas du sous-sol (m NGF)		+175,00 – R-2 du projet		
Cote prévisionnelle fond de fouille (m NGF)		+174,5 m NGF		
Niveau Etiaje la nappe (m NGF)	N _{actuel}	+171.4 m NGF		
Arrêt de pompage (m)	AP	0		
Amortissement de l'onde de crue (m)	CR	0		
Battement saisonnier total estimé (m)	BS _{total}	Décennal (EH)	Cinquantennal	Centennal (EE)
		2,15	2,21	2,23
NPHE ⁽¹⁾	EH / EE	+173,55	+173,61	+173,63

⁽¹⁾ NPHE = N_{actuel} + BS + CR + BS



Sur la base des valeurs de ce tableau, nous retiendrons les Niveaux des Plus Hautes Eaux suivants au droit du projet :

$$\text{EH (Décennal)} = +173,55 \text{ m NGF}$$

$$\text{EE (Centennal)} = +173.63 \text{ m NGF}$$

En situation de hautes eaux décennales (EH), le niveau de la nappe se trouvera à -0,95 m par rapport au fond de fouille prévisionnel et -1,45 m sous le radier du sous-sol. En période de hautes eaux centennales (EE), le niveau de la nappe se trouvera à -0,87 m par rapport au fond de fouille prévisionnel et sous le radier du sous-sol -1,37 m par rapport au niveau bas du sous-sol.

Le sous-sol du projet reste donc sous les niveaux de plus hautes eaux estimées. Ces approches restent des ordres de grandeur compte tenu du faible nombre de données disponibles en particulier de suivi (continu) sur cette nappe.

4.6.1. NPHE Alluvions

Tableau 15 : Estimation des Niveaux des Plus Hautes Eaux Alluvions

PARAMETRES		VALEURS		
Niveau bas du sous-sol (m NGF)		+175,00 – R-2 du projet		
Cote prévisionnelle fond de fouille (m NGF)		+174,5		
Niveau Etiage la nappe (m NGF)	N _{actuel}	+166,02		
Arrêt de pompage (m)	AP	0		
Amortissement de l'onde de crue (m)	CR	0		
Battement saisonnier total estimé (m)	BS _{total}	Décennal (EH)	Cinquantennal	Centennal (EE)
		2,03	2.09	2.11
NPHE ⁽¹⁾	EH / EE	+168,05	+168,11	+168,13

Cette estimation constitue une première approche intégrant les données de suivis ponctuelle effectuée au sein de l'ouvrage SP1+PZ.

La poursuite du suivi piézométrique en cours permettra de préciser les valeurs estimatives, au-regard notamment des points suivants :

- Influence locale de la pluviométrie sur la piézométrie ;
- Amplitude des variations inter saisonnières ;



- Régime local d'étéage et de hautes-eaux.

Dans tous les cas, et d'après ces premières approches, le projet ne sera pas concerné par la nappe profonde contenue dans les alluvions (estimée entre 6,8 à 7 m sous le futur radier)



5. Conclusion

Dans le cadre du projet de construction du nouveau pavillon E au sein du complexe hospitalier Edouard HERRIOT dans le 3^e arrondissement de la ville de Lyon, TECHNOSOL a mandaté GEOTHER pour la réalisation d'une étude des niveaux des plus hautes eaux avec suivi piézométrique automatisé pour une durée de 18 mois.

Cette étude permettra à la Maîtrise d'Ouvrage et à son équipe de Maîtrise d'œuvre de prévoir d'éventuelles dispositions constructives de lutte contre les phénomènes de remontée de nappe en phase définitive ; à ce stade du projet, les caractéristiques principales portées à notre connaissance sont les suivantes :

- Démolition du pavillon E existant, à l'exception des « avant-corps »
- Réhabilitation des parties conservées à conjuguer avec les nouvelles constructions
- Construction de deux nouveaux bâtiments en R+4 et R-2 sur une emprise supérieure à l'emprise des constructions existantes, pour des cotes basses situées vers 177,85 et 175 m NGF pour les deux niveaux de sous-sol respectivement.

D'après les informations à notre disposition, il est prévu de relier les R-1 et R-2 du pavillon H existant au pavillon E projeté.

Le niveau le plus bas du projet se situe à environ +175,00 m NGF.

Les niveaux d'eau relevés lors de la campagne géotechnique G1 PGC réalisée par TECHNOSOL en octobre 2024 ainsi que dans le cadre d'études antérieures menées sur le site hospitalier indiquent que les aménagements projetés seraient susceptibles d'être concernés par les eaux souterraines.

Les sondages réalisés au droit du site confirment les données géologiques bibliographiques avec la présence de deux nappes potentielles :

- Une nappe contenue dans les horizons morainiques de surface
- Une nappe contenue dans alluvions fluviales wurmiennes (préglaciaires) raccordées à la plaine alluviale récente de Lyon.

Les formations morainiques peuvent être le siège d'une nappe peu-productive, traduction potentielle de circulations erratiques liées aux précipitations locales. Les mesures réalisées par les géotechniciens concernent vraisemblablement les eaux souterraines contenues dans cette formation, qui bien qu'interceptée par les niveaux de sous-sol des différents bâtiments du site n'a donné lieu à aucune disposition constructive spécifique ni n'occasionne de dommage d'après les remontées des services techniques du site.

La nappe profonde contenue dans les alluvions semble exister. Néanmoins, le positionnement du projet montre que ce dernier est à la jonction entre la plaine alluviale plus récente et les moraines. Le piézomètre SP1-PZ qui atteint la profondeur de 20 m et capte ces horizons, fait l'objet d'un suivi piézométrique automatisé depuis le 23/10/2025.



Ces observations couplées avec la synthèse des relevés précédents indiquent un écart des niveaux d'eau importants entre les deux nappes (de 5,4 à 6,4 m). Il est probable que les circulations hétérogènes dans les horizons morainiques s'infiltreront vers la nappe profonde.

Sur la base des éléments recueillis et des données du suivi réalisés du 16/01 au 23/10/2025 (10 mois), les niveaux caractéristiques des deux nappes peuvent être estimés comme suit.

Pour la nappe des formations morainiques

PARAMETRES		VALEURS		
Niveau bas du sous-sol (m NGF)		+175,00 – R-2 du projet		
Cote prévisionnelle fond de fouille (m NGF)		+174,5 m NGF		
Niveau Etiage la nappe (m NGF)	N _{actuel}	+170,6 m NGF		
Arrêt de pompage (m)	AP	0		
Amortissement de l'onde de crue (m)	CR	0		
Battement saisonnier total estimé (m)	BS _{total}	Décennal (EH)	Cinquantennal	Centennal (EE)
		2,15	2,21	2,23
NPHE ⁽¹⁾	EH / EE	+173,55	+173,61	+173,63

Pour la nappe alluviale profonde

PARAMETRES		VALEURS		
Niveau bas du sous-sol (m NGF)		+175,00 – R-2 du projet		
Cote prévisionnelle fond de fouille (m NGF)		+174,00		
Niveau Etiage la nappe (m NGF)	N _{actuel}	+166,02		
Arrêt de pompage (m)	AP	0		
Amortissement de l'onde de crue (m)	CR	0		
Battement saisonnier total estimé (m)	BS _{total}	Décennal (EH)	Cinquantennal	Centennal (EE)
		2.03	2,09	2.15
NPHE ⁽¹⁾	EH / EE	+168,05	+168,11	+168,13

Sur la base de ces premières approches, le projet ne serait concerné par aucune des deux nappes identifiées sur le site. Ces données corréleront l'absence de désordres ou de remontées sur les niveaux enterrés déjà existants sur le site.



Restriction d'usage du rapport

Ces informations sont soumises à l'exhaustivité et la fiabilité des documents disponibles et consultables, l'existence d'une information cachée ou erronée est toujours possible. L'exhaustivité et la véracité absolue ne peut donc être garantie.

Tous les éléments de ce rapport (cartes, photos, pièces et documents divers) constituent une seule et même entité indissociable. La responsabilité de GEOTHER ne saurait être engagée par une utilisation, une communication, ou une reproduction partielle de ce rapport et de ses annexes sans l'accord préalable de GEOTHER



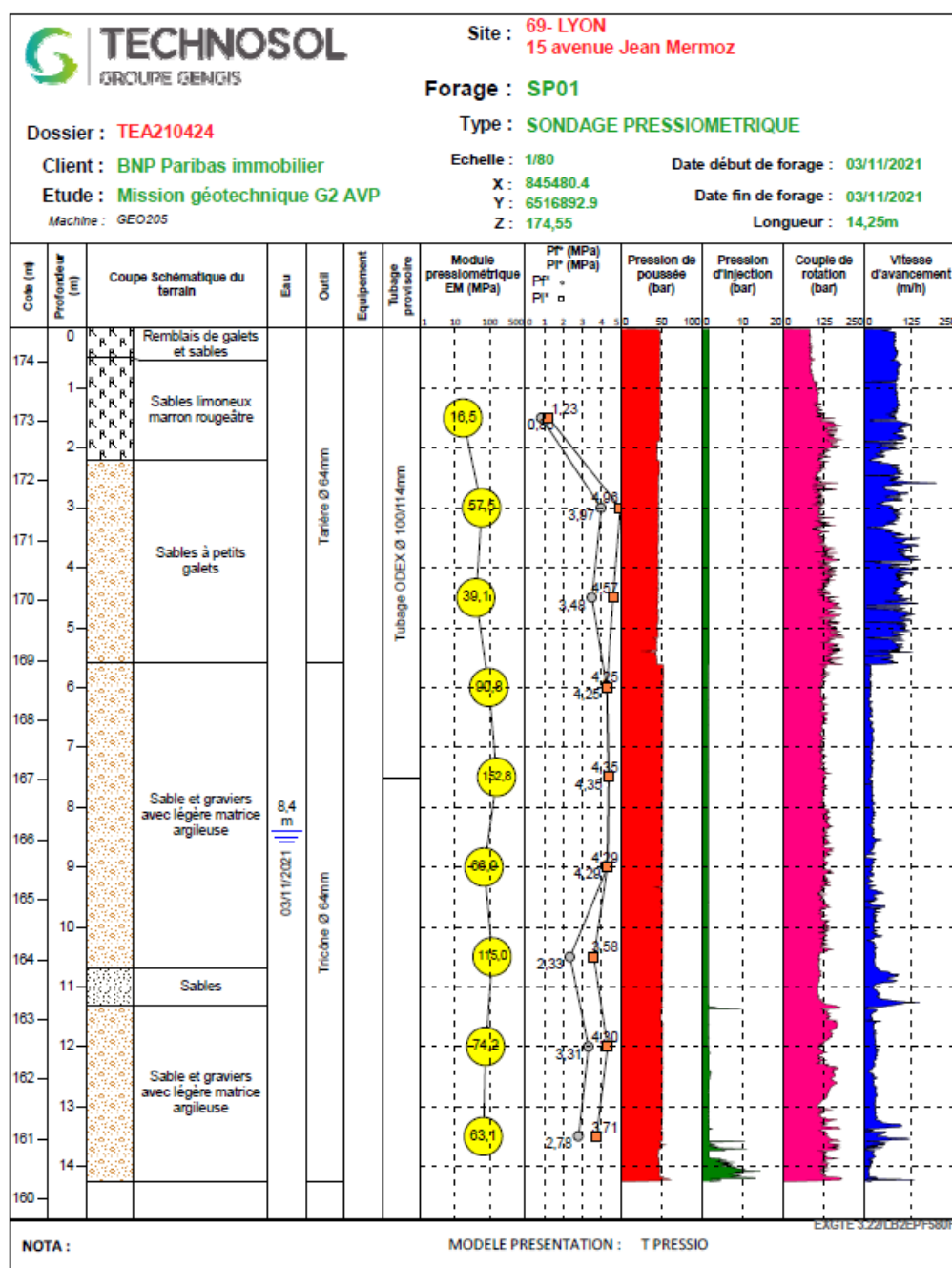
ANNEXES





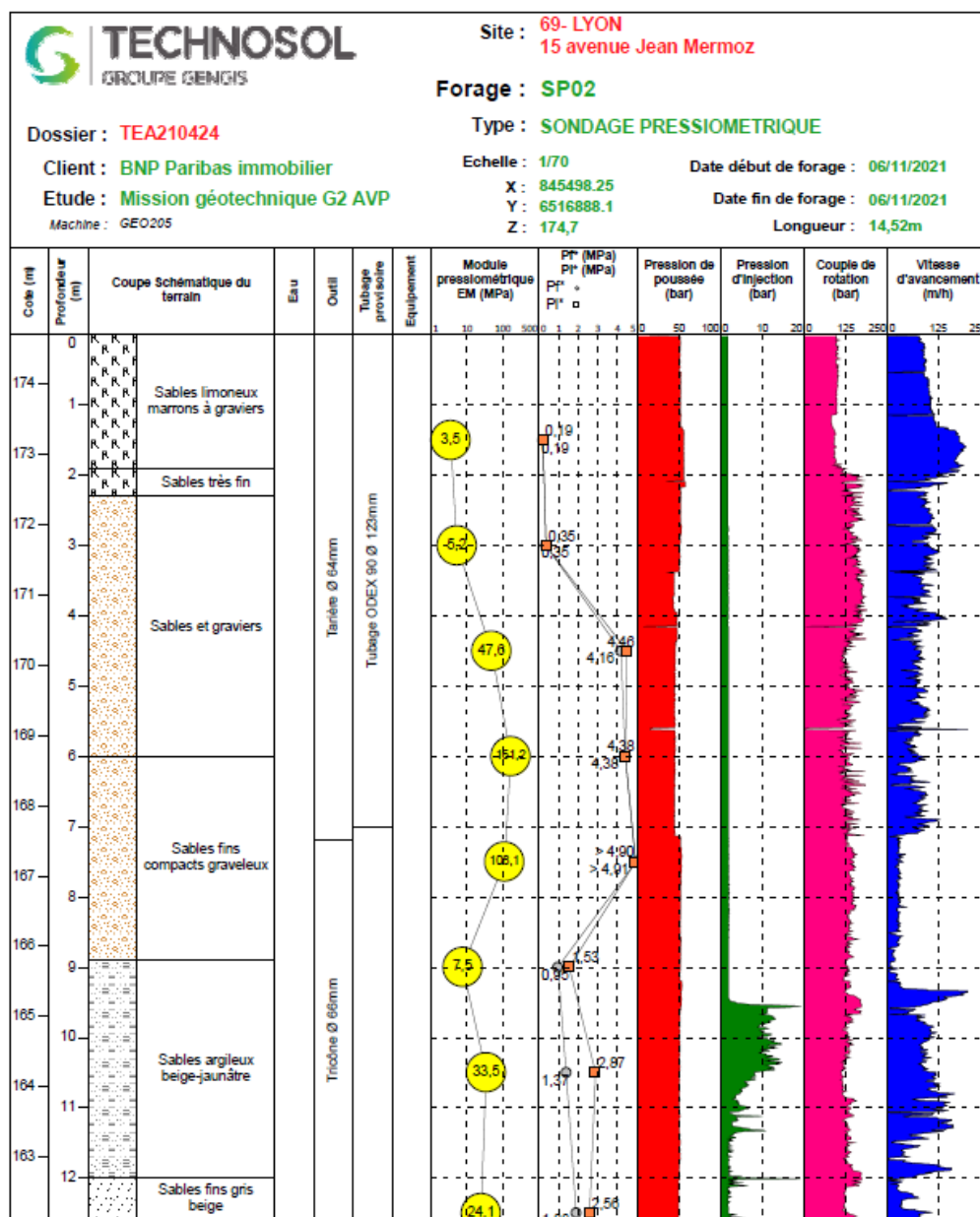
Annexe 1 : Coupe des sondages réalisés par TECHNOSOL

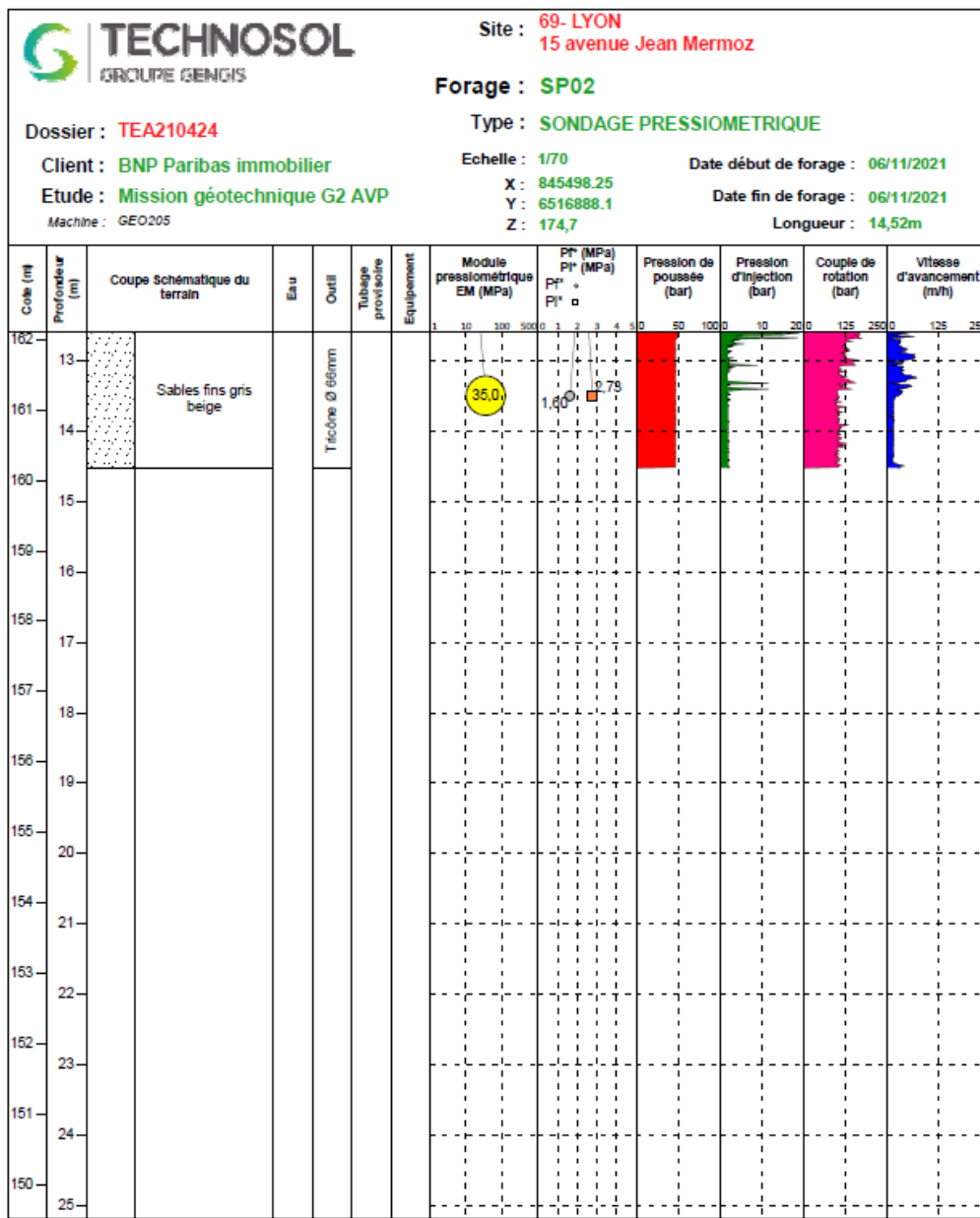
A1-1 : Coupe du sondage SP01





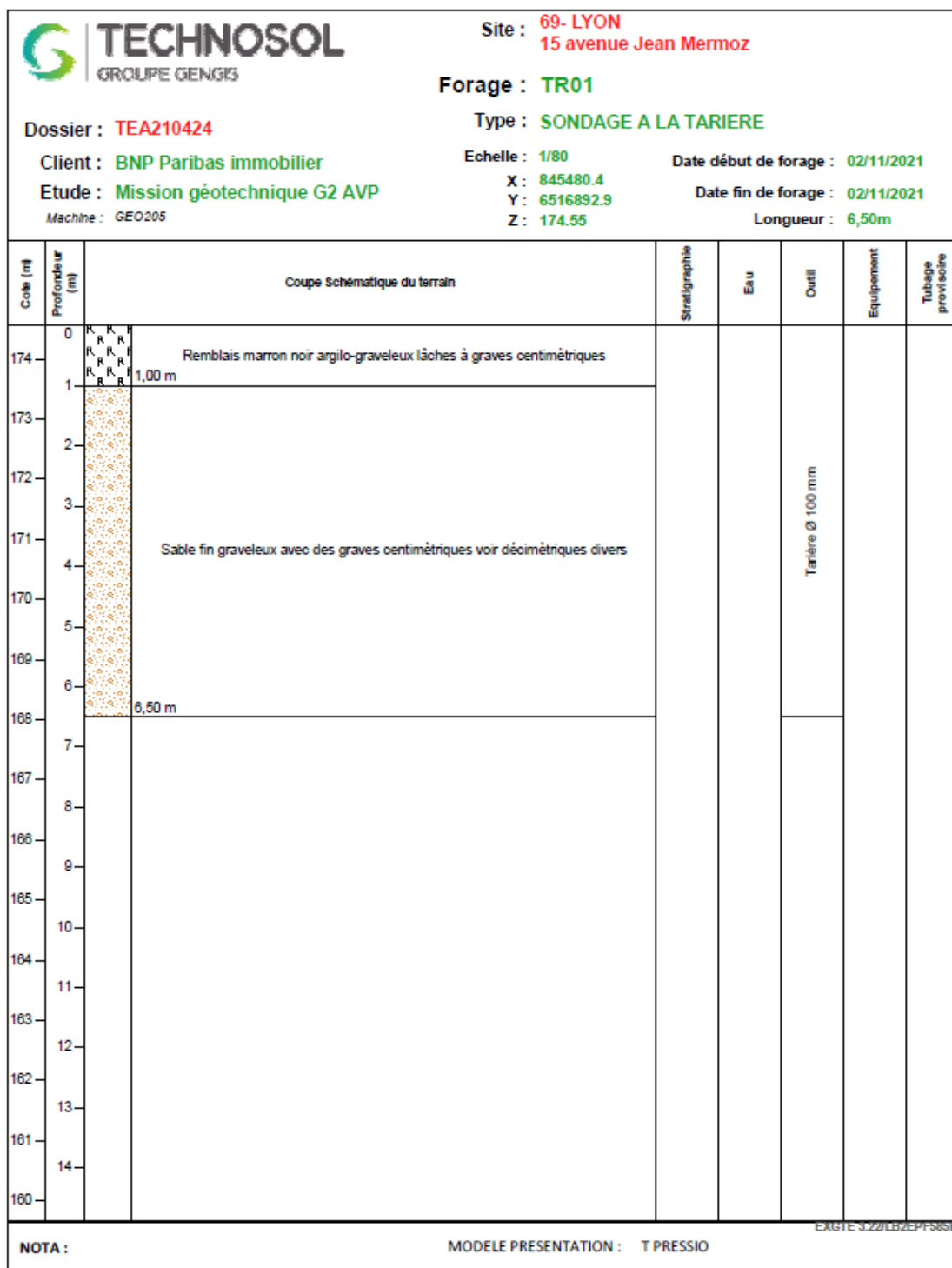
A1-2 : Coupe du sondage SP02





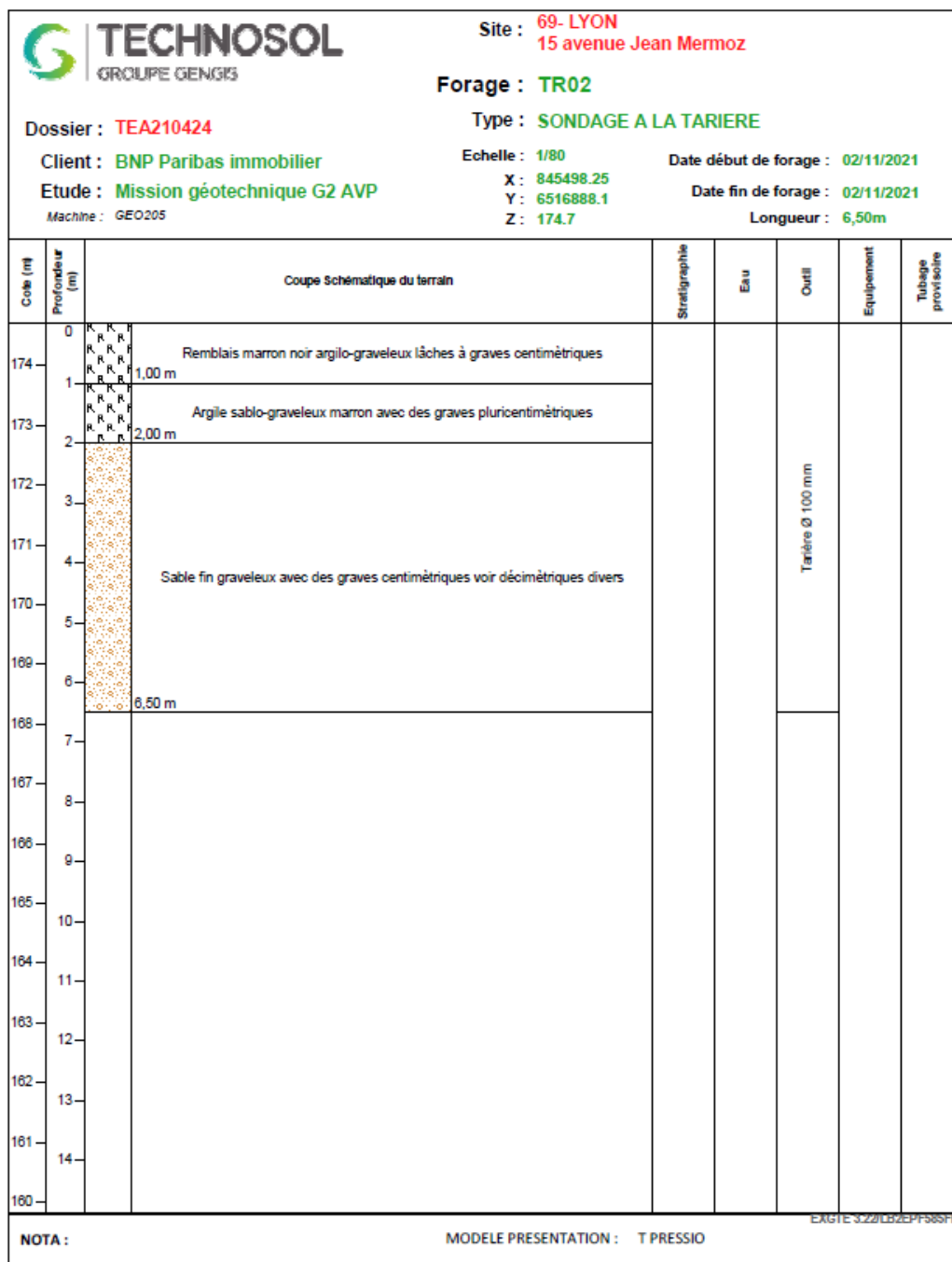


A1-3 : Coupe du sondage TR01



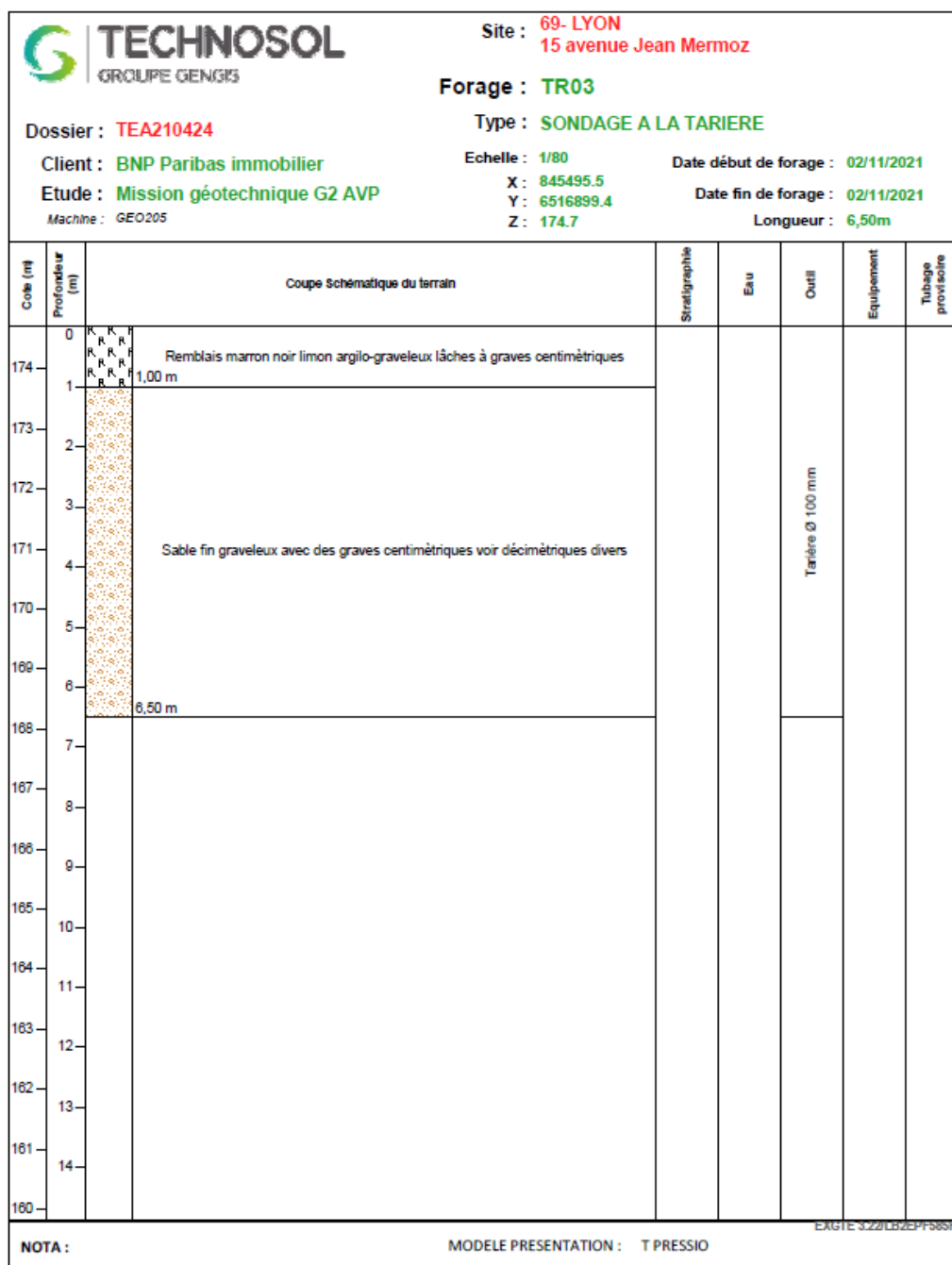


A1-4 : Coupe du sondage TR02





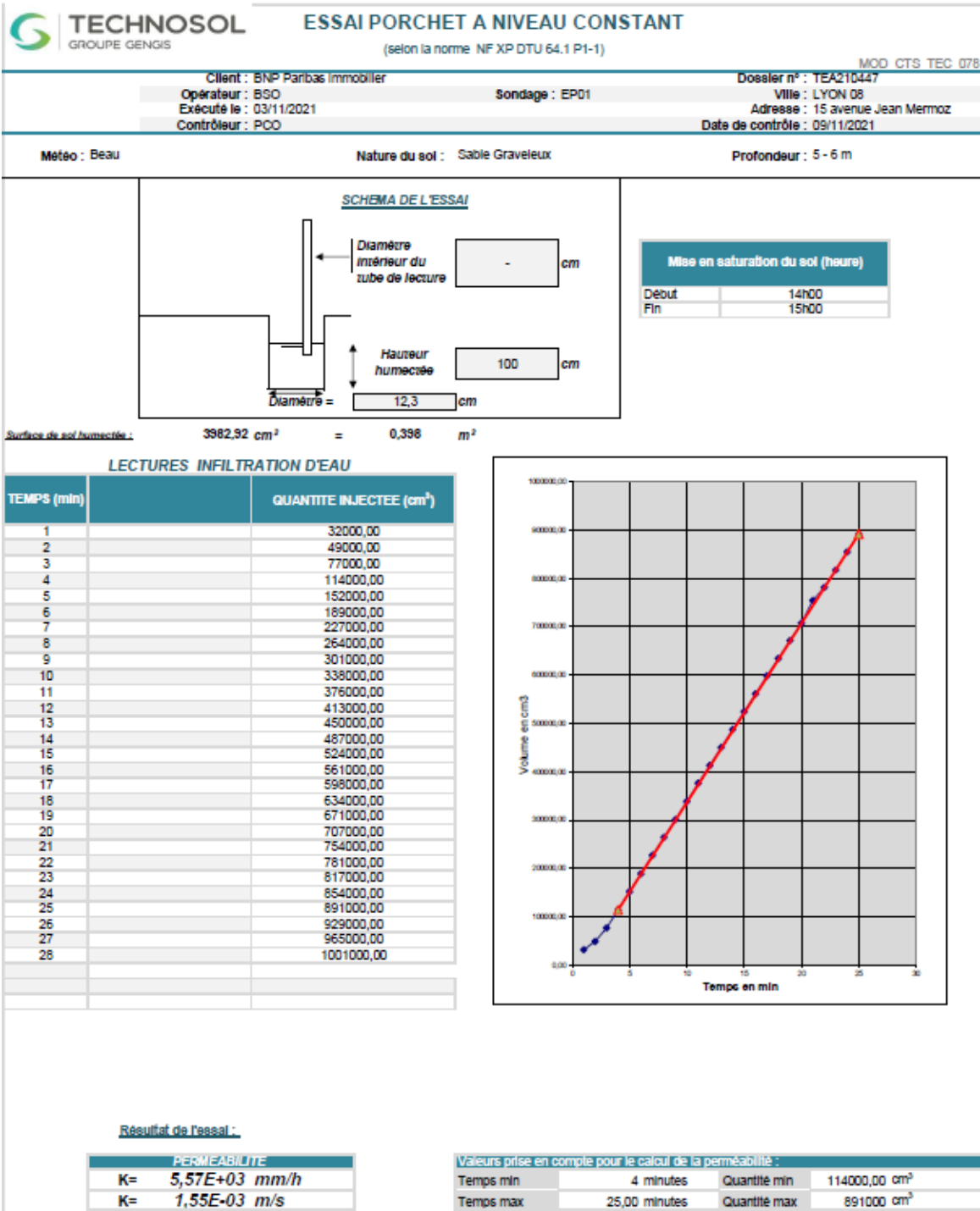
A1-5 : Coupe du sondage TR03





Annexe 2 : Fiche des essais de perméabilité – TECHNOSOL

A3-1 : Fiche Essai n°1 – SP01



[illegible]



A2- 2 : Fiche de l'essai n°2 – SP02

**TECHNOSOL**
GROUPE GENGIS

ESSAI PORCHET A NIVEAU CONSTANT
(selon la norme NF XP DTU 64.1 P1-1)

MOD CTS TEC 078

Cliant : BNP Paribas Immobilier
Opérateur : BSO
Exécuté le : 08/11/2021
Contrôleur : PCO

Sondage : EP02

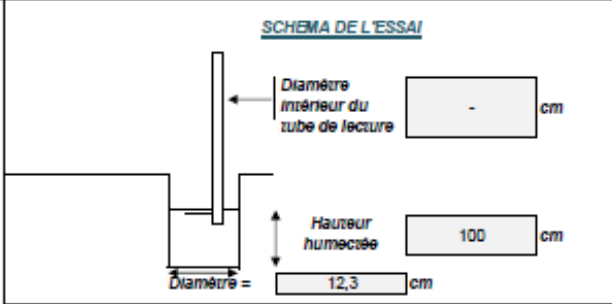
Dossier n° : TEA210447
Ville : LYON 08
Adresse : 15 avenue Jean Mermoz
Date de contrôle : 09/11/2021

Météo : Beau

Nature du sol : Sable Graveleux

Profondeur : 2 - 3 m

SCHEMA DE L'ESSAI



Diamètre intérieur du tube de lecture : - cm

Hauteur humectée : 100 cm

Diamètre = 12,3 cm

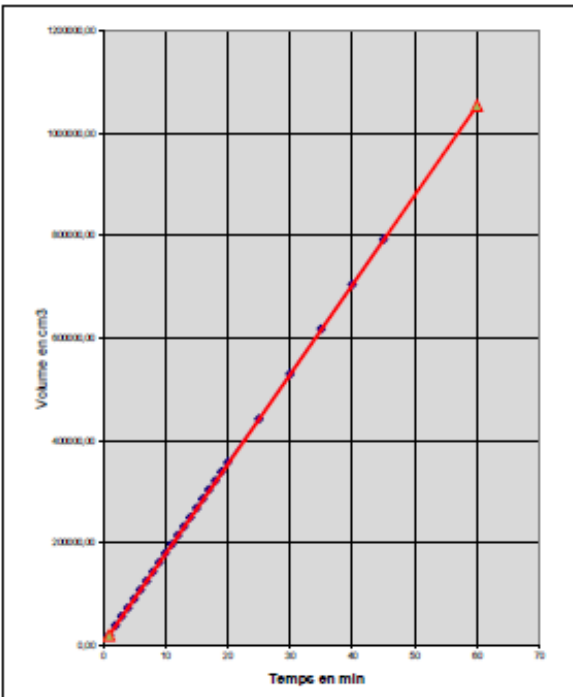
Surface de sol humectée : 3982,92 cm² = 0,398 m²

Mise en saturation du sol (heures)

Début	14h00
Fin	15h00

LECTURES INFILTRATION D'EAU

TEMPS (min)	QUANTITE INJECTEE (cm³)
1	20000,00
2	39000,00
3	57000,00
4	73000,00
5	91000,00
6	109000,00
7	126000,00
8	144000,00
9	162000,00
10	180000,00
11	197000,00
12	215000,00
13	232000,00
14	250000,00
15	268000,00
16	286000,00
17	304000,00
18	321000,00
19	339000,00
20	357000,00
25	442000,00
30	530000,00
35	618000,00
40	705000,00
45	793000,00
50	880000,00
55	968000,00
60	1054000,00



Résultat de l'essai :

PERMEABILITE	
K=	2,64E+03 mm/h
K=	7,33E-04 m/s

Valeurs prise en compte pour le calcul de la perméabilité :			
Temps min	1 minutes	Quantité min	20000,00 cm³
Temps max	60,00 minutes	Quantité max	1054000 cm³



TECHNOSOL
GROUPE GENOIS

Procès-Verbal

ESSAI PORCHET A NIVEAU VARIABLE EN FORAGE

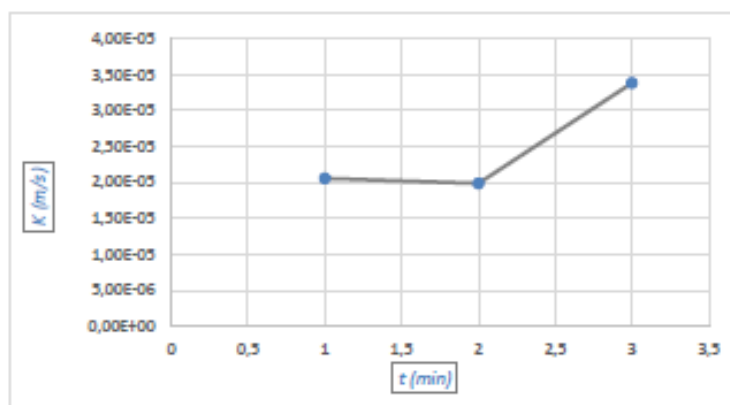
Sondage	EP02	Dossier n°	TEA210447
Profondeur de l'essai (m)	2 - 3	Chantier	LYON-MERMOZ
Opérateur	MILLOT FORAGE	Date d'essai	02/11/2021

Diamètre (cm)	S/P (cm)	Temp de saturation
12,3	3,08	1h

[illegible]

Lithologie	
0.00 - 1.0	Remblais marron noir argilo-graveleux
1.0 - 6.50	Sable fin graveleux

X	Y	Z
845480.4	6516892.9	174.55



Choix intervalle valeurs de K	
T max (min)	T max (min)
0,00	3,00

K (m/s)
2.48E-05

Commentaires : /





Synergie
d'expertises

SIÈGE SOCIAL - 01 55 17 16 10 - contact@geother-gengis.fr
36, rue Salvador Allende - 92000 Nanterre

geother-gengis.fr

SAS au capital de 10 000 € - APE : 7112B
Siret : 508 594 413 00066 - TVA : FR23 508 594 413

AGENCE ÎLE-DE-FRANCE

36, rue Salvador Allende - 92000 Nanterre
01 55 17 16 10 - paris@geother-gengis.fr

AGENCE AUVERGNE-RHONE-ALPES

5, rue des Essarts - 69500 Bron
04 81 68 25 19 - lyon@geother-gengis.fr

AGENCE NOUVELLE-AQUITAINE

4 voie Romaine 33 610 Canéjan
05 40 25 49 22 - bordeaux@geother-gengis.fr