# Annexe 2b : Étude hydrogéologique – détermination de la perméabilité des terrains

# Étude hydrogéologique : Détermination de la perméabilité des terrains en place en vue de l'infiltration des eaux pluviales

## RAPPORT

Référence de proposition : 128850 SI MAS 03c

## 22 AVENUE GALILÉE 92350 LE PLESSIS-ROBINSON



EMERIGE TERTIARE
121 Avenue de Malakoff
75116 PARIS

Agence Nord Île-de-France
11, rue René Cassin - 91300 Massy - Tél. : 01 60 13 69 10 - nordidf@vertical-sea.com
Siège social : SOLER IDE - 11, rue René Cassin - 91300 Massy - Tél. : 01 60 13 69 10
SAS au capital de 218 400 € - RCS Évry B 500 274 972 - TVA/FR 91500274972 – NAF 7112 B
vertical-sea.com

# Détermination de la perméabilité des terrains en place en vue de l'infiltration des eaux pluviales

## 22 AVENUE GALILÉE 92350 LE PLESSIS-ROBINSON

| Dossier | Agence | N° prestation | Prestation | N° Pièce | Type Document | Date | Commentaires / version |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 128850 | SI MAS | 03c | B-INF | 1 | Note technique | 12/03/2025 | État : provisoire<br>En attente suivi piézométrique actuellement en cours |

| Rédacteur | Chef de projet | Superviseur |
|---|---|---|
| Maxime FILIPE | Clément HEUZÉ | Clément HEUZÉ |

### ETUDE(S) HYDROGEOLOGIQUE(S) PRÉCÉDEMMENT RÉALISÉE(S) PAR SOLER IDE

Aucune mission hydrogéologique n'a été réalisée par nos soins au droit du site.

### CONDITIONS D'EXPLOITATIONS DU PRÉSENT RAPPORT

L'utilisation de ce rapport doit respecter les conditions d'exploitation des études d'environnement (voir annexe 5).

En particulier :

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

Ce rapport n'est pas un rapport géotechnique et ainsi ne préconise pas les dispositions constructives à prendre vis-à-vis des eaux souterraines. Ce rapport n'a pas pour but de confirmer la faisabilité de l'infiltration, ni de pré-dimensionner les ouvrages, mais uniquement de fournir les valeurs des perméabilités des horizons testés.

# SOMMAIRE

1. SYNTHÈSE NON TECHNIQUE ..... 5
2. MISSIONS ..... 6
3. ÉTUDE DOCUMENTAIRE ..... 6
4. CONTEXTE ..... 7
4.1. LOCALISATION DU SITE ..... 7
4.2. RAPPEL DU PROJET ..... 7
4.3. TOPOGRAPHIE ..... 8
4.4. CONTEXTE MÉTÉOROLOGIQUE ..... 8
4.5. CONTEXTE GÉOLOGIQUE ..... 9
4.6. NATURE DES SOLS ..... 10
4.7. CONTEXTE HYDROLOGIQUE ..... 11
*4.7.1. Réseau hydrographique ..... 11*
*4.7.2. Risque d'inondation ..... 11*
4.8. ZONE HUMIDE ..... 11
4.9. MESURES DES NIVEAUX D'EAU SOUTERRAINES AU DROIT DU SITE ..... 12
5. CAPACITÉ D'INFILTRATION DES TERRAINS EN PLACE ..... 14
5.1. MÉTHODOLOGIE ..... 14
5.2. RÉALISATION DES OUVRAGES ..... 14
5.3. ESSAIS D'INFILTRATION DES SOLS SUPERFICIELS ..... 15
5.4. RÉSULTATS DES ESSAIS ..... 15
6. CONCLUSION ..... 17
7. PRÉCONISATION SUR LES MÉTHODES D'INFILTRATION ..... 17

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Contexte météorologique régional (station d'Orly) ..... 8
Tableau 2 : Synthèse lithologique des sondages (SOL CONSEIL) ..... 10
Tableau 3 : Caractéristiques des ouvrages piézométriques (SOLER IDE) ..... 12
Tableau 4 : Niveaux piézométriques au droit du site (SOLER IDE) ..... 12
Tableau 5 : Coupes lithologiques des sondages ..... 14
Tableau 6 : Classement des sols selon le coefficient de perméabilité ..... 15
Tableau 7 : Résultats des essais d'infiltration type Porchet ..... 15

## LISTE DES ANNEXES

ANNEXE 1 PLAN DE LOCALISATION DU SITE
ANNEXE 2 IMPLANTATION DES OUVRAGES
ANNEXE 3 FEUILLES DE CALCUL DES ESSAIS D'INFILTRATION
ANNEXE 4 INFORMATION SUR LES OBLIGATIONS RELATIVES AUX PIÉZOMÈTRES
ANNEXE 5 CONDITIONS D'EXPLOITATION

# 1. SYNTHÈSE NON TECHNIQUE

Il s'agit d'une synthèse non technique. Il s'agit d'un résumé et d'une aide à la lecture. Seul le rapport et ses annexes peuvent nous être opposables.

| PRESTATION | Détermination de la perméabilité des terrains en place en vue de l'infiltration des eaux pluviales |
|---|---|
| Adresse du site | 22 AVENUE GALILÉE 92350 LE PLESSIS-ROBINSON |
| Superficie du site | 20 431 $m^2$ selon le cadastre |
| Aménagement futur | réalisation d'un data center et d'un immeuble de bureaux en R+3 sur 1 niveau de sous-sol jusqu'à 7 m. |
| Occupation actuelle | un parking avec des voies de circulation ainsi que des immeubles de bureaux |

| ÉTUDE DOCUMENTAIRE | |
|---|---|
| Contexte géologique | Contexte de coteau.<br>La succession lithologique est la suivante :<br>• Terrain de couverture et remblais ;<br>• Argile à Meulière ;<br>• Sable de Fontainebleau. |
| Hydrographie | La Bièvre est située à environ 1,6 Km au Nord Est du site |
| Zone PPRI | Non |
| Première nappe | Ecoulements superficiels au toit des Argiles à Meulières |
| Zone humide | Zone de classe C : manque d'information ou faible probabilité de présence de zones humides |

| INVESTIGATIONS | |
|---|---|
| Perméabilité<br>(zone non saturée) | Type essai : Porchet<br>Horizon cible :Terrain de couverture/Remblais<br>Perméabilité de K situé entre 1,4.10-7 et 1,4.10-4 m/s.<br>Typologie pour infiltration des EP : très peu perméable à très perméable |

| CONTEXTE RÉGLEMENTAIRE | |
|---|---|
| Loi sur l'Eau (R214) | Soumission aux rubriques suivantes :<br>- 1.1.1.0 : déclaration des ouvrages piézométriques<br>- 1.2.2.0 : rabattement de nappe (à vérifier selon projet et suivi piézométrique en cours)<br>- 2.1.5.0 : Gestion des eaux pluviales |

# 2. MISSIONS

La société EMERIGE TERTIARE a pour projet la réalisation d'un data center et d'un immeuble de bureaux en R+3 sur 1 niveau de sous-sol jusqu'à 7 m, sis 22 AVENUE GALILÉE 92350 LE PLESSIS-ROBINSON.

**L'objectif de cette mission est d'estimer la perméabilité des terrains superficiels en vue de l'infiltration des eaux pluviales.**
Notre étude s'appuie sur les reconnaissances réalisées dans le cadre de l'étude géotechnique (G1) de SOL CONSEIL (réf : 128850 SC MAS 05a), ainsi que les documents transmis.

Notre mission ne comprend pas :

- Les dispositions constructives à prendre qui restent de la compétence du géotechnicien en charge de cette affaire ;
- Le prédimensionnement des ouvrages de gestion des eaux pluviales ;
- L'estimation de la sensibilité des niveaux de sous-sol vis-à-vis du risque de remontée de la nappe à travers une étude des Niveaux des Plus Hautes Eaux ;
- L'estimation des débits d'exhaure en phase travaux et la fixation du contexte réglementaire vis-à-vis du régime de la Loi sur l'Eau auquel sera soumis le projet ;

# 3. ÉTUDE DOCUMENTAIRE

## DONNÉES PUBLIQUES ET CARTES DISPONIBLES

- Données bibliographiques ;
- Carte topographique au 1/25 000ème – IGN ;
- Carte géologique de Corbeil Essonnes au 1/50 000ème – BRGM ;
- Banque de données du sous-sol – site Infoterre, BRGM ;
- Banque de données sur les eaux souterraines – site ADES, BRGM ;
- Données météorologiques – Météo France & Infoclimat ;
- Données cartographiques du ministère de l'Environnement – site CARMEN, DIREN IdF – AESN.

## DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE

- Bien gérer les eaux de pluie en Île-de-France – DRIEE, Février 2019 ;
- Memento Technique 2017 - Conception et dimensionnement des systèmes de gestion des eaux pluviales et de collecte des eaux usées – ASTEE, Décembre 2017 ;
- La ville et son assainissement – Principes, méthodes et outils pour une meilleure intégration dans le cycle de l'eau - Ministère de l'Environnement et du Développement Durable (MEDD) – édité par le CERTU, 2003 ;
- Guide technique francilien : élaboration et instruction des dossiers relatifs à la gestion et aux rejets des eaux pluviales - DRIEE d'Île-de-France, Août 2020.

## DOCUMENTS ADMINISTRATIFS

- Dossier Départemental des Risques Majeurs – Préfecture des Hauts-de-Seine (92), 19/02/2024 ;
- Plan local d'urbanisme – Plessis Robinson (92), modifié le 06/09/2022.

## AUTRES ETUDES REALISEES SUR LE SITE

- Étude géotechnique (G1) – SOL CONSEIL, réf 128850 SC MAS 05a (en cours) ;
- Étude environnementale (DIAG) – SOLER IDE, réf 128850 SI MAS 02c (en cours).

## PLANS ET COUPES

| NATURE DU DOCUMENT | ÉCHELLE | DATE | ALTIMÉTRIES |
|---|---|---|---|
| PLESSIS DC TEST FIT DRAWINGS | 1/100- | 10/10/2024 | Non |

# 4. CONTEXTE

## 4.1. Localisation du site

La zone d'étude est localisée dans une ZAC, à proximité de la route D986. Le centre urbain du Plessis Robinson (92) se trouve au Nord-Est du site. Le plan de localisation de la zone d'étude est présenté en **annexe 1**.

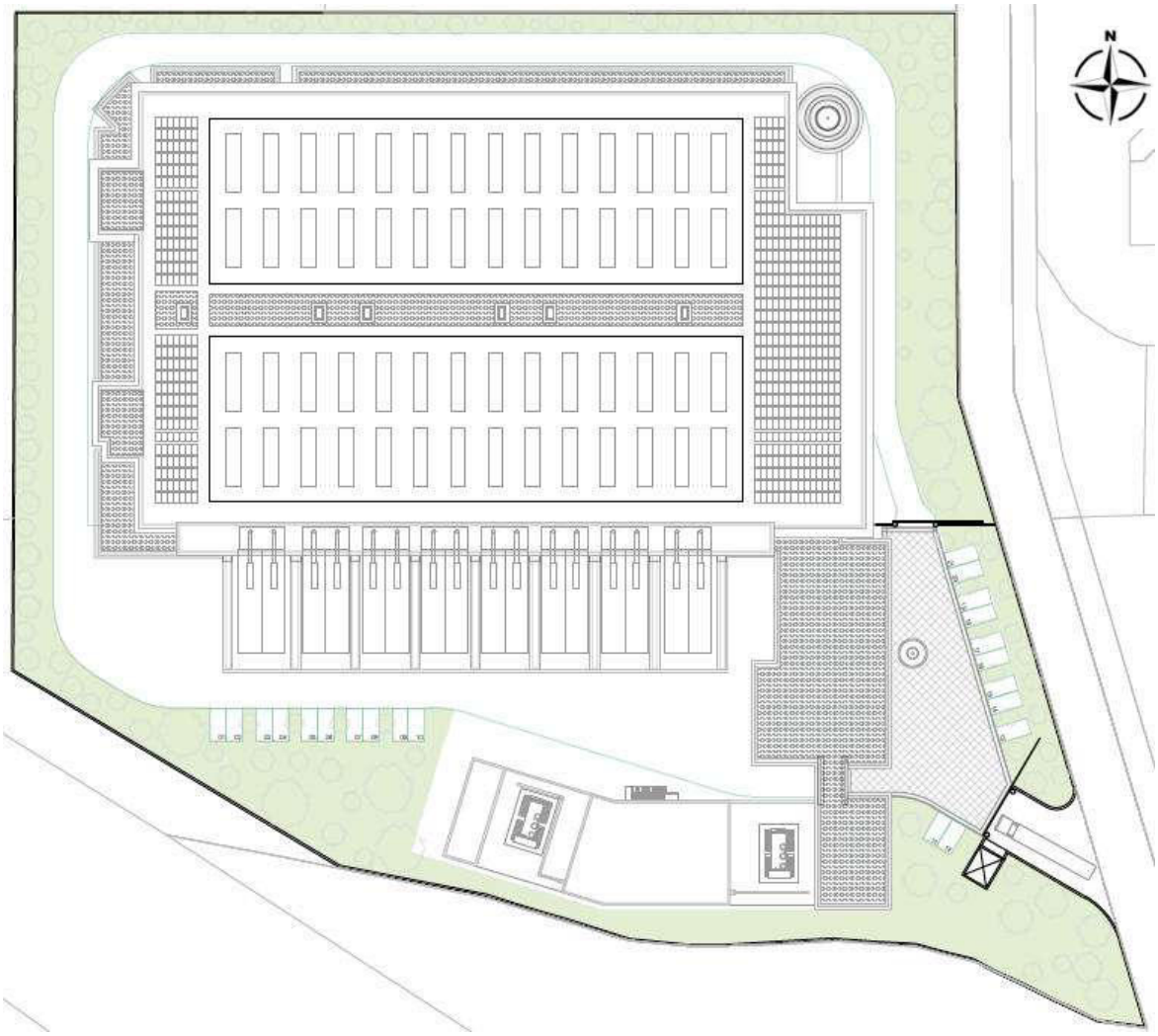
La surface est de 20 431 m2m$^2$ selon le cadastre ; le site correspond à la parcelle cadastrale 046 de la section 0Y.

La zone d'étude correspond actuellement à un parking avec des voies de circulation ainsi que des immeubles de bureaux.

## 4.2. Rappel du projet

La société EMERIGE TERTIARE projette la réalisation d'un data center et d'un immeuble de bureaux en R+3 sur 1 niveau de sous-sol jusqu'à 7 m.

*Plan de masse du projet (TEST FIT, 10/10/24)*



## 4.3. Topographie

Le projet se trouve dans un contexte de plateau. D'après le plan topographique transmis par le maître d'ouvrage, le site étudié se trouve à une altitude comprise entre 166 et 170,6 m NGF.

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

X : 644 408 m
Y : 6 852 916 m

## 4.4. Contexte météorologique

L'Île-de-France se trouve dans un bassin, en limite des influences océaniques, à l'ouest et continentales, à l'est. Les vents dominants soufflent du sud-ouest (surtout en hiver et en automne). Les vents du nord-est (bise) sont également assez fréquents (notamment en hiver et en été).

D'après les mesures effectuées par la station météorologique d'Orly (Données Météo France), les normales annuelles pour la zone d'étude sont les suivantes :

**Tableau 1 : Contexte météorologique régional (station d'Orly)**

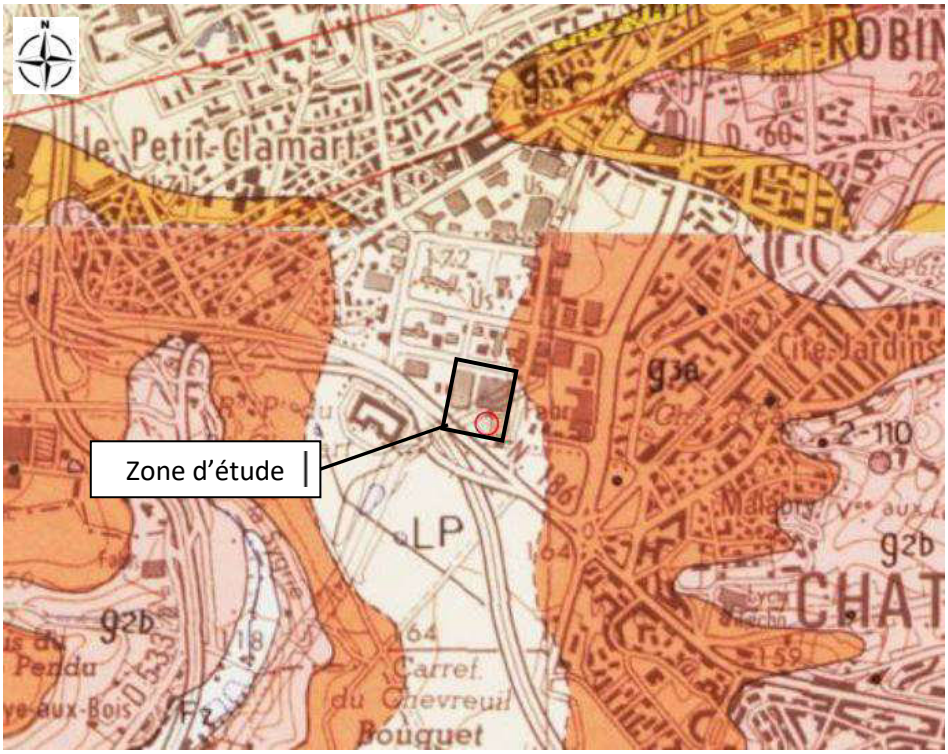
| Température normale minimale (°C) | Température normale maximale (°C) | Pluviométrie : hauteur des précipitations (mm) |
|---|---|---|
| 7,6 | 15,8 | 616,6 |

## 4.5. Contexte géologique

D'après les informations fournies par le BRGM, la carte géologique de Corbeil Essonnes (n°219) au 1/50 000ème et sa notice, la succession géologique présente au droit du site à l'étude, sous les remblais éventuels, est la suivante :

- Limon des Plateaux (LP) ;
- Argile à Meulières de Montmorency ;
- Sable de fontainebleau.

*Carte géologique au 1/50 000ème aux alentours du site*



## 4.6. Nature des sols

L'étude géotechnique (G1) réalisée par SOL CONSEIL, ainsi que la réalisation de sondages dans le cadre de la présente étude ont permis de préciser la nature et l'épaisseur des formations du sous-sol. La figure suivante synthétise la lithologie appréhendée sur site :

*Coupe lithologique des sondages réalisés sur site (SOL CONSEIL)*

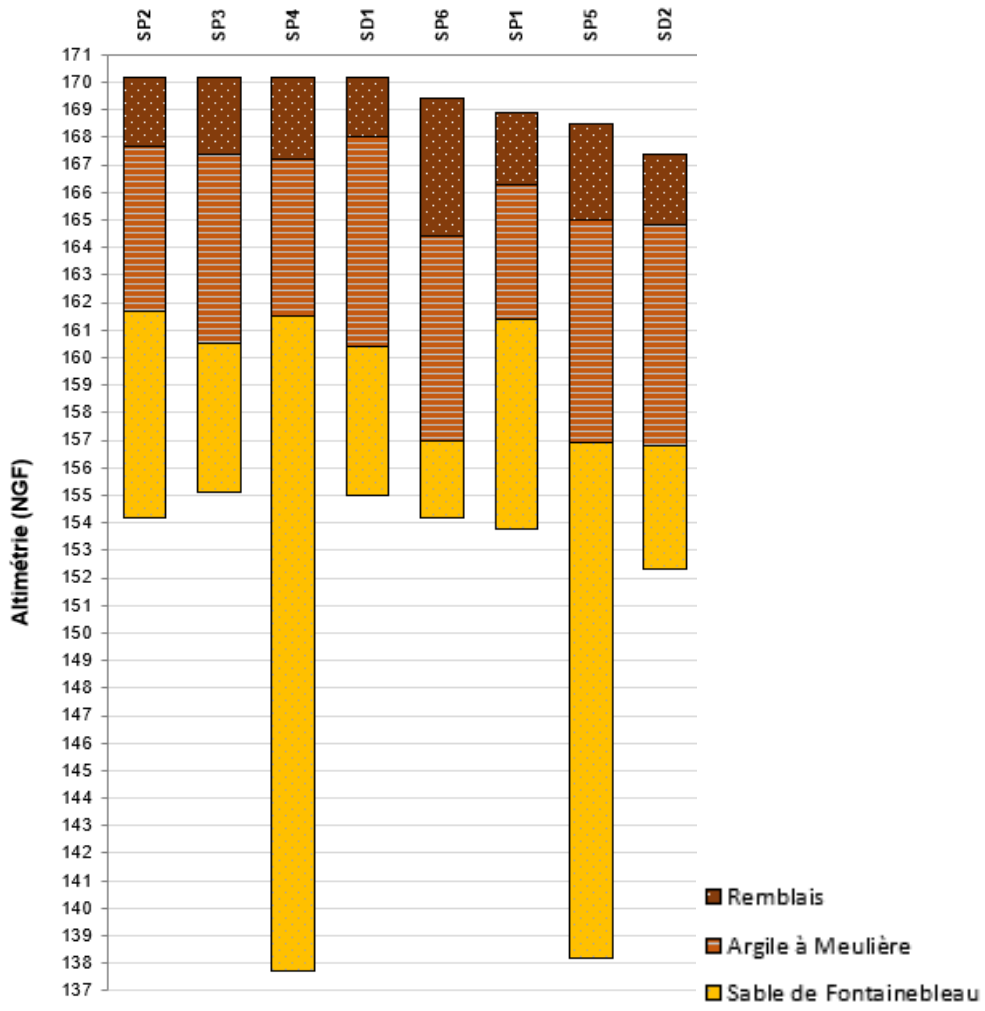



**Tableau 2 : Synthèse lithologique des sondages (SOL CONSEIL)**

| Épaisseur (m) | Altimétrie du toit (m NGF) | Faciès dominant | Formation géologique |
|---|---|---|---|
| De 2 à 5 m | TN | Matériaux limoneux-argileux | Remblais |
| De 5 à 7,5 | 168/164,5 | Argiles à Meulières | Argiles à Meulières |
| Jusqu'à 23 m | 161,8/157 | Sable beige fin | Sables de Fontainebleau |

## 4.7. Contexte hydrologique

### 4.7.1. Réseau hydrographique

La zone d'étude est localisée à environ 1,6 Km, au Nord-Est du premier cours d'eau, la Bièvre, qui s'écoule altimétriquement environ 100m plus bas.

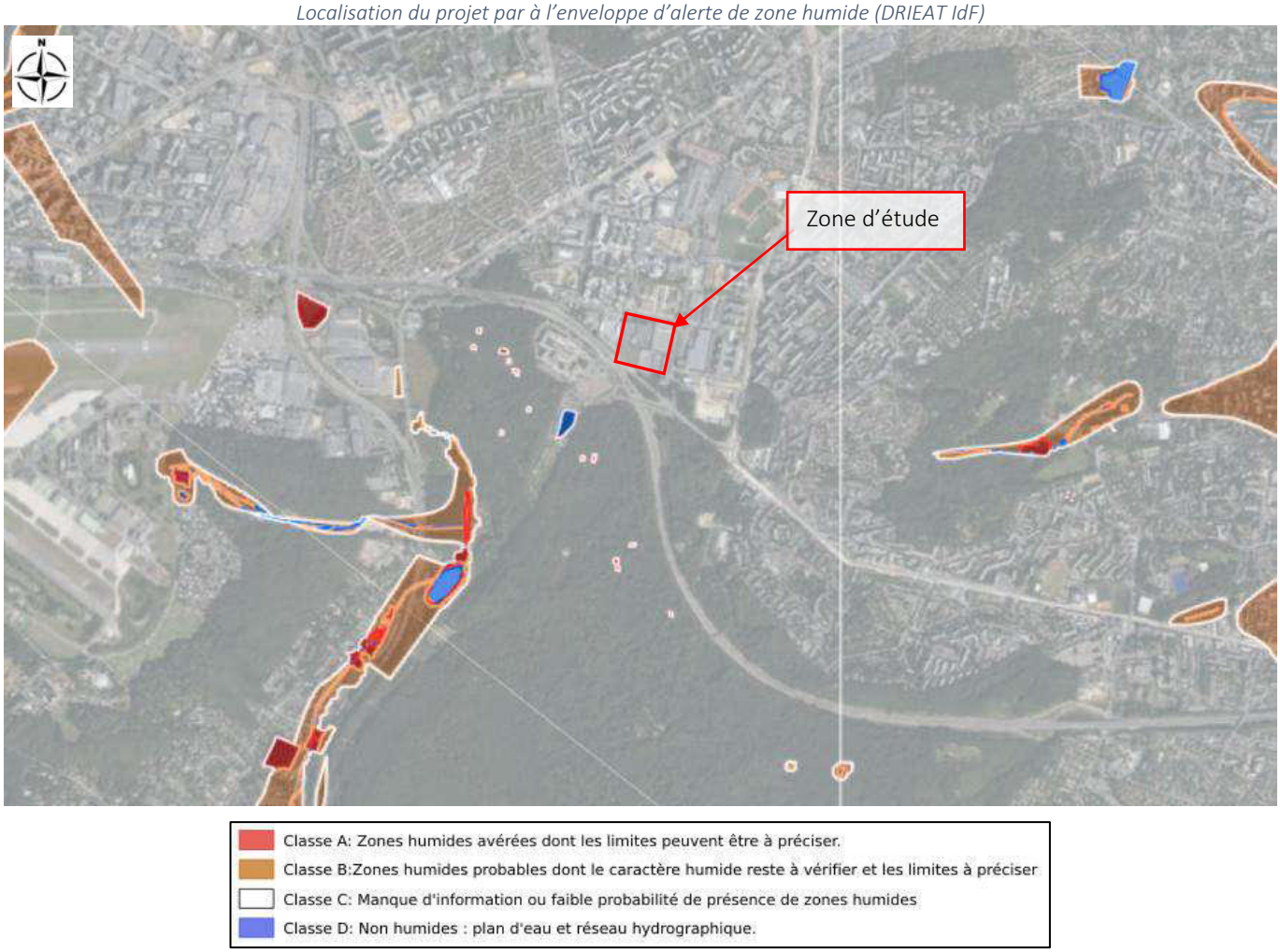
### 4.7.2. Risque d'inondation

Le département des Hauts-de-Seine (92) dispose d'un Dossier Départemental de Risques Majeurs. D'après ce document, la commune de Plessis Robinson n'est pas concernée par des risques d'inondation par débordement de cours d'eau.

## 4.8. Zone humide

Selon la cartographie régionale des zones humides (DRIEAT IdF), le site est en zone d'alerte de zone humide de classe C : manque d'information ou faible probabilité de présence de zone humide.

*Localisation du projet par à l'enveloppe d'alerte de zone humide (DRIEAT IdF)*



## 4.9. Mesures des niveaux d'eau souterraines au droit du site

3 ouvrages piézométriques ont été implantés au droit du site dans le cadre des études hydrogéologiques de SOLER IDE (cf. **annexe 2**).

*Plan d'implantation des piézomètres*

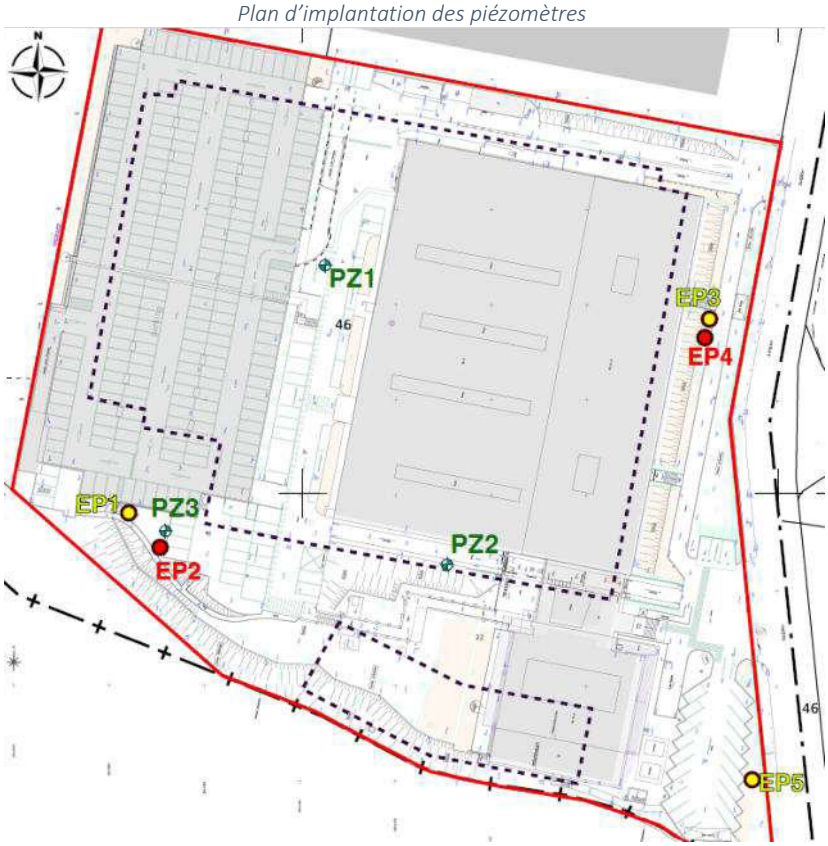



**Tableau 3 : Caractéristiques des ouvrages piézométriques (SOLER IDE)**

| Ouvrages | Référencement (L93) | Prof. (m/TN) | Crépine (m/TN) | Équipement | Repère | Aquifère capté |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PZ1 | X :644 408,9 m<br>Y : 6 852 925 m | 7 | De 1 à 7 | PVC 51/60 mm | B à C (TN) | Remblais/ Argile à Meulière |
| PZ2 | X : 644 432,6 m<br>Y : 6 852 863,4 m | 7 | De 1 à 7 | PVC 51/60 mm | B à C (TN) | |
| PZ3 | X : 644 374,9 m<br>Y : 6 852 868 ,2 m | 10 | De 7 à 10 | PVC 51/60 mm | B à C (TN) | Argile à meulière * |

** : Ce piézomètre était initialement prévu pour être équipé au sein des sables de Fontainebleau. Cependant, au droit de ce sondage, cette formation a été rencontrée à partir de 11,50m/TA environ. Par conséquent, PZ3 (dont la profondeur est de 10m/TA) indique également le niveau de la nappe au sein des argiles à Meulières.*

**Tableau 4 : Niveaux piézométriques au droit du site (SOLER IDE)**

| Ouvrage | Cote du repère (m NGF) | | 03/02/25 | 19/02/25 | 04/03/25 |
|---|---|---|---|---|---|
| PZ1 | 166,91, | NP (m/TN) | SEC | SEC | SEC |
| | | NP (m NGF) | / | / | / |
| PZ2 | 166,32 | NP (m/TN) | / | 3,68 | 3,57 |
| | | NP (m NGF) | / | 162,64 | 162,75 |
| PZ3 | 167,38 | NP (m/TN) | / | / | 4,23 |
| | | NP (m NGF) | / | / | 163,15 |

Nivellement selon plan topographique du maître d'ouvrage – NP = Niveau Piézométrique

NOTA : Les ouvrages PZ2 et PZ3 ont été installés à la fin du mois de février 2025, c'est pourquoi aucune mesure piézométrique n'a pu être réalisée dans les ouvrages, en date du 03/02/25 et 19/02/25.

Les mesures réalisées dans les piézomètres indiquent un niveau d'eau en PZ2 et PZ3 entre 3,57 et 4,23m/TA soit entre 162,64 et 163,15 mNGF. L'ouvrage PZ1, d'une profondeur de 7 m était quant à lui sec lors des différentes prises de mesure. Cette hétérogénéité est due à la lithologie argileuse présente sur site, les écoulements se faisant à la faveur de passées légèrement plus perméables.

Un suivi piézométrique automatique est en cours de réalisation (de mars à septembre 2025) dans les ouvrages PZ2 et PZ3 et permettra d'obtenir davantage d'information concernant les niveaux d'eau.

Remarque :
Les piézomètres doivent faire l'objet d'une déclaration auprès de la DRIEAT, d'après le code de l'Environnement (art. R214-1 relatif à la création d'installations, ouvrages, travaux et activités autrement dénommés IOTA). Il conviendra également de décider de leur sort : maintien pour surveillance ou comblement. L'**annexe 4** détaille ces éléments.

# 5. CAPACITÉ D'INFILTRATION DES TERRAINS EN PLACE

## 5.1. Méthodologie

Dans le but de déterminer la perméabilité d'infiltration des terrains superficiels (zone de pleine terre conservée), 5 sondages (notés de EP1 à EP5) ont été réalisés pour la réalisation d'essais par infiltration de type Porchet.

Les sondages ont été implantés d'après les objectifs et contraintes suivants :

- À la profondeur correspondant à la profondeur probable du fond du/des ouvrage(s) d'infiltration projeté(s) ;
- Au droit des futurs espaces verts en pleine terre ;
- Au droit d'une zone accessible ;
- En fonction de la position supposée des réseaux enterrés.

## 5.2. Réalisation des ouvrages

Les sondages ont été réalisés à la tarière mécanique (diamètre 150 mm), en février 2025 par SOL CONSEIL.
Le test de perméabilité concerne les Remblais. Le plan d'implantation est fourni en annexe 2.

**Tableau 5 : Coupes lithologiques des sondages**

| | EP1 | EP2 | EP3 |
|---|---|---|---|
| Diamètre du sondage | 150 mm | 150 mm | 150 mm |
| Profondeur du sondage | 1 m/TN | 2 m/TN | 1,2 m/TN |
| Lithologie | 0 – 1 m : Limons argileux marron | 0 – 1,4 m : Limons argileux marron<br>1,4 -2 m : Limons argileux noirâtres | 0 – 1m : Limons marron argileux + gravier<br>1 – 1,2 m : Sable fin marron |
| Horizon ciblé par l'essai | Remblais | Remblais | Remblais |

| | EP4 | EP5 |
|---|---|---|
| Diamètre du sondage | 150 mm | 150 mm |
| Profondeur du sondage | 2 m/TN | 1 m/TN |
| Lithologie | 0 – 1,6 m : Limons marron argileux + gravier<br>1,6 – 2 m : Argiles sableuses | 0 – 1 m : Terre végétale noir à bloc marneux |
| Horizon ciblé par l'essai | Remblais | Remblais |

## 5.3. Essais d'infiltration des sols superficiels

Les sondages sont saturés en eau dans un premier temps. Le volume d'eau pour arriver à saturation peut être important pour certains ouvrages. L'essai consiste à mesurer la quantité d'eau nécessaire au maintien de la saturation de l'eau dans l'ouvrage. La perméabilité est ensuite calculée selon la méthode appropriée : en régime permanent.

Calcul de la perméabilité K (m/s) :

$$K = \frac{Q}{m.D.\Delta h}$$

Q : débit de pompage ($m^3/s$)
m : coefficient de forme de la cavité
D : diamètre de la cavité (m)
Δh : variation de charge imposée (m)

À titre d'exemple, l'aptitude à l'infiltration est définie selon l'Évaluation des Procédés Nouveaux d'Assainissement des petites et moyennes Collectivités (EPNAC) :

**Tableau 6 : Classement des sols selon le coefficient de perméabilité**

| Perméabilité | | Typologie du sol | Aptitude à l'infiltration |
|---|---|---|---|
| m/s | mm/h | | |
| $K < 10^{-6}$ | $K < 4$ | Très peu perméable | Nulle |
| $10^{-6} < K < 3.10^{-6}$ | $4 < K < 11$ | Peu perméable | Mauvaise |
| $3.10^{-6} < K < 10^{-5}$ | $11 < K < 36$ | Perméabilité médiocre | Faible |
| $10^{-5} < K < 2.10^{-5}$ | $36 < K < 72$ | Assez perméable | Bonne |
| $2.10^{-5} < K < 5.10^{-5}$ | $72 < K < 180$ | Perméable | Bonne |
| $K > 5.10^{-5}$ | $K > 180$ | Très perméable | Très bonne |

## 5.4. Résultats des essais

Le tableau suivant présente les résultats des essais de perméabilité. Les feuilles de calculs sont présentées en **annexe 3**.

**Tableau 7 : Résultats des essais d'infiltration type Porchet**

| | EP1 | EP2 | EP3 |
|---|---|---|---|
| Temps de maintien de la saturation | 3h10 | 2h | 4h |
| Profondeur ouvrage pendant essai (m/TN) | 1,1m/TN | 2 m/TN | 1 m/TN |
| Profondeur de l'essai (m/TN) | 0,6 m/TN | 1,55 m/TN | 0,7 m/TN |
| Hauteur d'eau pendant l'essai (m) | 0,45 m | 0,45 m | 0,3 m |
| Perméabilité moyenne calculée (m/s) | $8,5.10^{-7}$ m/s | $1,4.10^{-4}$ m/s | $1,3.10^{-5}$ m/s |
| Typologie du sol | Très peu perméable | Très perméable | Assez perméable |
| Horizon ciblé par l'essai | Remblais | Remblais | Terrain de couverture/Remblais |

| | EP4 | EP5 |
|---|---|---|
| Temps de maintien de la saturation | 4h | 1h |
| Profondeur ouvrage pendant essai (m/TN) | 2 m/TN | 0,9 m/TN |
| Profondeur de l'essai (m/TN) | 1,8 m/TN | 0,6 m/TN |
| Hauteur d'eau pendant l'essai (m) | 0,2 m | 0,3 m |
| Perméabilité moyenne calculée (m/s) | $1,4.10^{-7}$ m/s | $1,4.10^{-4}$ m/s |
| Typologie du sol | Très peu perméable | Très perméable |
| Horizon ciblé par l'essai | Remblais | Remblais |

Remarque : lors de l'essai réalisé en EP2, il a été observé en fond de sondage, ce qui semble être un dispositif de drainage. La valeur de perméabilité indiquée n'est donc pas représentative de nature des terrains rencontrés et ne doit pas être prise en compte dans le calcul de dimensionnement des ouvrages de gestion des eaux pluviales.

Les perméabilités calculées sont globalement comprises **entre $1{,}4.10^{-7}$ et $1{,}4.10^{-4}$ m/s**. L'horizon des Remblais présente donc une perméabilité très hétérogène, en lien avec la nature de ce type de formation.

Remarque : il s'agit là d'une perméabilité à court terme. La capacité d'absorption peut diminuer pendant une période longue de saturation. Les essais ont été réalisés ponctuellement. Il peut exister des variations importantes et rapides de perméabilité au sein d'un même horizon (latéralement et/ou en profondeur).

# 6. CONCLUSION

Cette étude s'est concentrée sur l'estimation de la perméabilité des premiers horizons lithologiques : Terrain de couverture/Remblais, jusqu'à 2 m/sol, au droit de la zone théorique où pourraient être implantés des ouvrages de gestion des eaux pluviales.

D'après les essais, les perméabilités calculées sont comprises **entre $1{,}4.10^{-7}$ et $1{,}4.10^{-4}$ m/s**. L'horizon des Remblais présente donc une perméabilité très hétérogène, en lien avec la nature de ce type de formation.

Les mesures réalisées dans les piézomètres indiquent un niveau d'eau en PZ2 et PZ3 entre 3,57 et 4,23m/TA soit entre 162,64 et 163,15 mNGF. L'ouvrage PZ1, d'une profondeur de 7 m était quant à lui sec lors des différentes prises de mesure. Cette hétérogénéité est due à la lithologie argileuse présente sur site, les écoulements se faisant à la faveur de passées légèrement plus perméables.
Un suivi piézométrique automatique est en cours de réalisation (de mars à septembre 2025) dans les ouvrages PZ2 et PZ3 et permettra d'obtenir davantage d'information concernant les niveaux d'eau.

D'après le guide « La ville et son assainissement – Principes, méthodes et outils pour une meilleure intégration dans le cycle de l'eau » du Ministère de l'Environnement et du Développement Durable (MEDD) – édité par le CERTU en 2003, **il est recommandé de ne pas infiltrer des eaux de quelque nature que ce soit à moins d'un mètre du Niveau des Plus Hautes Eaux (sans occurrence associée)**.

# 7. PRÉCONISATION SUR LES MÉTHODES D'INFILTRATION

**Il est interdit d'infiltrer les eaux pluviales directement dans la nappe souterraine.**
Quelle que soit la méthode d'infiltration retenue, il est classiquement préconisé de respecter les distances minimales suivantes :

- **3 m** entre l'ouvrage et tout arbre ;
- **5 m** entre l'ouvrage et les bâtiments, en particulier les fondations ;
- le fond de l'ouvrage devra être à **1 m** du niveau des plus hautes eaux.

Remarque 1 : Il s'agira de vérifier que l'implantation du dispositif d'infiltration ne soit pas au droit de zones polluées afin d'éviter la migration de pollution et d'aggraver la qualité du milieu souterrain (**étude environnementale en cours de réalisation** et le respect des dispositions 2.3 & 3 du SDAGE Seine-Normandie 2022-2027).

Remarque 2 : Le dimensionnement final et la position des ouvrages (capacité, modèle, ...) devront être définis par le bureau d'étude VRD missionné pour ce projet.

Remarque 3 : Le VRD devra intégrer les **modalités et pratiques définies pour l'Île-de-France par la DRIEE** (cf. l'ouvrage Bien gérer les eaux de pluie en Île-de-France, février 2019), permettant de respecter les principes de gestion des eaux pluviales dans les différents textes réglementaires. Il est également demandé de se conformer au **Memento technique 2017 (ASTEE, décembre 2017)**.

Remarque 4 : D'après le document de référence Bien gérer les eaux de pluie en Île-de-France (Février 2019) : En cas de non-respect du principe de « zéro rejet » pour les petites pluies (les 10 premiers mm, a minima), les services de l'État demanderont systématiquement des informations complémentaires, ce qui **suspend l'instruction du dossier au titre de la loi sur l'eau. Le maître d'ouvrage s'expose à un rejet de son dossier** pour incompatibilité avec la réglementation en matière d'eaux pluviales. L'obligation du « zéro rejet » pour les 10 premiers mm est également détaillée dans le Guide Francilien : élaboration et instruction des dossiers relatifs à la gestion et aux rejets des eaux pluviales (août 2020).

Remarque 5 : En cas de récupération et réutilisation des eaux pluviales pour l'arrosage des espaces verts ou le nettoyage des voiries et parking du site, le projet devra se conformer à **l'arrêté du 21 Août 2008 relatif à la récupération des eaux de pluie et à leur usage à l'intérieur et à l'extérieur des bâtiments.**

Remarque 6 : Au regard de la rubrique 1.1.1.0 (ouvrages piézomètres en phase d'étude) de la nomenclature Loi sur l'Eau (article R.241-1 du Code de l'environnement), et dans le cadre de la réalisation d'ouvrage souterrain, non destiné à un usage domestique, exécuté en vue de la recherche ou de la surveillance d'eau souterraine, **le projet sera soumis au régime de la Déclaration** entrainant ainsi la production d'un Dossier à présenter aux administrations compétentes (Service Police de l'eau DRIEE).

Remarque 7 : Au regard de la rubrique 2.1.5.0. (gestion des eaux pluviales) de la nomenclature Loi sur l'Eau (article R.241-1 du Code de l'environnement), la surface du bassin versant dont les écoulements seront interceptés par le projet étant supérieure à 1 ha (soit > 10 000 $m^2$), **le projet sera soumis au régime de la Déclaration. La gestion des 10 premiers millimètres de pluies à la parcelle sans rejet au réseau doit être assurée. Les dispositifs de gestion des EP doivent être dimensionnés selon un événement d'occurrence 30ale, conformément aux prescriptions du SDAGE Seine Normandie 2022-2027.**

**Sur la base des hypothèses actuelles et d'après la nomenclature Loi sur l'Eau (Article R.214-1 du code de l'environnement), le projet est assujetti à Déclaration a minima aux rubriques 1.1.1.0. (déclaration de piézomètres) et 2.1.5.0. (gestion des eaux pluviales).**

*Cette étude a été menée sur la base des connaissances actuelles de l'état du site, du projet de réaménagement, et des connaissances scientifiques. Toute modification du projet, ou tout nouvel élément apporté, pourra modifier les conclusions de cette étude.*

*Nous restons à la disposition du Maître d'Ouvrage pour tout renseignement complémentaire.*

## LISTE DES ANNEXES

ANNEXE 1 PLAN DE LOCALISATION DU SITE
ANNEXE 2 IMPLANTATION DES OUVRAGES
ANNEXE 3 FEUILLES DE CALCUL DES ESSAIS D'INFILTRATION
ANNEXE 4 INFORMATION SUR LES OBLIGATIONS RELATIVES AUX PIÉZOMÈTRES
ANNEXE 5 CONDITIONS D'EXPLOITATION

# ANNEXE 1 PLAN DE LOCALISATION DU SITE

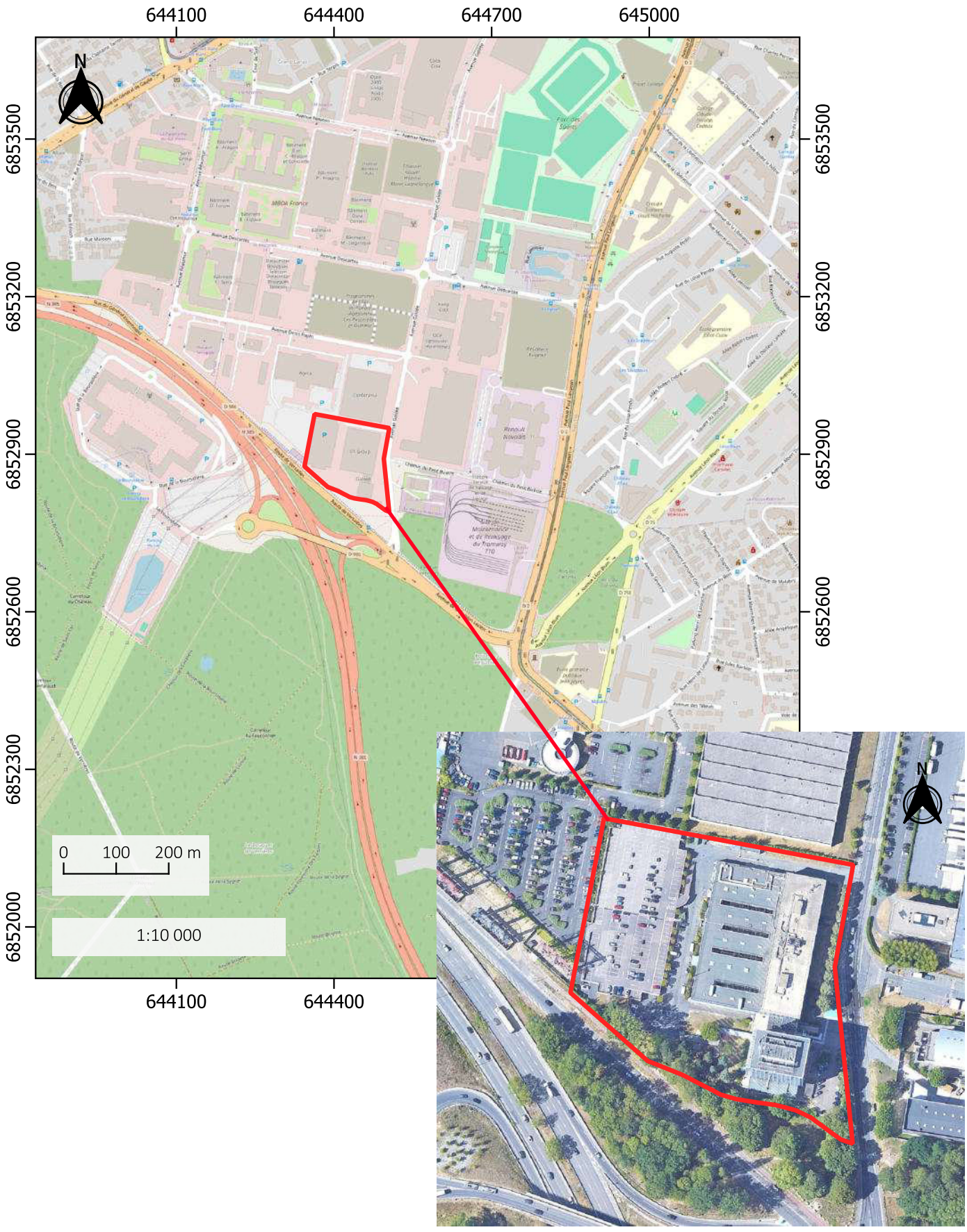
SOLER IDE
GROUPE VERTICAL SEA

# PLAN DE LOCALISATION DE LA ZONE D'ETUDE

Dossier : 128850 SI MAS 03c

Chantier : LE PLESSIS ROBINSON

Mission : HYDRO




DATE : 20/02/2025

Format A4

coordonnées en Lambert93

# ANNEXE 2 IMPLANTATION DES OUVRAGES

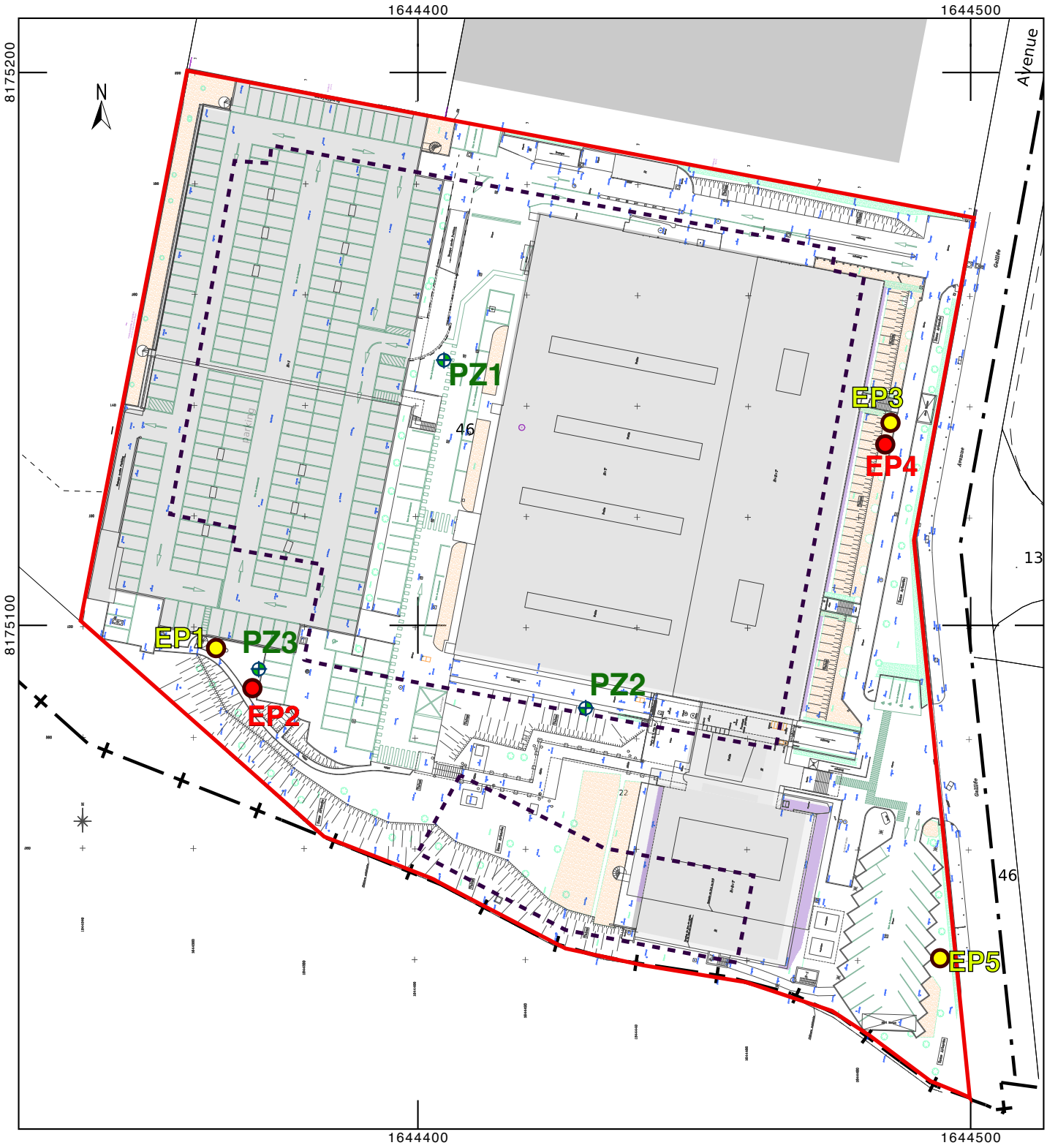
SOL CONSEIL
GROUPE VERTICAL SEA
SOLER IDE
GROUPE VERTICAL SEA

# IMPLANTATION PRÉVISIONNELLE DES INVESTIGATIONS PHASE 1

Dossier : **128850 SC/SI MAS**

Chantier : LE PLESSIS ROBINSON

Prestation : DIAG/G2 AVP/HYDRO




Légende :

- Emprise du projet
- Emprise des futurs sous-sols

Investigations Hydrogéologiques

- **PZx** : Piézomètres
- **EP1** : Essais Porchet à 1 m
- **EP2** : Essais Porchet à 2 m

Document en date du 12/03/2025 - Echelle : 1 / 1 000

10 m

# ANNEXE 3 FEUILLES DE CALCUL DES ESSAIS D'INFILTRATION

SOLER IDE
GROUPE VERTICAL SEA

# ESSAI D'INFILTRATION A CHARGE CONSTANTE

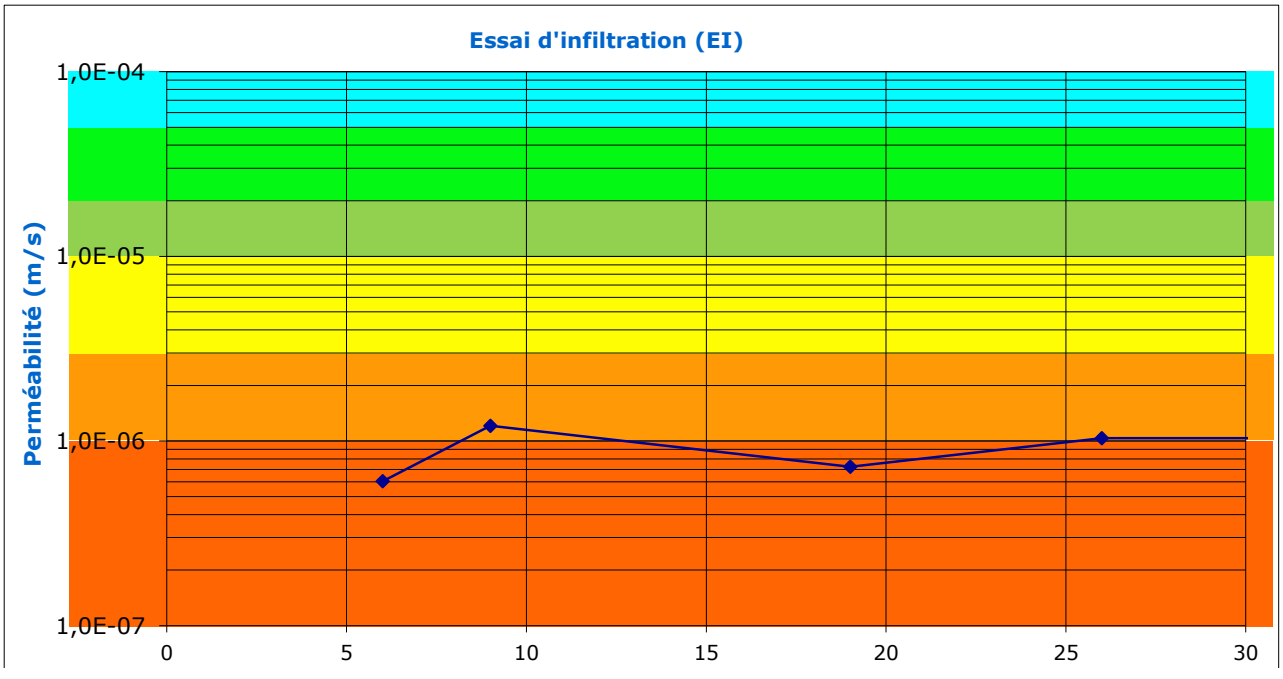
| | | |
|---|---|---|
| DOSSIER : | 128850 SI MAS 03c | Ingénieur : ACO |
| **SITE :** | **PLESSIS ROBINSON** | |
| Adresse : | 22 avenue Galilée | Opérateur : MF |
| **CLIENT :** | **EMERIGE TERTIAIRE** | 04/02/2025 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| **OUVRAGE :** | **EP1** | Essai n° | 1 |
| **Profondeur d'essai (m) :** | **0,60** | X (Lambert 93) : | |
| **Hauteur d'eau (m)** | **0,45** | Y (Lambert 93) : | |

| **Dimensions du puits** | | | **Saturation** | |
|---|---|---|---|---|
| Ø (m) | Prof (m) | Surface utile ($mm^2$) | Atteinte | Durée (h) |
| 0,15 | 1,05 | 229 729 | OUI | 03:10 |

| **Résultats** | | | |
|---|---|---|---|
| t (min) | V (mm3) | K (mm/h) | K (m/s) |
| 0 | 2 000 000 | - | - |
| 6 | 1 950 000 | 2 | 6,05E-07 |
| 9 | 1 900 000 | 4 | 1,21E-06 |
| 19 | 1 800 000 | 3 | 7,25E-07 |
| 26 | 1 700 000 | 4 | 1,04E-06 |
| 33 | 1 600 000 | 4 | 1,04E-06 |
| 41 | 1 500 000 | 3 | 9,07E-07 |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | **Moyenne** | **3** | **8,71E-07** |

K = V / 88357 x t



| Temps (min) |
|---|

Ø = Diamètre
P = Profondeur du puits

V = Volume d'eau mesuré
K = Perméabilité

SOLER IDE
GROUPE VERTICAL SEA

## ESSAI D'INFILTRATION A CHARGE CONSTANTE

| | | |
|---|---|---|
| DOSSIER : | 128850 SI MAS 03c | Ingénieur : ACO |
| **SITE :** | **PLESSIS ROBINSON** | |
| Adresse : | 22 avenue Galilée | Opérateur : MF |
| **CLIENT :** | **EMERIGE TERTIAIRE** | 04/02/2025 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| **OUVRAGE :** | **EP1** | Essai n° | 1 |
| **Profondeur d'essai (m) :** | **0,6** | X (Lambert 93) : | |
| **Hauteur d'eau (m)** | **0,45** | Y (Lambert 93) : | |

| Dimensions du puits | | | Saturation | |
|---|---|---|---|---|
| Ø (m) | Prof (m) | Surface utile ($mm^2$) | Atteinte | Durée (h) |
| 0,15 | 1,05 | 229 729 | OUI | 03:10 |



SOLER IDE
GROUPE VERTICAL SEA

# ESSAI D'INFILTRATION A CHARGE CONSTANTE

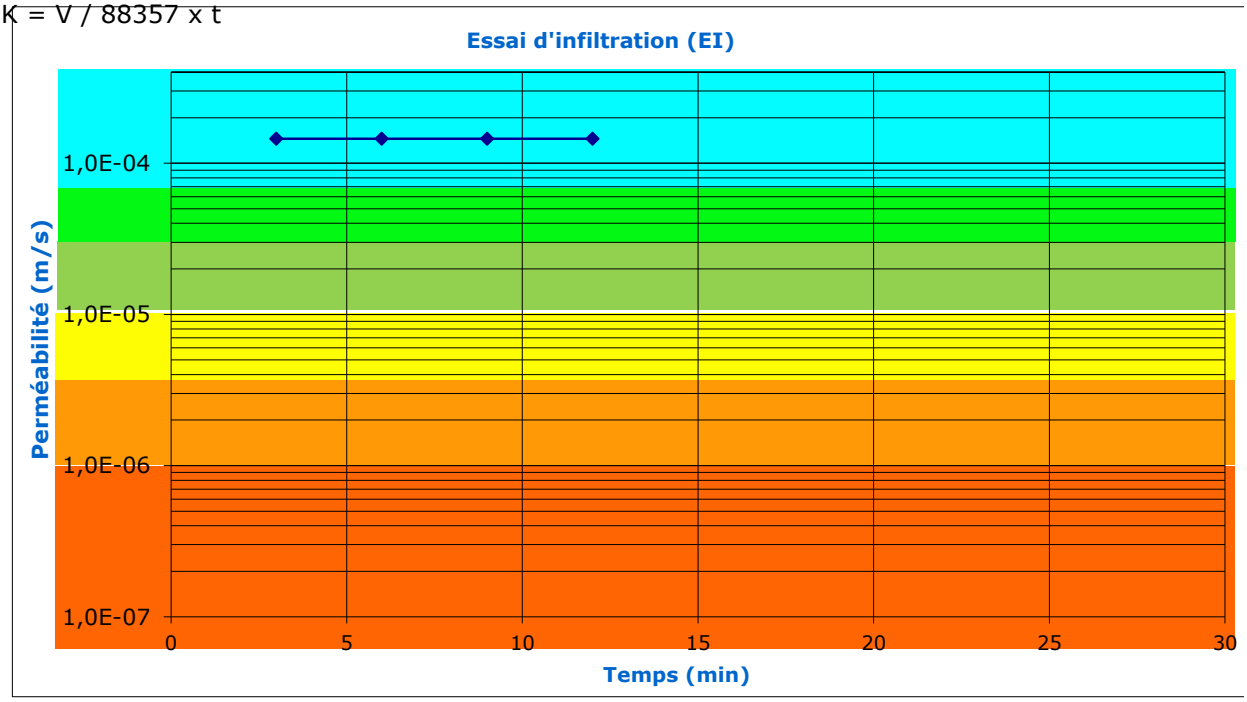
| | | |
|---|---|---|
| DOSSIER : | 128850 SI MAS 03c | Ingénieur : ACO |
| **SITE :** | **PLESSIS ROBINSON** | |
| Adresse : | 22 avenue Galilée | Opérateur : MF |
| **CLIENT :** | **EMERIGE TERTIAIRE** | 04/02/2025 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| **OUVRAGE :** | **EP2** | Essai n° | 1 |
| **Profondeur d'essai (m) :** | **1,58** | X (Lambert 93) : | |
| **Hauteur d'eau (m)** | **0,45** | Y (Lambert 93) : | |

| **Dimensions du puits** | | | **Saturation** | |
|---|---|---|---|---|
| Ø (m) | Prof (m) | Surface utile ($mm^2$) | Atteinte | Durée (h) |
| 0,15 | 2,03 | 229 729 | OUI | 02:00 |

| **Résultats** | | | |
|---|---|---|---|
| t (min) | V (mm3) | K (mm/h) | K (m/s) |
| 0 | 25 000 000 | - | - |
| 3 | 19 000 000 | 522 | 1,45E-04 |
| 6 | 13 000 000 | 522 | 1,45E-04 |
| 9 | 7 000 000 | 522 | 1,45E-04 |
| 12 | 1 000 000 | 522 | 1,45E-04 |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | **Moyenne** | **522** | **1,45E-04** |

K = V / 88357 x t



Ø = Diamètre
P = Profondeur du puits

V = Volume d'eau mesuré
K = Perméabilité

SOLER IDE
GROUPE VERTICAL SEA

## ESSAI D'INFILTRATION A CHARGE CONSTANTE

| | | |
|---|---|---|
| DOSSIER : | 128850 SI MAS 03c | Ingénieur : ACO |
| **SITE :** | **PLESSIS ROBINSON** | |
| Adresse : | 22 avenue Galilée | Opérateur : MF |
| **CLIENT :** | **EMERIGE TERTIAIRE** | 04/02/2025 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| **OUVRAGE :** | **EP2** | Essai n° | 1 |
| **Profondeur d'essai (m) :** | **1,58** | X (Lambert 93) : | |
| **Hauteur d'eau (m)** | **0,45** | Y (Lambert 93) : | |

| Dimensions du puits | | | Saturation | |
|---|---|---|---|---|
| Ø (m) | Prof (m) | Surface utile ($mm^2$) | Atteinte | Durée (h) |
| 0,15 | 2,03 | 229 729 | OUI | 02:00 |



SOLER IDE
GROUPE VERTICAL SEA

# ESSAI D'INFILTRATION A CHARGE CONSTANTE

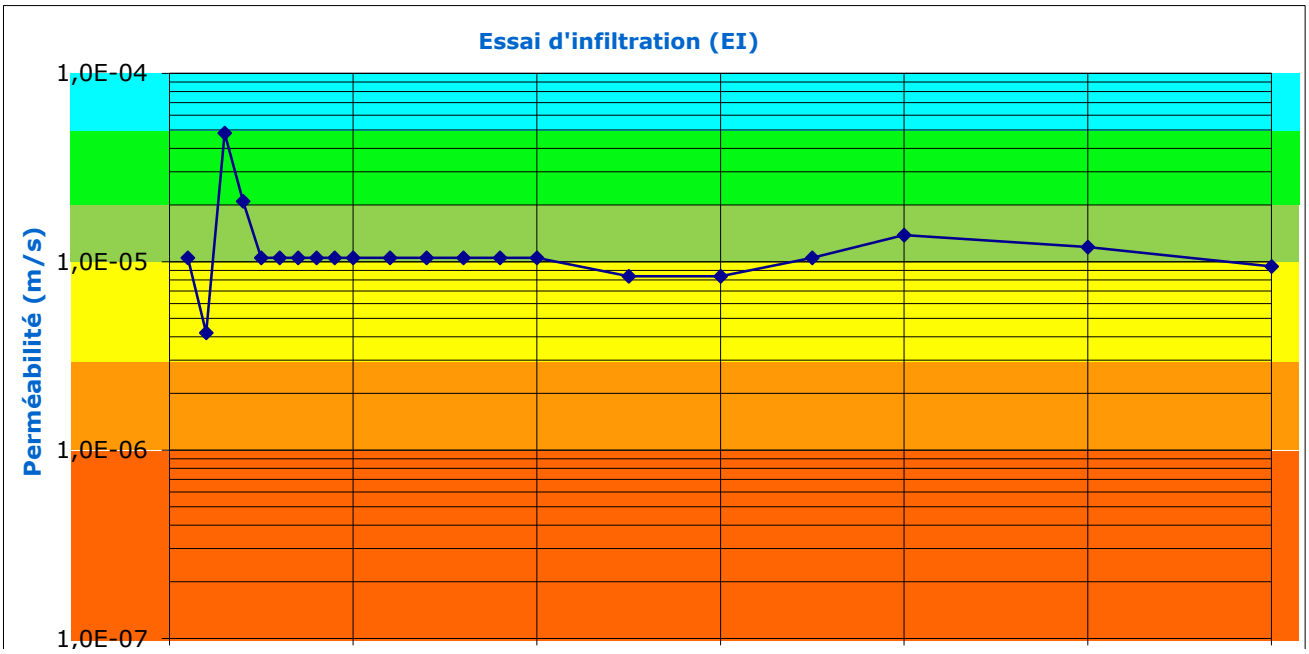
| | | |
|---|---|---|
| DOSSIER : | 128850 SI MAS 03c | Ingénieur : ACO |
| **SITE :** | **PLESSIS ROBINSON** | |
| Adresse : | 22 avenue Galilée | Opérateur : AT |
| **CLIENT :** | **EMERIGE TERTIAIRE** | 03/02/2025 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| **OUVRAGE :** | **EP3** | Essai n° | 1 |
| **Profondeur d'essai (m) :** | **0,71** | X (Lambert 93) : | |
| **Hauteur d'eau (m)** | **0,3** | Y (Lambert 93) : | |

| **Dimensions du puits** | | | **Saturation** | |
|---|---|---|---|---|
| Ø (m) | Prof (m) | Surface utile ($mm^2$) | Atteinte | Durée (h) |
| 0,15 | 1,01 | 159 043 | OUI | 04:00 |

| **Résultats** | | | |
|---|---|---|---|
| t (min) | V (mm3) | K (mm/h) | K (m/s) |
| 0 | 4 000 000 | - | - |
| 0,5 | 3 950 000 | 38 | 1,05E-05 |
| 1 | 3 930 000 | 15 | 4,19E-06 |
| 1,5 | 3 700 000 | 174 | 4,82E-05 |
| 2 | 3 600 000 | 75 | 2,10E-05 |
| 2,5 | 3 550 000 | 38 | 1,05E-05 |
| 3 | 3 500 000 | 38 | 1,05E-05 |
| 3,5 | 3 450 000 | 38 | 1,05E-05 |
| 4 | 3 400 000 | 38 | 1,05E-05 |
| 4,5 | 3 350 000 | 38 | 1,05E-05 |
| 5 | 3 300 000 | 38 | 1,05E-05 |
| 6 | 3 200 000 | 38 | 1,05E-05 |
| 7 | 3 100 000 | 38 | 1,05E-05 |
| 8 | 3 000 000 | 38 | 1,05E-05 |
| 9 | 2 900 000 | 38 | 1,05E-05 |
| 10 | 2 800 000 | 38 | 1,05E-05 |
| 12,5 | 2 600 000 | 30 | 8,38E-06 |
| 15 | 2 400 000 | 30 | 8,38E-06 |
| 17,5 | 2 150 000 | 38 | 1,05E-05 |
| 20 | 1 820 000 | 50 | 1,38E-05 |
| 25 | 1 250 000 | 43 | 1,19E-05 |
| 30 | 800 000 | 34 | 9,43E-06 |
| | | | |
| | | | |
| | **Moyenne** | **37** | **1,03E-05** |

K = V / 88357 x t



0 5 10 15 20 25 30

**Temps (min)**

Ø = Diamètre
P = Profondeur du puits
V = Volume d'eau mesuré
K = Perméabilité

SOLER IDE
GROUPE VERTICAL SEA

## ESSAI D'INFILTRATION A CHARGE CONSTANTE

| | | |
|---|---|---|
| DOSSIER : | 128850 SI MAS 03c | Ingénieur : ACO |
| **SITE :** | **PLESSIS ROBINSON** | |
| Adresse : | 22 avenue Galilée | Opérateur : AT |
| **CLIENT :** | **EMERIGE TERTIAIRE** | 03/02/2025 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| **OUVRAGE :** | **EP3** | Essai n° | 1 |
| **Profondeur d'essai (m) :** | **0,71** | X (Lambert 93) : | |
| **Hauteur d'eau (m)** | **0,3** | Y (Lambert 93) : | |

| **Dimensions du puits** | | | **Saturation** | |
|---|---|---|---|---|
| Ø (m) | Prof (m) | Surface utile ($mm^2$) | Atteinte | Durée (h) |
| 0,15 | 1,01 | 159 043 | OUI | 04:00 |



SOLER IDE
GROUPE VERTICAL SEA

# ESSAI D'INFILTRATION A CHARGE CONSTANTE

| | | |
|---|---|---|
| DOSSIER : | 128850 SI MAS 03c | Ingénieur : ACO |
| **SITE :** | **PLESSIS ROBINSON** | |
| Adresse : | 22 avenue Galilée | Opérateur : AT |
| **CLIENT :** | **EMERIGE TERTIAIRE** | 03/02/2025 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| **OUVRAGE :** | **EP4** | Essai n° | 1 |
| **Profondeur d'essai (m) :** | **1,84** | X (Lambert 93) : | |
| **Hauteur d'eau (m)** | **0,23** | Y (Lambert 93) : | |

| **Dimensions du puits** | | | **Saturation** | |
|---|---|---|---|---|
| Ø (m) | Prof (m) | Surface utile ($mm^2$) | Atteinte | Durée (h) |
| 0,15 | 2,07 | 126 056 | OUI | 04:00 |

| **Résultats** | | | |
|---|---|---|---|
| t (min) | V (mm3) | K (mm/h) | K (m/s) |
| 0 | 4 000 000 | - | - |
| 2 | 3 990 000 | 2 | 6,61E-07 |
| 7 | 3 985 000 | 0 | 1,32E-07 |
| 10 | 3 980 000 | 1 | 2,20E-07 |
| 20 | 3 975 000 | 0 | 6,61E-08 |
| 25 | 3 970 000 | 0 | 1,32E-07 |
| | | | |
| | | | |
| | | |

| Temps (min) |
|---|

Ø = Diamètre
P = Profondeur du puits

V = Volume d'eau mesuré
K = Perméabilité

SOLER IDE
GROUPE VERTICAL SE

## ESSAI D'INFILTRATION A CHARGE CONSTANTE

| | | |
|---|---|---|
| DOSSIER : | 128850 SI MAS 03c | Ingénieur : ACO |
| **SITE :** | **PLESSIS ROBINSON** | |
| Adresse : | 22 avenue Galilée | Opérateur : AT |
| **CLIENT :** | **EMERIGE TERTIAIRE** | 03/02/2025 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| **OUVRAGE :** | **EP4** | Essai n° | 1 |
| **Profondeur d'essai (m) :** | **1,84** | X (Lambert 93) : | |
| **Hauteur d'eau (m)** | **0,23** | Y (Lambert 93) : | |

| Dimensions du puits | | | Saturation | |
|---|---|---|---|---|
| Ø (m) | Prof (m) | Surface utile ($mm^2$) | Atteinte | Durée (h) |
| 0,15 | 2,07 | 126 056 | OUI | 04:00 |



SOLER IDE
GROUPE VERTICAL SEA

# ESSAI D'INFILTRATION A CHARGE CONSTANTE

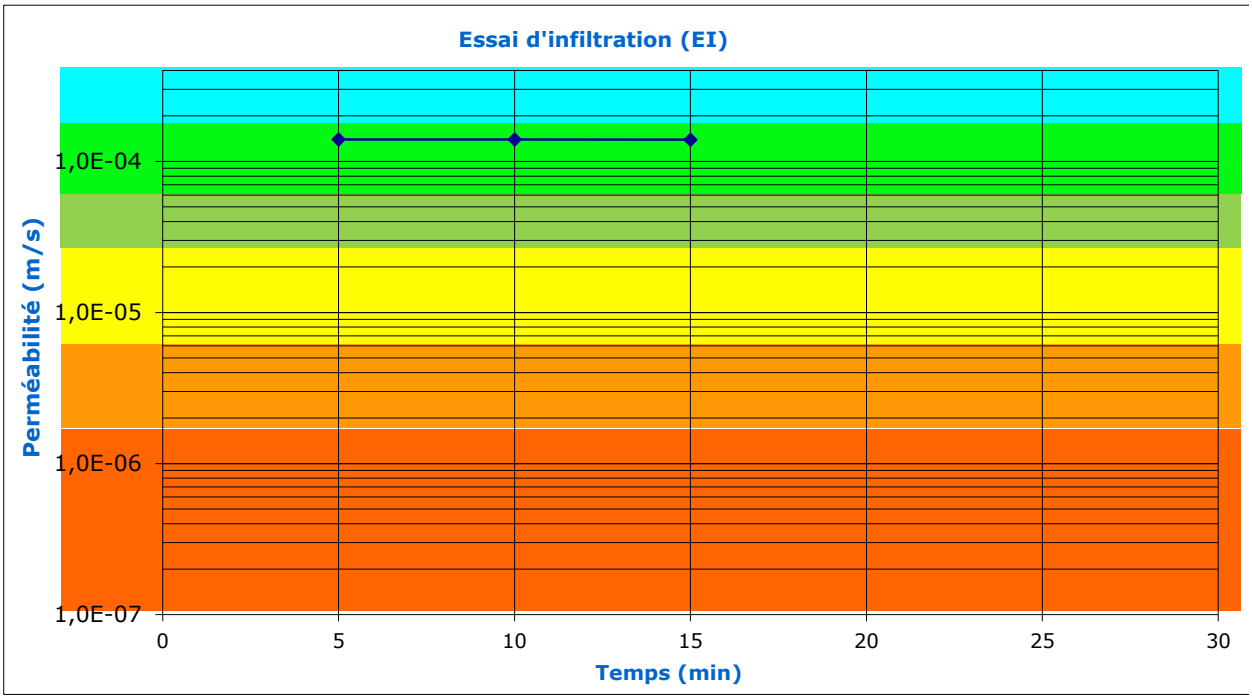
| | | |
|---|---|---|
| DOSSIER : | 128850 SI MAS 03c | Ingénieur : ACO |
| **SITE :** | **PLESSIS ROBINSON** | |
| Adresse : | 22 avenue galilé | Opérateur : MF |
| **CLIENT :** | **EMERIGE TERTIAIRE** | 19/02/2025 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| **OUVRAGE :** | **EP5** | Essai n° | 1 |
| **Profondeur d'essai (m) :** | **0,60** | X (Lambert 93) : | |
| **Hauteur d'eau (m)** | **0,3** | Y (Lambert 93) : | |

| Dimensions du puits | | | Saturation | |
|---|---|---|---|---|
| Ø (m) | Prof (m) | Surface utile ($mm^2$) | Atteinte | Durée (h) |
| 0,15 | 0,90 | 159 043 | OUI | 01:00 |

| Résultats | | | |
|---|---|---|---|
| t (min) | V (mm3) | K (mm/h) | K (m/s) |
| 0 | 20 000 000 | - | - |
| 5 | 13 330 000 | 503 | 1,40E-04 |
| 10 | 6 660 000 | 503 | 1,40E-04 |
| 15 | 10 000 | 502 | 1,39E-04 |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | **Moyenne** | **503** | **1,40E-04** |

K = V / 88357 x t



Ø = Diamètre
P = Profondeur du puits

V = Volume d'eau mesuré
K = Perméabilité

SOLER IDE
GROUPE VERTICAL SEA

## ESSAI D'INFILTRATION A CHARGE CONSTANTE

| | | |
|---|---|---|
| DOSSIER : | 128850 SI MAS 03c | Ingénieur : ACO |
| **SITE :** | **PLESSIS ROBINSON** | |
| Adresse : | 22 avenue galilé | Opérateur : MF |
| **CLIENT :** | **EMERIGE TERTIAIRE** | 19/02/2025 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| **OUVRAGE :** | **EP5** | Essai n° | 1 |
| **Profondeur d'essai (m) :** | **0,6** | X (Lambert 93) : | |
| **Hauteur d'eau (m)** | **0,3** | Y (Lambert 93) : | |

| **Dimensions du puits** | | | **Saturation** | |
|---|---|---|---|---|
| Ø (m) | Prof (m) | Surface utile ($mm^2$) | Atteinte | Durée (h) |
| 0,15 | 0,90 | 159 043 | OUI | 01:00 |



# ANNEXE 4 INFORMATION SUR LES OBLIGATIONS RELATIVES AUX PIÉZOMÈTRES

## ➢ Déclaration d'ouvrages piézométriques

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

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

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



Direction régionale et interdépartementale de l'Environnement et de l'Énergie en Île-de-France

Service Police de l'Eau

Cellule Paris proche couronne
12 cours Louis Lumière - CS 70037
94307 Vincennes Cedex

Sondage, forage, piézomètre et puits

Départements de Paris (75), des Hauts-de-Seine (92), de Seine-Saint-Denis (93), du Val-de-Marne (94)

Dossier de déclaration pour la réalisation ou la régularisation de :

Sondage, forage, piézomètre, puits

Rubrique 1.1.1.0
de la nomenclature annexée à l'article R.214-1 du code de l'environnement

Ce dossier de déclaration ne vaut pas accord de l'administration et ne préjuge pas des suites données par le service instructeur qui peut exiger des pièces complémentaires, ou le dépôt d'un dossier d'autorisation ou de déclaration au sens des articles R.214-1 et suivants du code de l'environnement.

Le présent formulaire peut également être utilisé pour le dépôt d'un dossier sur l'ensemble du territoire de compétence du service Police de l'Eau de la DRIEE Île-de-France (cf. page 2 pour en savoir plus)

Document d'accompagnement à joindre au dossier de déclaration « loi sur l'eau »

Rubrique 1.1.1.0
Sondage, forage, piézomètre et puits

I. RENSEIGNEMENTS CONCERNANT LE DECLARANT

Vous

Nom (ou raison sociale) :
Prénom :
Adresse :
Code Postal :
Ville :
Tél :
Courriel :
Nom et qualité du signataire de la demande si personne morale :
N° SIRET :

Ce document doit être joint au dossier de déclaration lorsque le projet concerne la rubrique 1.1.1.0 de la nomenclature annexée à l'article R.214-1 du code de l'environnement :

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

Cette rubrique fait l'objet d'un arrêté en date du 11 septembre 2003, qui fixe les prescriptions générales qui doivent être respectées lors de tout sondage, forage, création de puits ou d'ouvrage souterrain soumis à déclaration. Le respect de ces prescriptions pourra faire l'objet d'un contrôle par les services de l'Etat.
Consulter l'arrêté du 11 septembre 2003 relatif à la rubrique 1.1.1.0

Dans le cas où vous remplissez d'autres documents similaires, votre projet relevant de plusieurs rubriques de la nomenclature « eau » au titre de la déclaration, vous pouvez ne compléter qu'une seule fois les champs identiques.

Attention, ce document est une aide à la constitution du dossier de déclaration « loi sur l'eau » et ne s'y substitue pas. Vous devez également veiller à vérifier que votre projet respecte les autres réglementations : Code de l'environnement, Code civil, Code de l'urbanisme, Code minier, Code rural, Code forestier...

En cochant cette case, je certifie avoir pris connaissance de l'arrêté du 11 septembre 2003 relatif à la rubrique 1.1.1.0 et que les informations du présent formulaire sont exactes. Je me tiens à la disposition des services de police de l'eau pour tout complément d'information ainsi que pour toute vérification ou contrôle ultérieur. ☐

Fait à , le

(signature)

Rubrique 1.1.1.0 – à joindre au dossier de déclaration « loi sur l'eau » 1/5

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

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

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

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

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

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

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

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



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

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

Imprimé à renvoyer dûment complété à :

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

Réservé à l'Administration

| | MAÎTRE D'OUVRAGE (1) | MAÎTRE D'OEUVRE (1) | ENTREPRENEUR (1) |
|---|---|---|---|
| Nom, Prénom (ou raison sociale) : | | | |
| Adresse complète : | | | |
| Tél. : | | | |

Nature : puits - forage (2) : ..... Numéro : .....

Objet (3) :
☐ forage de recherche — Indiquer la substance : .....
☐ forage d'exploitation — Indiquer la substance : .....
☐ forage de reconnaissance — Indiquer la nature (eau, hydrocarbures, autres) : .....
☐ piézomètre
☐ arrosage
☐ irrigation
☐ eau potable
☐ eau industrielle — Préciser : .....
☐ réinjection
☐ déminéralisation
☐ autres — Préciser : .....

Profondeur prévue de l'ouvrage : .....

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

FORAGE D'EAU
S'il s'agit d'un ouvrage de prélèvement d'eau, indiquer :
- le nom de la nappe dans laquelle le prélèvement va être effectué : .....
- le débit horaire escompté sur la base des données disponibles : ..... m³/h
- date d'envoi de la déclaration en Préfecture (4) : .....
- date d'envoi de la demande d'autorisation en Préfecture (5) : .....
(si le volume prélevé > 200 000 m³/an ou si l'ouvrage se situe en zone de répartition des eaux et au-delà de capacité de prélèvement > 8 m³/h)

DIVERS
Le déclarant est (6) : Maître d'ouvrage - Maître d'ouvrage – Entrepreneur

Date et signature

(1) Propriétaire de l'ouvrage
(2) Préciser en outre si forage ou fouille
(3) Préciser en outre si fouille ou forage
(4) Rayer la mention inutile ou compléter le cas échéant.
(5) Cocher la case correspondante et compléter éventuellement
(6) Les déclarations doivent être adressées au plus tard deux mois avant début prévu des travaux.
(7) La demande d'autorisation annule et remplace dès à présent la déclaration déjà envoyée.
N.B. : Une déclaration détaillée pourra vous être demandée sur vos travaux.

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

## ➢ Comblement des ouvrages :

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

Article 13 : Abandon

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

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

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

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

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

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

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

## ➢ Risques administratifs :

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

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

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

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

# ANNEXE 5 CONDITIONS D'EXPLOITATION

# CONDITIONS D'EXPLOITATION DES ETUDES D'ENVIRONNEMENT

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

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

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

1/ RECOMMANDATIONS ESSENTIELLES :

Ce RAPPORT et toutes ces annexes identifiées constitue un ensemble indissociable.
Un exemplaire numérique est transmis au client par voie informatique. Un exemplaire est conservé informatiquement par SOLER IDE.

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

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

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

2/ RECONNAISSANCE PAR POINT :

Cette étude est basée sur un nombre limité de sondages et de mesures.
Il est précisé que cette étude repose sur une reconnaissance par point dont la maille ne permet pas de lever la totalité des aléas toujours possibles en milieu naturel.
En effet des hétérogénéités, discontinuités et aléas d'exécution peuvent apparaître compte tenu du rapport entre volume échantillonné ou testé et le volume sollicité par l'ouvrage, et ce d'autant plus que ces singularités éventuelles sont limitées en extension.

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

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

3/ DURÉE LIMITÉE DE VALIDITE DU RAPPORT :

La modification naturelle ou artificielle de facteurs déterminants pour l'environnement peut rendre caduc tout ou partie des résultats et conclusions précisés dans ce rapport d'étude (nouvelles activités, remontée de la nappe, fuite ou accidents sur cuves...).
De nouvelles Lois ou Jurisprudences peuvent modifier les obligations et responsabilités.
L'évolution des connaissances techniques et scientifiques peut rendre obsolètes nos conclusions.

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

Au-delà de ce délai, il est indispensable que nous soyons, si nécessaire, consultés par le Maître d'Ouvrage et le Maître d'Oeuvre afin de réactualiser le rapport, après vérification des divers facteurs.
L'exploitation des conclusions au-delà de ce délai, en l'absence de réactualisation ne pourra contractuellement engager notre responsabilité.

4/ MODIFICATION DU PROJET :

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

Toute modification apportée au projet, soit pour des raisons techniques, soit pour des raisons économiques, doit être communiquée à SOLER IDE, rédacteur de l'étude. Lui seul pourra déterminer les conséquences de ces changements sur ses conclusions de l'étude.
Ces modifications pourront faire l'objet d'une note complémentaire ou d'un nouveau rapport, éventuellement après un complément de reconnaissance.
Nous ne saurions être tenus responsables des modifications intervenues après cette étude qu'après avoir donné notre avis écrit sur lesdites modifications.

Le Maître d'Ouvrage doit nous informer officiellement de l'ouverture réelle du chantier, afin que les couvertures d'assurances soient effectives.
L'absence de cette information risque d'entraîner la non-couverture par notre compagnie d'assurances.

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

Les missions en référence à la norme NF 31-620 ne couvrent qu'un domaine spécifique de la conception ou de la construction :

- les missions du domaine A de la norme (Études, contrôle) engage notre société sur son devoir de conseil dans le cadre strict des objectifs explicitement définis dans notre proposition technique sur la base de laquelle la commande et ses avenants éventuels ont été établis, et du projet décrit par les documents graphiques ou plan cités dans le présent rapport ; ces missions ne peuvent pas garantir l'obligation de résultats comme le dimensionnement, les quantités, les coûts, les délais.

- les missions du domaine B de la norme (Ingénierie des travaux) engagent notre société dans le domaine de la Maîtrise d'Oeuvre dans les limites des contrats fixant l'étendue de la mission et la ou les parties d'ouvrages concernés.

- les missions non codifiées par la norme (Étude d'Impact, Étude Réglementaire...) engage notre Société sur la seule base de ses engagements contractuels.

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

# Annexe 2c : Étude hydrogéologique – niveau des plus hautes eaux

# ÉTUDE HYDROGÉOLOGIQUE : NPHE – ESTIMATION DES DÉBITS D'EXHAURE – ÉTUDE D'INFILTRATION

## RAPPORT

Référence de proposition : 128850 SI MAS 07a

## 22, avenue Galilée 92 350 LE PLESSIS-ROBINSON



CLIENT : EMERIGE
121, avenue de Malakoff
75 116 PARIS

Agence Nord Île-de-France
11, rue René Cassin - 91300 Massy - Tél. : 01 60 13 69 10 - nordidf@vertical-sea.com
Siège social : SOLER IDE - 11, rue René Cassin - 91300 Massy - Tél. : 01 60 13 69 10
SAS au capital de 218 400 € - RCS Évry B 500 274 972 - TVA/FR 91500274972 – NAF 7112 B
vertical-sea.com

# ÉTUDE HYDROGÉOLOGIQUE : NPHE – ESTIMATION DES DÉBITS D'EXHAURE – ÉTUDE D'INFILTRATION

## 22, avenue Galilée 92 350 LE PLESSIS-ROBINSON

| Dossier | Agence | N° prestation | Prestation | N° Pièce | Type Document | Date | Commentaires / version |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 128850 | SI MAS | 07a | B-HYDRO | 4 | Rapport | 16/02/2026 | État : intermédiaire<br>Suivi piézométrique en cours depuis le 04/03/2025 |

| Rédacteur | Chef de projet | Superviseur |
|---|---|---|
| Antoine TREDOULAT | Clément HEUZE | Clément HEUZE |

### ETUDE(S) HYDROGEOLOGIQUE(S) PRÉCÉDEMMENT RÉALISÉE(S) PAR SOLER IDE

| Dossier | Agence | N° prestation | Prestation | N° Pièce | Type Document | Date | Titre / Objet du document |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 128850 | SI MAS | 03c | B-INF | 1 | Note technique | 12/03/2025 | Estimation de la capacité d'infiltration des sols superficiels |
| | | 06a | B-HYDRO | 2 | Note technique | 30/04/2025 | Estimation des débits d'exhaure |
| | | 07a | B-HYDRO | 3 | Rapport | 02/10/2025 | Étude hydrogéologique -NPHE |

### CONDITIONS D'EXPLOITATIONS DU PRÉSENT RAPPORT

L'utilisation de ce rapport doit respecter les conditions d'exploitation des études d'environnement (voir **annexe 7**).

En particulier :

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

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

# SOMMAIRE

1. SYNTHESE NON TECHNIQUE ..... 6
2. MISSIONS ..... 7
3. ÉTUDE DOCUMENTAIRE ..... 8
3.1. DOCUMENTS DE REFERENCE ..... 8
3.2. DESCRIPTIF DU SITE ..... 9
3.3. RAPPEL DU PROJET ..... 10
3.4. TOPOGRAPHIE ..... 11
3.5. CONTEXTE METEOROLOGIQUE ..... 11
3.6. CONTEXTE GEOLOGIQUE ..... 12
*3.6.1. Généralités ..... 12*
*3.6.2. Nature des sols ..... 12*
3.7. CONTEXTE HYDROLOGIQUE ..... 14
*3.7.1. Réseau hydrographique ..... 14*
*3.7.2. Risque d'inondation ..... 14*
3.8. ZONE HUMIDE ..... 15
3.9. CONTEXTE HYDROGEOLOGIQUE ..... 16
*3.9.1. Entités et masses d'eau souterraine concernée (SIGESSN) ..... 16*
*3.9.2. Aquifère au droit du site ..... 16*
*3.9.3. Risques de remontée de nappe ..... 17*
*3.9.4. Zone de répartition des eaux ..... 17*
4. NIVEAUX D'EAU HISTORIQUES STATIQUES ..... 18
4.1. CARTE HYDROGEOLOGIQUE DE 1862 (DELESSE) ..... 18
4.2. ATLAS AQUIFERE DE LA REGION PARISIENNE DE 1970 ..... 19
4.3. DONNEES NATIONALES DE LA BSS ..... 19
4.4. POMPAGES VOISINS ET INFLUENCE POTENTIELLE AU DROIT DU SITE ..... 20
*4.4.1. Prélèvements recensés par l'Agence de l'Eau ..... 20*
*4.4.2. Captages recensés par le BRGM (BSS) ..... 20*
*4.4.3. Captages d'eau potable (ARS) ..... 20*
*4.4.4. Influence à long terme des forages et chantiers voisins ..... 21*
5. SUIVIS PIEZOMETRIQUES ..... 22
5.1. NIVEAUX D'EAU SUR SITE ..... 22
6. SYNTHESE DES DONNEES HYDROGEOLOGIQUES ..... 25
7. ESTIMATION DES NIVEAUX DES PLUS HAUTES EAUX ..... 26
7.1. GENERALITE ..... 26
7.2. METHODOLOGIE ..... 27

7.3. DEFINITION DU NIVEAU MOYEN ....27
7.4. RECHARGE PAR INFILTRATION DES EAUX PLUVIALES ($B_L$) ....28
*7.4.1. Coefficients de Montana ....28*
*7.4.2. Variations liées à la pluviométrie ....28*
*7.4.3. Impact lié à un orage ....29*
7.5. VARIATION REGIONALE DE LA NAPPE ($B_R$) ....29
7.6. INCIDENCE D'UNE ONDE DE CRUE ....29
7.7. REMONTEE DE NAPPE PAR ARRET DES POMPAGES (R) ....30
**8. SYNTHESE DE LA NPHE ....31**
8.1. SYNTHESE DU CONTEXTE DE L'ETUDE ....31
8.2. PHASE DEFINITIVE ....31
8.3. PHASE TRAVAUX ....32
**9. ESTIMATION DES DEBITS EN PHASE CHANTIER ....33**
9.1. ESTIMATION DES PERMEABILITES ....33
*9.1.1. Méthodologie ....33*
*9.1.2. Résultats des essais ....34*
9.2. ESTIMATION DU DEBIT D'EXHAURE DE LA FOUILLE EN PHASE TRAVAUX ....34
*9.2.1. Hypothèses de travail ....34*
*9.2.2. Méthode de Schneebeli ....36*
*9.2.3. Remarques ....37*
9.3. TECHNIQUE DE RABATTEMENT ....37
9.4. CONDITIONS DE REJET DES EAUX D'EXHAURE EN PHASE CHANTIER ....38
9.5. ANALYSE DES EAUX DE REJET ....39
**10. FIXATION DU CONTEXTE REGLEMENTAIRE ....41**
10.1. CODE DE L'ENVIRONNEMENT R.214 ....41
10.2. ARTICLE R.122-2 DU CODE DE L'ENVIRONNEMENT ....42

# LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Niveaux provisoires des infrastructures ..... 10
Tableau 2 : Contexte météorologique régional (station de l'aéroport d'Orly (91)) ..... 11
Tableau 3 : Synthèse lithologique des sondages (SOL CONSEIL) ..... 12
Tableau 4 : Niveaux d'eau recensés à proximité (BRGM) ..... 19
Tableau 5 : Captages recensés à proximité (BRGM) ..... 20
Tableau 6 : Caractéristiques des ouvrages piézométriques de SOLER IDE ..... 22
Tableau 7 : Niveaux piézométriques au droit du site ..... 23
Tableau 8 : Extrait de la pluviométrie mensuelle (Station de l'aéroport d'Orly (91)d'Orly) ..... 24
Tableau 9 : Coefficient de Montana – Station de l'aéroport d'Orly, pluies de 15 min à 24 h ..... 28
Tableau 10 : Calculs des hauteurs de pluie pour des évènements pluviométriques exceptionnels de 5 h ..... 28
Tableau 11 : Calculs de l'élévation théorique du niveau d'eau au sein de l'aquifère pour une pluie de 5 h ..... 29
Tableau 12 : Niveaux provisoires des infrastructures ..... 31
Tableau 13 : Synthèse des niveaux d'eau ..... 32
Tableau 14 : Résultats des essais de perméabilité ..... 34
Tableau 15 : Estimation des débits d'exhaure ..... 36
Tableau 16 : Paramètres des eaux de nappe et comparaison aux valeurs seuils des concessionnaires du réseau ..... 40
Tableau 17 : Synthèse des rubriques concernées par le projet au regard de l'article R.214 du code de l'environnement ..... 41
Tableau 18 : Synthèse des rubriques relatives aux études d'impact selon l'article R.122-2 du code de l'environnement ..... 42

# LISTE DES ANNEXES

ANNEXE 1 PLAN DE LOCALISATION DU SITE
ANNEXE 2 IMPLANTATION DES OUVRAGES
ANNEXE 3 COEFFICIENTS DE MONTANA – STATION DE l'AÉROPORT D'ORLY
ANNEXE 4 FEUILLE DE CALCULS (ESSAIS LEFRANC)
ANNEXE 5 RÉSULTATS D'ANALYSES DES EAUX SOUTERRAINES
ANNEXE 6 INFORMATION SUR LES OBLIGATIONS RELATIVES AUX PIÉZOMÈTRES
ANNEXE 7 CONDITIONS D'EXPLOITATION

# 1. SYNTHESE NON TECHNIQUE

Il s'agit d'une synthèse non technique. Il s'agit d'un résumé et d'une aide à la lecture. Seul le rapport et ses annexes peuvent nous être opposables.

| PRESTATION | ÉTUDE HYDROGÉOLOGIQUE : NPHE – ESTIMATION DES DÉBITS D'EXHAURE – ÉTUDE D'INFILTRATION |
|---|---|
| Adresse du site | 22, avenue Galilée 92 350 LE PLESSIS-ROBINSON |
| Superficie du site | 20 431 $m^2$ , d'après le cadastre |
| Aménagement futur | réalisation d'un data center et d'un immeuble de bureaux en R+3 sur 1 niveau de sous-sol jusqu'à 7m de profondeur |
| Occupation actuelle | parking avec des voies de circulation ainsi que des immeubles de bureaux. |

| ÉTUDE DOCUMENTAIRE | |
|---|---|
| Contexte topographique et altimétrie | Contexte de plateau. D'après le plan topographique transmis par le maître d'ouvrage, le site étudié se trouve à une altitude comprise entre 166 et 170,6 m NGF. |
| Contexte géologique | La succession lithologique est la suivante :<br>- Terrain de couverture et remblais/Limons des Plateaux ;<br>- Argile à meulière de Montmorency ;<br>- Sables de Fontainebleau. |
| Réseau hydrographique | La Sygrie (affluent de la Bièvres) est située à environ 1,6 km au sud-ouest du site |
| Aquifère cible | Limons de plateau / Argile à meulière de Montmorency |
| Zone PPRI | Non |
| Zone humide | Zone de classe C : manque d'information ou faible probabilité de présence de zones humides |

| INVESTIGATIONS | |
|---|---|
| Suivi piézométrique au droit du site | Durée et état : **suivi d'un an, en cours depuis le 04/03/2025**<br>Fréquence et type : 8/jour, automatique<br>Réseau piézométrique : 2 ouvrages à 7 et 1 ouvrage à 10 m |
| Niveaux :<br>- Quasi-permanent<br>- Décennal<br>- Caractéristique EH | A préciser à l'issue du suivi<br>Niveau moyen sur la durée du suivi : **162,0 m NGF**<br>Décennal : **164,3m NGF**<br>EH (cinquantennale) : **164,7 m NGF** |
| Perméabilité (nappe/zone saturée) | Type essai : Lefranc<br>Horizon cible : Limons de plateau / Argile à meulière de Montmorency<br>Perméabilité K : **$1,7.10^{-7}$ m/s et $1,4.10^{-6}$ m/s** |
| Débit d'exhaure (phase chantier) | Méthode calcul : Schneebeli<br>Hauteur rabattue : 2,5 m au maximum<br>Débit horaire : environ 2-3 $m^3/h$ |
| Qualité des eaux souterraines avant rejet au réseau : | Aucun paramètre ne dépasse les seuils déterminés par le règlement d'assainissement du 92. |
| Perméabilité (zone non saturée) | Type essais : Porchet<br>Horizon cible : Terrain de couverture / Remblais<br>Perméabilité K : $1,4.10^{-7}$ et $1,4.10^{-4}$ m/s<br>Typologie pour infiltration des EP : très peu perméable à très perméable |
| Système de fondations (d'après la G2-AVP) | Fondation par pieux ancrés au sein des Sables de Fontainebleau |

| CONTEXTE RÉGLEMENTAIRE | |
|---|---|
| Loi sur l'Eau (R214) | • 1.1.1.0 : Déclaration des ouvrages piézométriques posés en phase étude et dispositif de rabattement de nappe en phase travaux<br>• 1.1.2.0 : Prélèvement en nappe **(à vérifier selon la durée des travaux)**<br>• 2.1.50 : Gestion des eaux pluviales en phase d'exploitation (déclaration) |
| R122-2 | ECC pour SDP > 10000 m² |

# 2. MISSIONS

La société EMERIGE projette la réalisation d'un data center et d'un immeuble de bureaux en R+3 sur 1 niveau de sous-sol jusqu'à 7m de profondeur , sis 22, avenue Galilée 92 350 LE PLESSIS-ROBINSON.

Dans le cadre de ce projet, SOLER IDE a reçu pour missions :

1) D'estimer la perméabilité des terrains en place en vue de l'infiltration des eaux pluviales. Elle a été présentée dans le compte-rendu ref. 128850 SI MAS 03c envoyé par mail le 12/03/2025.

2) De déterminer le contexte hydrogéologique au droit du site, d'analyser les différents scénarii de remontée de nappe, et d'estimer, si possible, les niveaux d'eaux suivants :
   - le niveau quasi-permanent ;
   - les niveaux caractéristiques, de récurrence décennale, cinquantennale et centennale ;
   - le niveau accidentel, connu et/ou prévisible.

3) D'estimer les débits d'exhaures attendus en phase chantier du projet, dans le cas où un rabattement serait nécessaire. Ils ont été présentés dans le compte-rendu ref. 128850 SI MAS 06a envoyé par mail le 30/04/2025.

**Le présent document traite du deuxième point et intègre également les résultats des missions réalisées auparavant (128850 SI MAS 03c et 128850 SI MAS 06a). Il s'agit d'une version provisoire, en attente de la fin du suivi piézométrique d'un an qui se terminera en mars 2026.**

Cette mission comprend :
- Une étude documentaire (contexte hydrogéologique, niveaux d'eaux anciens et récents, suivis de nappe, historiques de crues, pompages à proximité, une enquête de quartier…) sur les bases de données publiques et d'après nos archives ;
- Le relevé des niveaux d'eaux sur site ;

Notre mission ne comprend pas :
- Les dispositions constructives à prendre qui restent de la compétence du géotechnicien en charge de cette affaire ;
- Le débit d'exhaure estimé dans cette étude ne peut être utilisé pour estimer les coûts de rejet (en tenant compte par exemple d'éventuelles taxes de rejet) ;
- Le prédimensionnement des ouvrages de gestion des eaux pluviales.

# 3. ÉTUDE DOCUMENTAIRE

## 3.1. Documents de référence

L'étude hydrogéologique et l'étude prévisionnelle des Niveaux des Plus Hautes Eaux ont été réalisées à partir des éléments suivants :

DONNÉES PUBLIQUES ET CARTES DISPONIBLES

- Données bibliographiques ;
- Carte topographique au 1/25 000ème – IGN ;
- Carte géologique de Paris au 1/50 000ème – BRGM ;
- Banque de données du sous-sol – site Infoterre, BRGM ;
- Banque de données sur les eaux souterraines – site ADES, BRGM ;
- Données météorologiques – Météo France & Infoclimat ;
- Données cartographiques du ministère de l'Environnement – site DRIEAT ;
- Carte hydrologique du département de la Seine – A. Delesse, 1862 ;
- Banque de données sur les eaux souterraines – site ADES, BRGM ;
- Cartes hydrogéologiques au 1/50 000ème – BRGM ;
- Données sur les prélèvements des captages d'eaux souterraines – Agence de l'eau Seine-Normandie ;

DOCUMENTS ADMINISTRATIFS

- Dossier Départemental des Risques Majeurs – Préfecture des Hauts-de-Seine (92), 2008 ;

RAPPORTS RÉALISÉS AU DROIT DU SITE

- Diagnostic de l'État des Milieux – SOLER IDE, réf.128850 SI MAS 02c (04/04/2025)
- Étude géotechnique « Phase Principes généraux de constructions » (G1 PGC) – SOL CONSEIL, réf. 128850 SC MAS 01c (14/04/2025).
- Analyse sur les eaux souterraines – SOLER IDE, réf.128850 SI MAS 08a (15/05/2025)
- Analyse des Risques sanitaires Résiduels prédictive – SOLER IDE, réf.128850 SI MAS 10a (06/02/2026)

PLANS ET COUPES

| NATURE DU DOCUMENT | ÉCHELLE | DATE | ALTIMÉTRIES |
|---|---|---|---|
| Plan et coupe du projet | Diverses | - | - |
| Plan topographique | 1/100 | 08/09/2023 | - |
| Cahier des charges pour l'étude de sol | - | 09/2024 | - |
| Plan de situation | 1/200 | - | - |
| Plan des niveaux enterrés | 1/200 | 10/10/2024 | - |
| Coupes et élévations | Diverses | - | - |
| Coupes générales | 1/500 | 31/10/2025 | Oui |
| Plan du projet | 1/500 | 31/10/2025 | Oui |

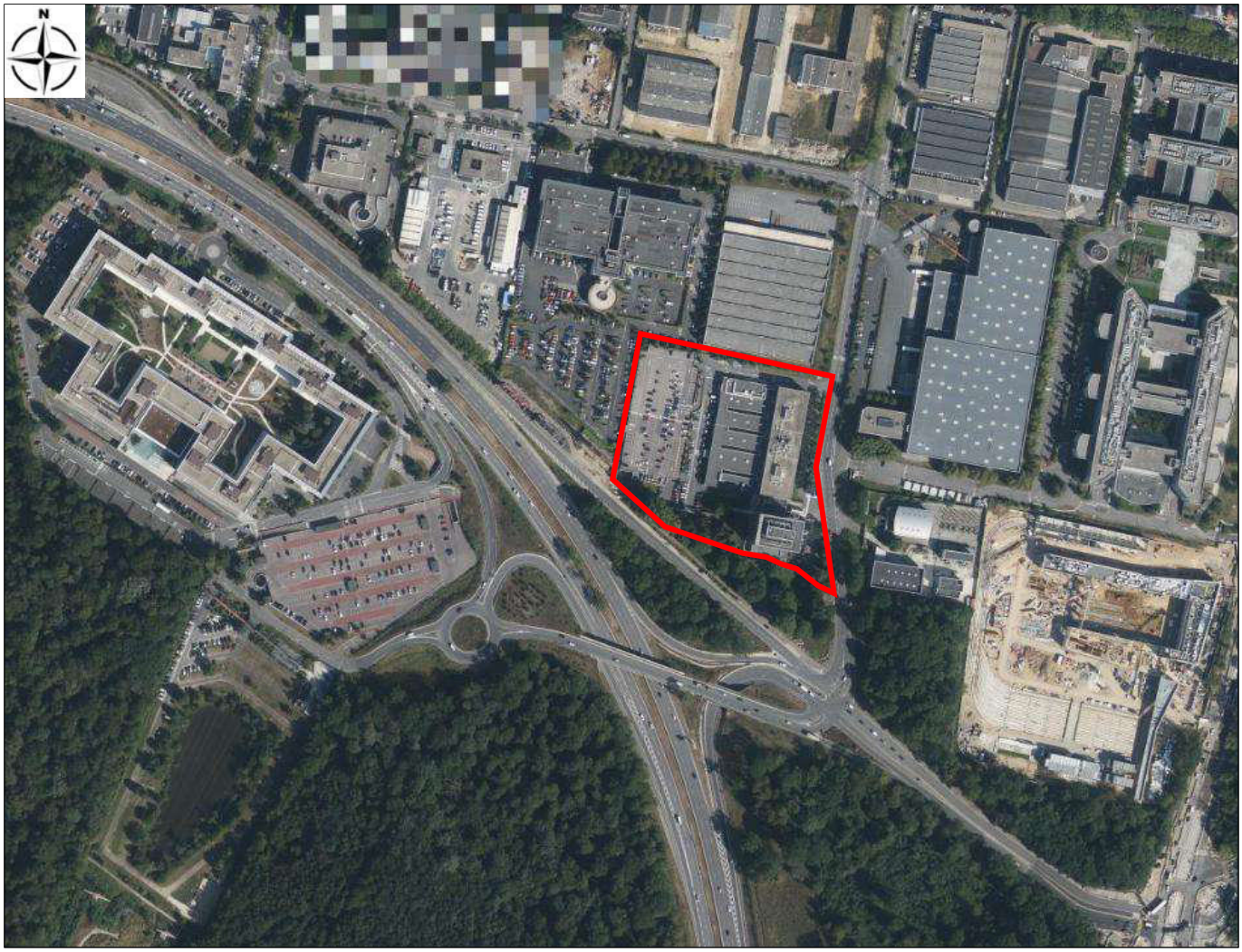
## 3.2. Descriptif du site

La zone d'étude est localisée dans une ZAC, à proximité de la RD986. Le centre urbain du Plessis-Robinson (92) se trouve au nord-est du site. La zone d'étude correspond actuellement à un parking avec des voies de circulation ainsi que des immeubles de bureaux.

Le plan de localisation de la zone d'étude est joint en annexe 1.

Sur une surface de 20 431 m2 selon le cadastre, le site correspond à la parcelle cadastrale 46 de la section 0Y.

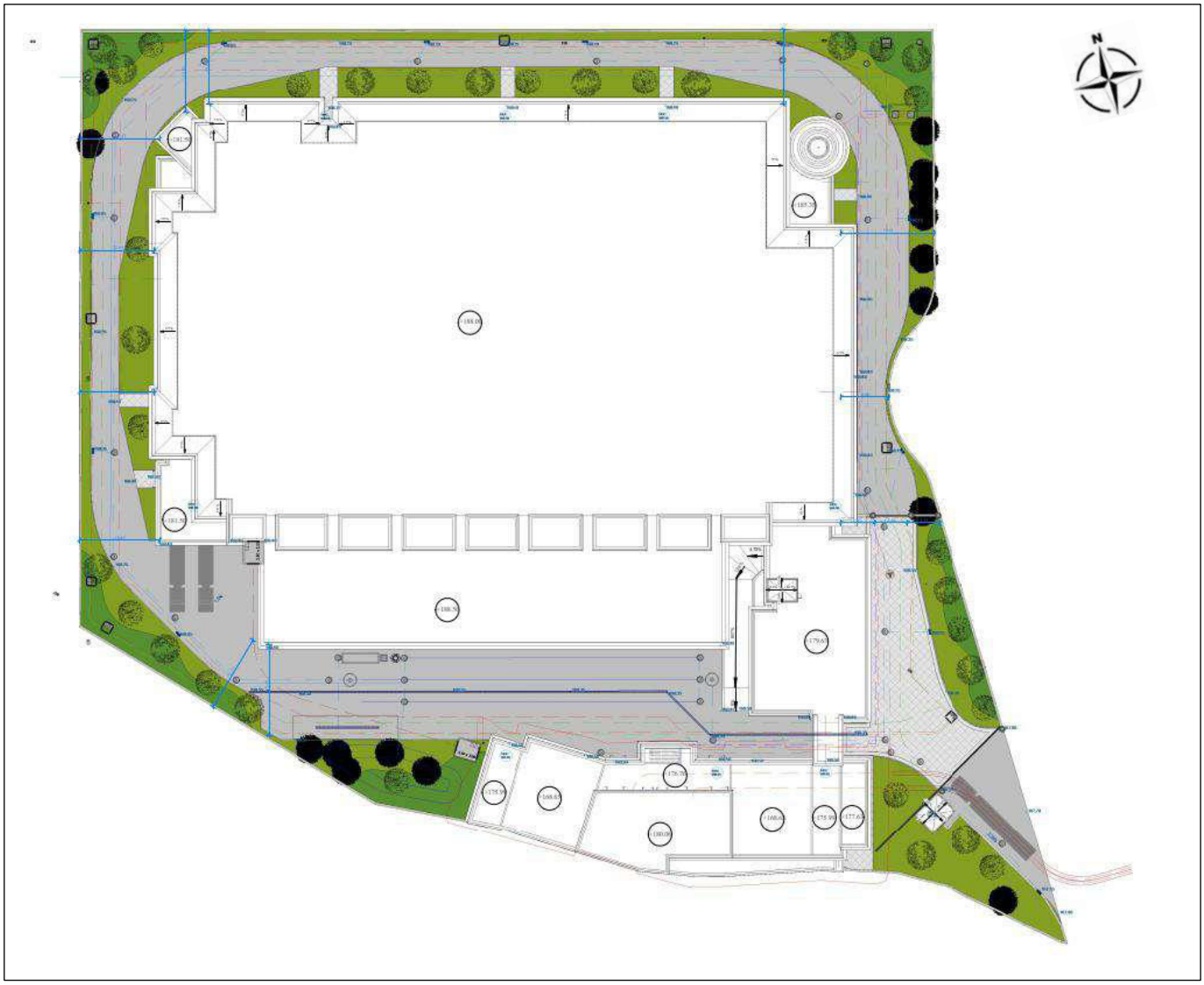
*Vue aérienne de l'existant (source : géoportail)*



## 3.3. Rappel du projet

La société EMERIGE projette la réalisation d'un data center et d'un immeuble de bureaux en R+3 sur 1 niveau de sous-sol jusqu'à 7m de profondeur , sis 22, avenue Galilée 92 350 LE PLESSIS-ROBINSON.

*Plan du projet (31/10/2025)*



Les coupes fournies par le client, indiquent un niveau de parking et un niveau de sous-sol. Les niveaux des infrastructures sont les suivants :

**Tableau 1 : Niveaux provisoires des infrastructures**

| Niveaux | Cotes du projet (m NGF) |
|---|---|
| RdC | 168,5 |
| R-1 (parking) | 165,05 |
| R-1 (sous-sol) | 161,5 |

NOTA : Selon les échanges avec le client, le projet proposera environ 20 000 m² de surface de plancher.

*Coupe du projet (31/10/2025)*




## 3.4. Topographie

Le projet se trouve dans un contexte de plateau. D'après le plan topographique transmis par le maître d'ouvrage, le site étudié se trouve à une altitude comprise entre 166 et 170,6 m NGF.

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

X : 644 408 m
Y : 6 852 916 m

## 3.5. Contexte météorologique

L'Île-de-France se trouve dans un bassin, en limite des influences océaniques, à l'ouest et continentales, à l'est. Les vents dominants soufflent du sud-ouest (surtout en hiver et en automne). Les vents du nord-est (bise) sont également assez fréquents (notamment en hiver et en été).

D'après les mesures effectuées par la station météorologique de l'aéroport d'Orly (91) (Données : Météo France, période 1981-2010), les normales annuelles pour la zone d'étude sont les suivantes :

**Tableau 2 : Contexte météorologique régional (station de l'aéroport d'Orly (91))**

| Température normale minimale (°C) | Température normale maximale (°C) | Pluviométrie : hauteur des précipitations (mm) |
|---|---|---|
| 7,6 | 15,8 | 616,6 |

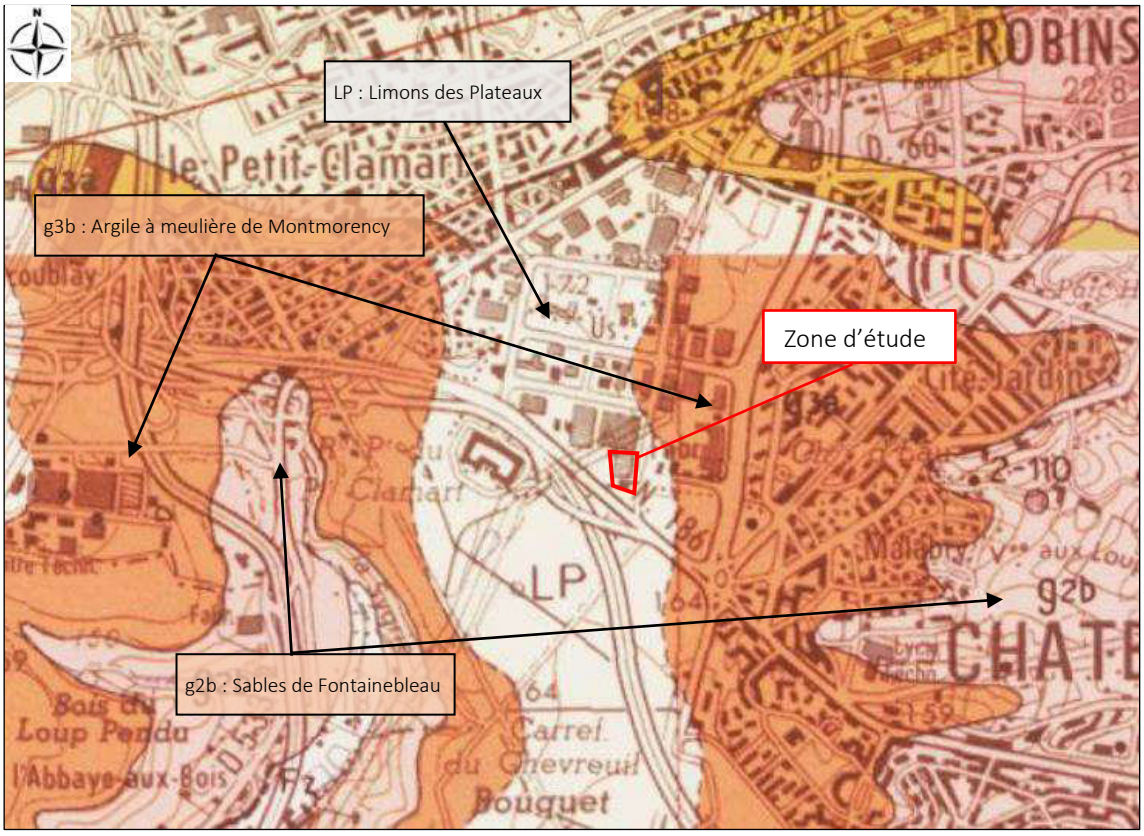
## 3.6. Contexte géologique

### 3.6.1. Généralités

D'après les informations fournies par le BRGM, la carte géologique de Corbeil-Essonnes (n°219) au 1/50 000ème et sa notice, la succession géologique présente au droit du site à l'étude, sous les remblais éventuels, est la suivante :

- Limons des Plateaux – LP ;
- Argile à meulière de Montmorency – g3a ;
- Sables de Fontainebleau – g2b.

*Carte géologique au 1/50 000ème aux alentours du site*




### 3.6.2. Nature des sols

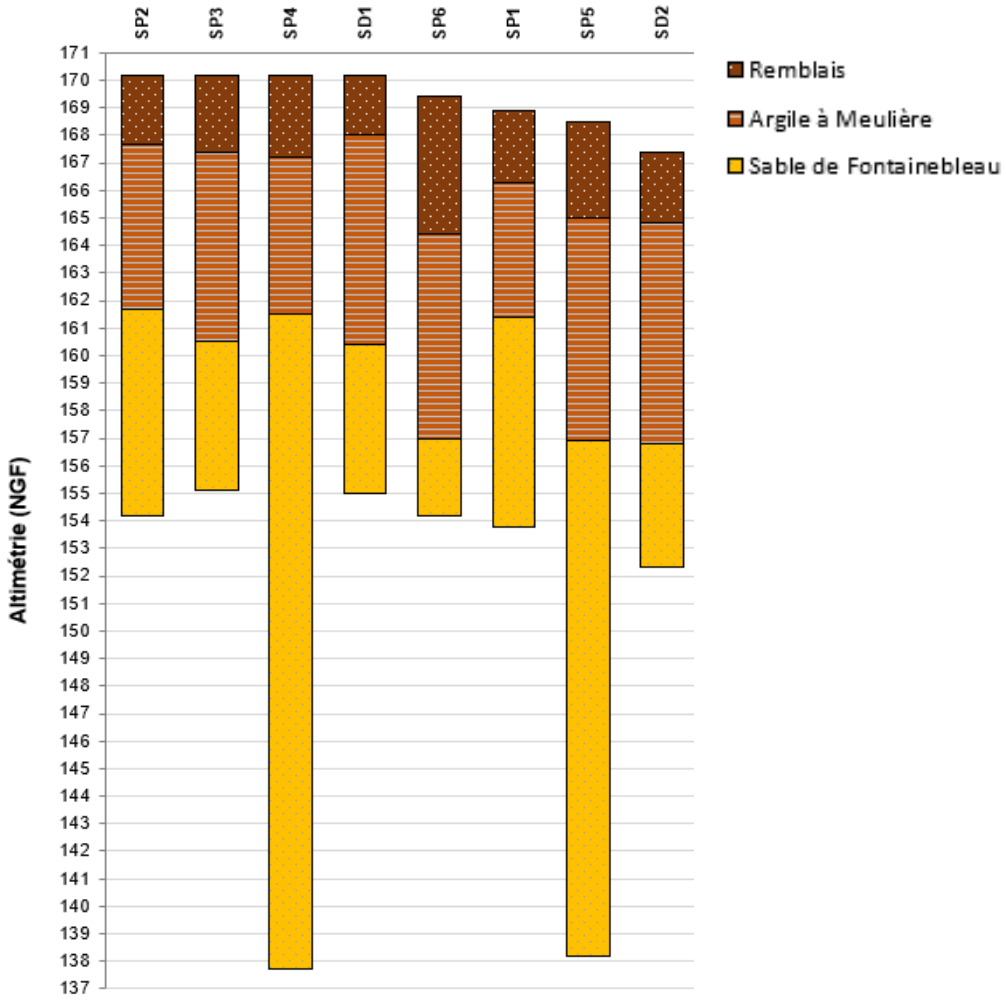
L'étude géotechnique (ref. 128850 SC MAS 01c) réalisée par SOL CONSEIL, ainsi que la réalisation de sondages dans le cadre de la présente étude ont permis de préciser la nature et l'épaisseur des formation du sous-sol.

**Tableau 3 : Synthèse lithologique des sondages (SOL CONSEIL)**

| Épaisseur (m) | Altimétrie du toit (m NGF) | Faciès dominant | Formation géologique |
|---|---|---|---|
| De 2 à 5 | TN | Matériaux limoneux argileux | Remblais/Limons des Plateaux |
| De 5 à 7 | 168/164,5 | Argile à meulière | Argile à meulière de Montmorency |
| Jusqu'à 23 | 161,8/157 | Sable beige fin | Sable de Fontainebleau |

La figure suivante synthétise la lithologie appréhendée sur site :

*Coupe lithologique des sondages réalisés sur site (SOL CONSEIL)*



## 3.7. Contexte hydrologique

### 3.7.1. Réseau hydrographique

Le site d'étude est localisé dans le bassin versant de la Bièvre, qui fait l'objet d'un Schéma d'Aménagement et de Gestion de l'Eau : SAGE de la Bièvre. Le Syndicat Mixte du Bassin Versant de la Bièvre est chargé de la mise en œuvre du SAGE.

La zone d'étude est localisée à environ :

- 400 à 800 m au nord-est de différentes mares situées dans la forêt de Verrières ;
- 1,6 km au nord de la Sygrie, un affluent de la Bièvre ;
- 2,3 km au sud de l'étang Colbert.




### 3.7.2. Risque d'inondation

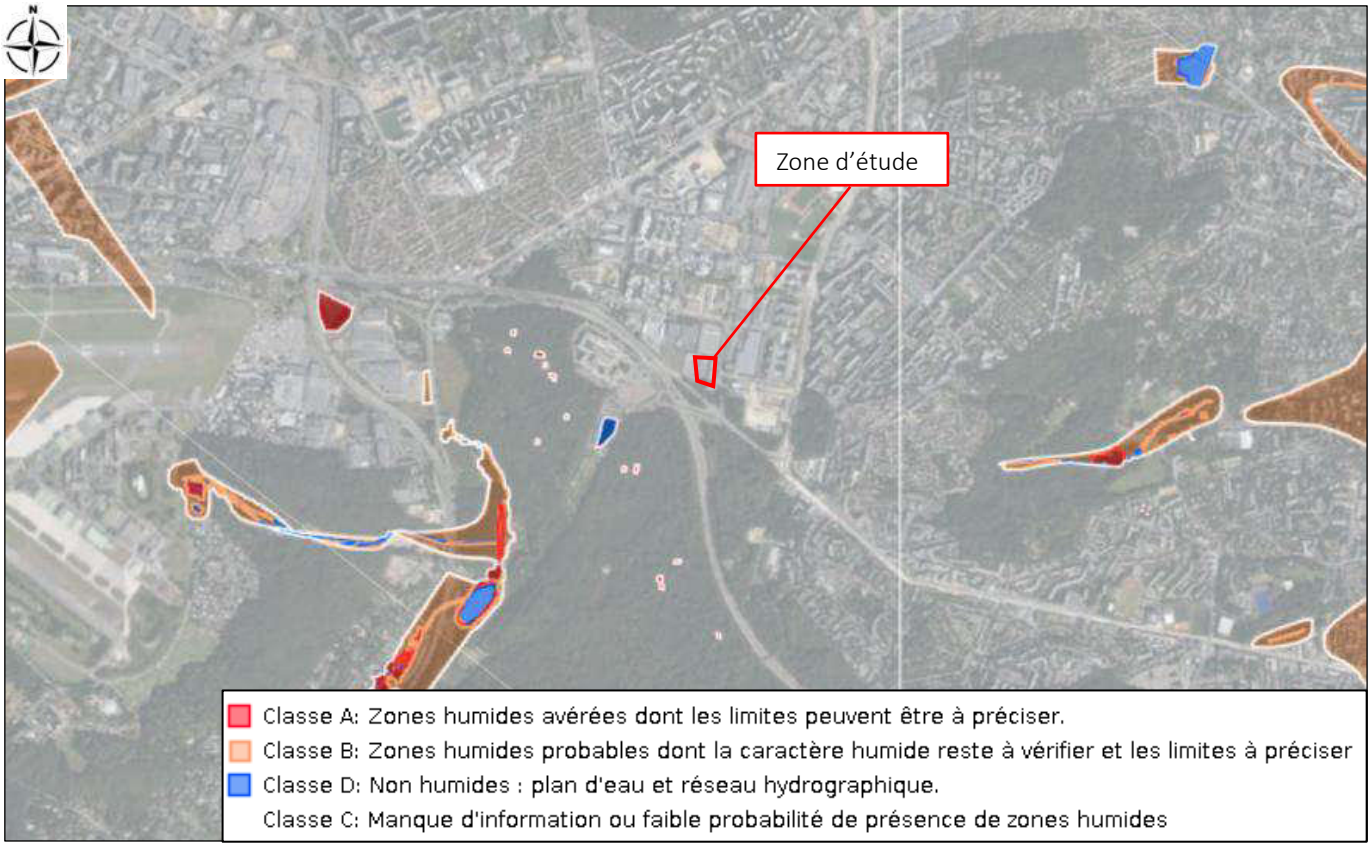
Le département des Hauts-de-Seine (92) dispose d'un Dossier Départemental de Risques Majeurs. D'après ce document, la commune du Plessis-Robinson ne dispose pas d'un Plan de Prévention au Risque Inondation (PPRI).

**Le site d'étude est implanté en dehors d'une zone inondable.**

## 3.8. Zone humide

Selon la cartographie départementale des zones humides (DRIEAT IdF), le site est dans l'enveloppe d'alerte de zone humide de classe C : manque d'information ou faible probabilité de présence de zone humide.

*Localisation du projet par rapport à l'enveloppe d'alerte Zone Humide (DRIEAT IdF)*



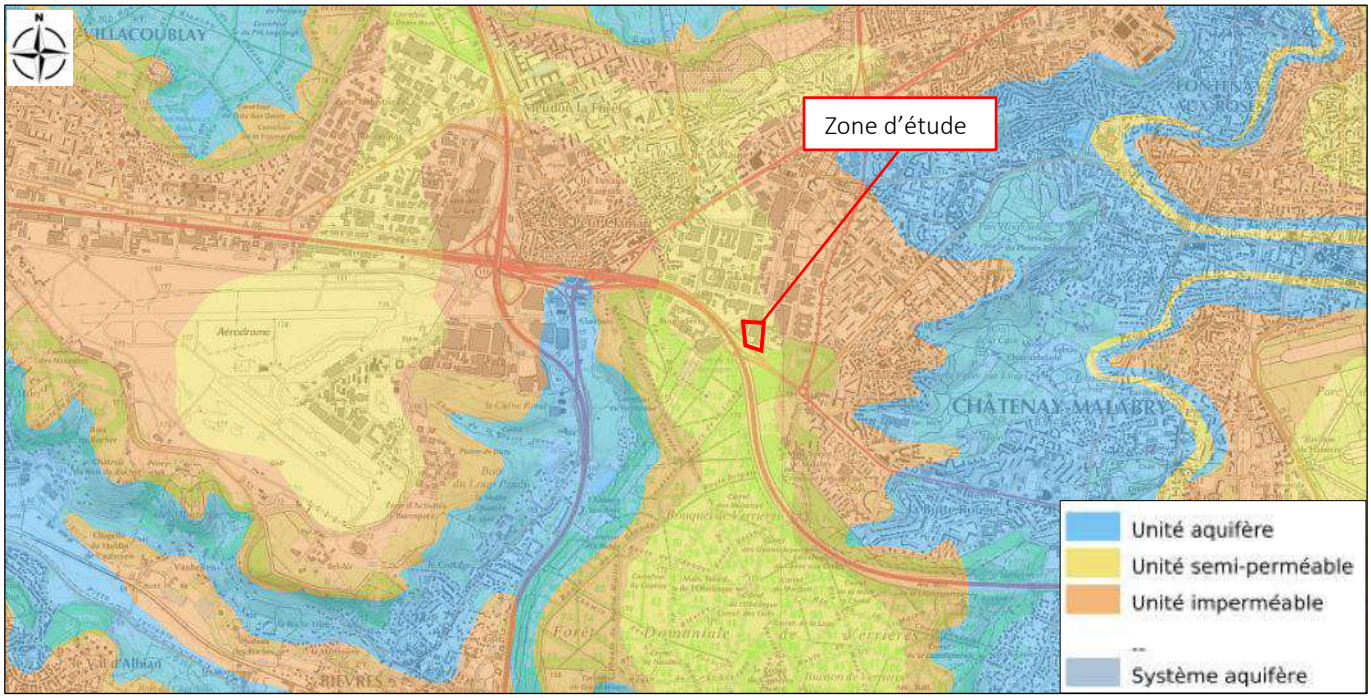
## 3.9. Contexte hydrogéologique

### 3.9.1. Entités et masses d'eau souterraine concernée (SIGESSN)

L'Agence de l'Eau Seine-Normandie dispose d'un système d'information pour la gestion des eaux souterraines (site du SIGESSN) qui présente les entités et masses d'eaux souterraines, en fonction du référentiel hydrogéologique français (BD LISA).

D'après la carte ci-dessous des entités hydrogéologiques (BD LISA), le projet est localisé au droit d'une **unité semi-perméable (Sables et argiles du Mio-Pliocène du Bassin parisien).**

*Carte des entités hydrogéologiques affleurantes (BD LISA – site du SIGESSN)*




La Directive Cadre sur l'Eau (DCE-2000/60/CE) introduit la notion de « masses d'eaux souterraines » : un volume distinct d'eau souterraine constituant une unité d'évaluation (à l'intérieur d'un ou de plusieurs aquifères).

Au droit du site, les formations aquifères font partie de la **masse d'eau HG 102 Craie et Tertiaire du Mantois à l'Hurepoix**, qui s'étend sur plus de 2 400 km$^2$ au Sud de la Seine. Les formations aquifères regroupées au sein de cette masse d'eau sont les formations de l'Oligocène, de l'Éocène et du Crétacé supérieur (Craie).

### 3.9.2. Aquifère au droit du site

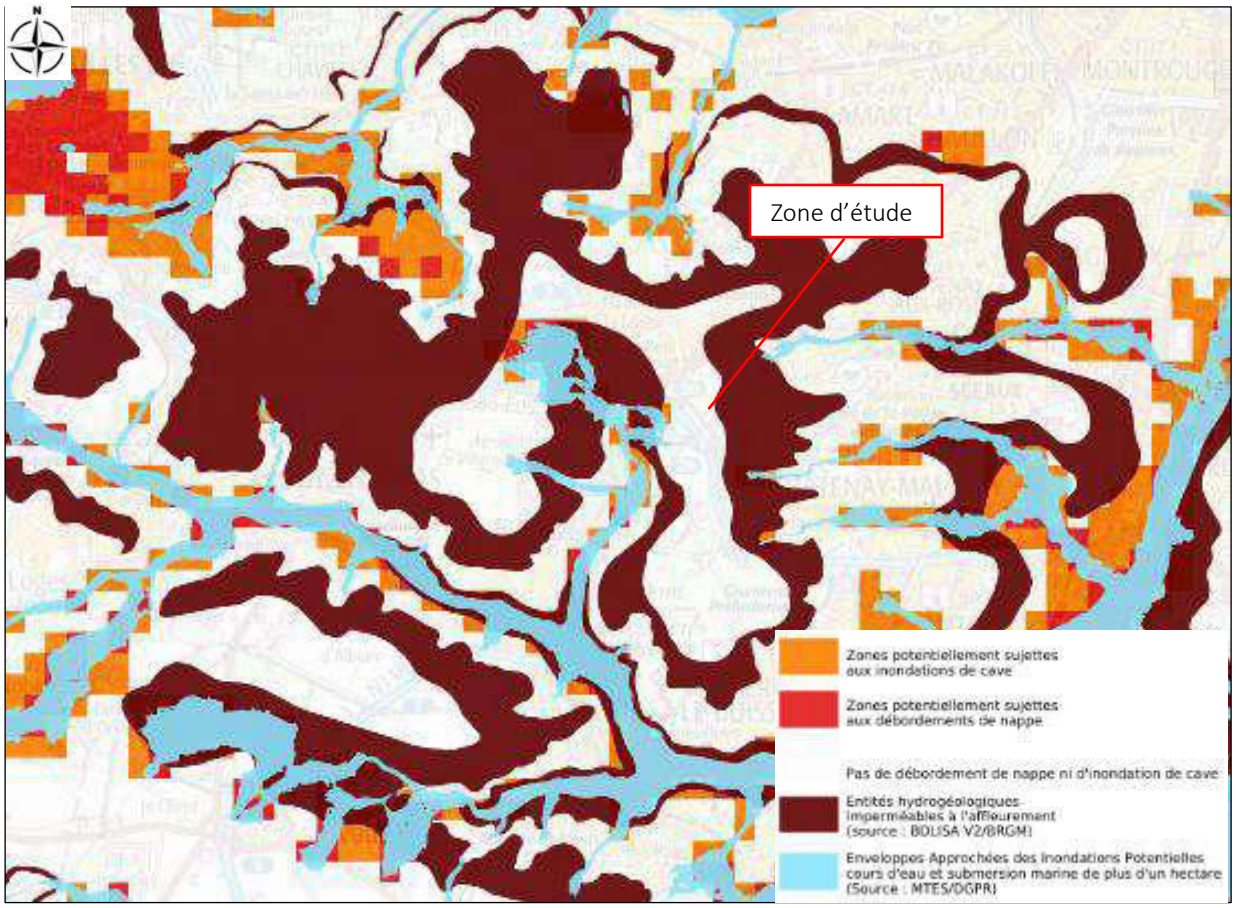
Au regard des formations géologiques rencontrées au droit du site, la succession d'aquifères présents au droit du site est la suivante :

- Circulations d'eau erratiques contenues dans la formation des **Limons de plateau / Argile à meulière de Montmorency. NOTA : Les argiles à meulières, par nature très peu perméables, peuvent présenter des circulations d'eau localisées et en charge, très dépendantes des conditions climatiques.**
- Nappe des Sables de Fontainebleau, isolée des circulations d'eau superficielles, est attendue à plus grande profondeur.

### 3.9.3. Risques de remontée de nappe

D'après la carte de sensibilité au phénomène de remontées de nappes établie par le BRGM, couvrant les risques des crues, inondations, ruissellements, débordements et remontée de nappe, le projet se situe en zone de **sensibilité faible.**

*Carte des sensibilités de remontée de nappe (BRGM)*




### 3.9.4. Zone de répartition des eaux

« Une Zone de Répartition des Eaux (dite ZRE) se caractérise par une insuffisance chronique (autre qu'exceptionnelle) des ressources en eaux par rapport aux besoins » (SIGES Seine-Normandie). Ainsi, la définition d'une ZRE par arrêté préfectoral constitue un moyen pour l'État d'assurer une meilleure gestion des prélèvements dans cette ressource, grâce à des seuils de déclaration et d'autorisation plus bas que ceux définis par l'article R214.1 du code de l'environnement.

La commune de Plessis-Robinson est géolocalisée dans la ZRE de la nappe de l'Albien. Cet aquifère sablo-argileux se situe sous la craie du bassin parisien, et présente une extension de plus de 10 000 km$^2$. La réserve en eaux est importante, mais le renouvellement très faible, ce qui a rapidement créé un déséquilibre entre les prélèvements réalisés pour l'eau potable et l'alimentation de l'aquifère.
Cependant, l'aquifère de l'Albien (Crétacé inférieur) est très profond. De plus, le projet ne prévoit aucun prélèvement d'eau (ni pour la géothermie, ni pour le rabattement en phase chantier) dans la nappe profonde de l'Albien.

**Le projet, sur la base des hypothèses actuelles, n'impactera donc pas la nappe profonde de l'Albien.**

# 4. NIVEAUX D'EAU HISTORIQUES STATIQUES

## 4.1. Carte hydrogéologique de 1862 (Delesse)

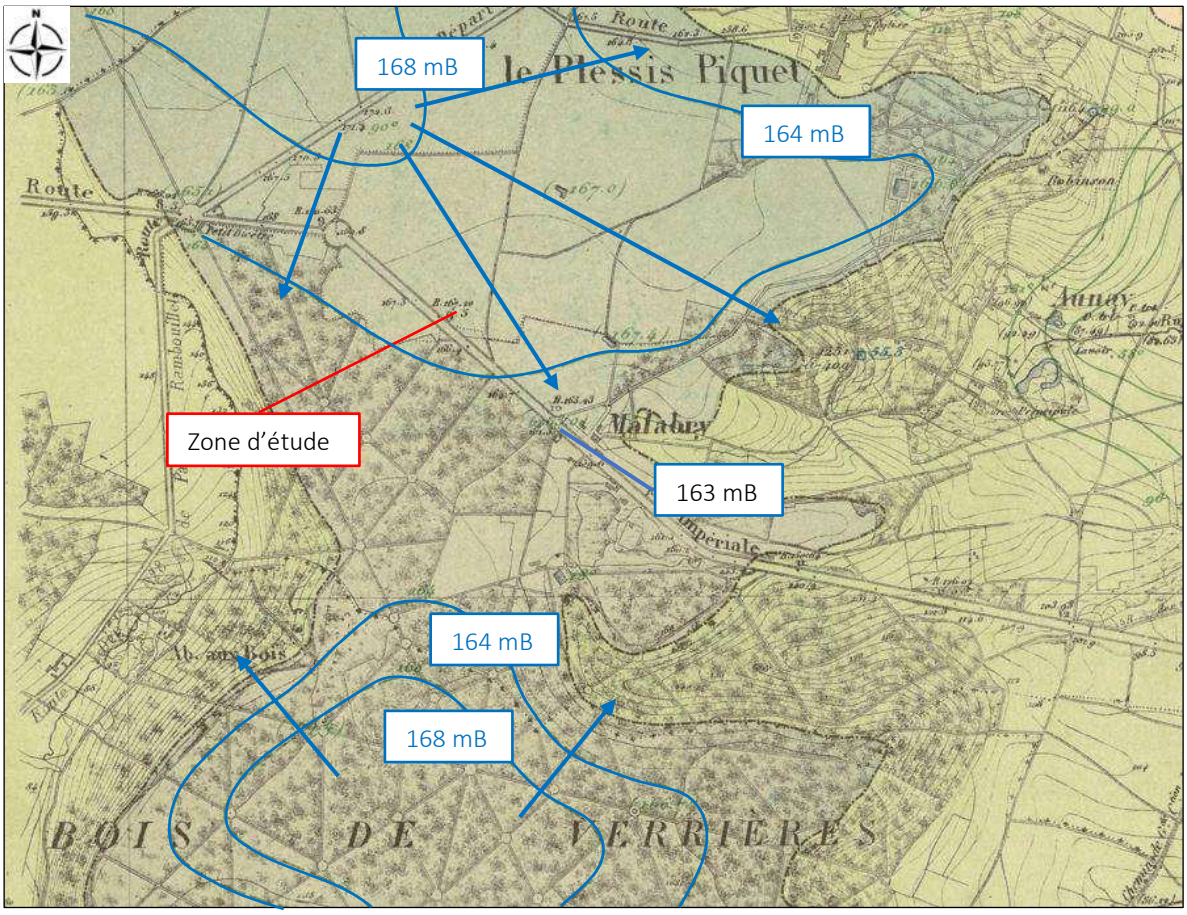
En 1862, A. Delesse a établi la « carte hydrologique du département de la Seine », avec le relevé topographique et le relevé piézométrique des nappes superficielles autour de Paris, à une époque où les pompages d'eau souterraine étaient peu nombreux. La carte piézométrique de Delesse ne transcrit pas l'impact des pompages industriels, dont la mise en place est considérée comme postérieurs à 1862. Elle est considérée comme « naturelle ».

Les altimétries correspondent à l'ancien nivellement Bourdalouë (1860 à 1884). Le Nivellement Général de France actuel (NGF 69) est 0,31 m plus bas que le nivellement Bourdalouë, mB (m NGF= mB - 0,31 m).

Le site est implanté dans un contexte de coteau, au-dessus de la courbe piézométrique de **164 mB, soit environ 163,7 m NGF**. Le point de mesure le plus proche, au droit du bourg de Malabry au sud-est du site indique un niveau de nappe à **163 mB soit 162,7 m NGF.**

Les écoulements souterrains de la nappe soutenue par l'argile à meulière de Montmorency sont orientés vers le sud au droit du site.

*Carte piézométrique de 1862 (A. DELESSE) – Nivellement en Bourdalouë*

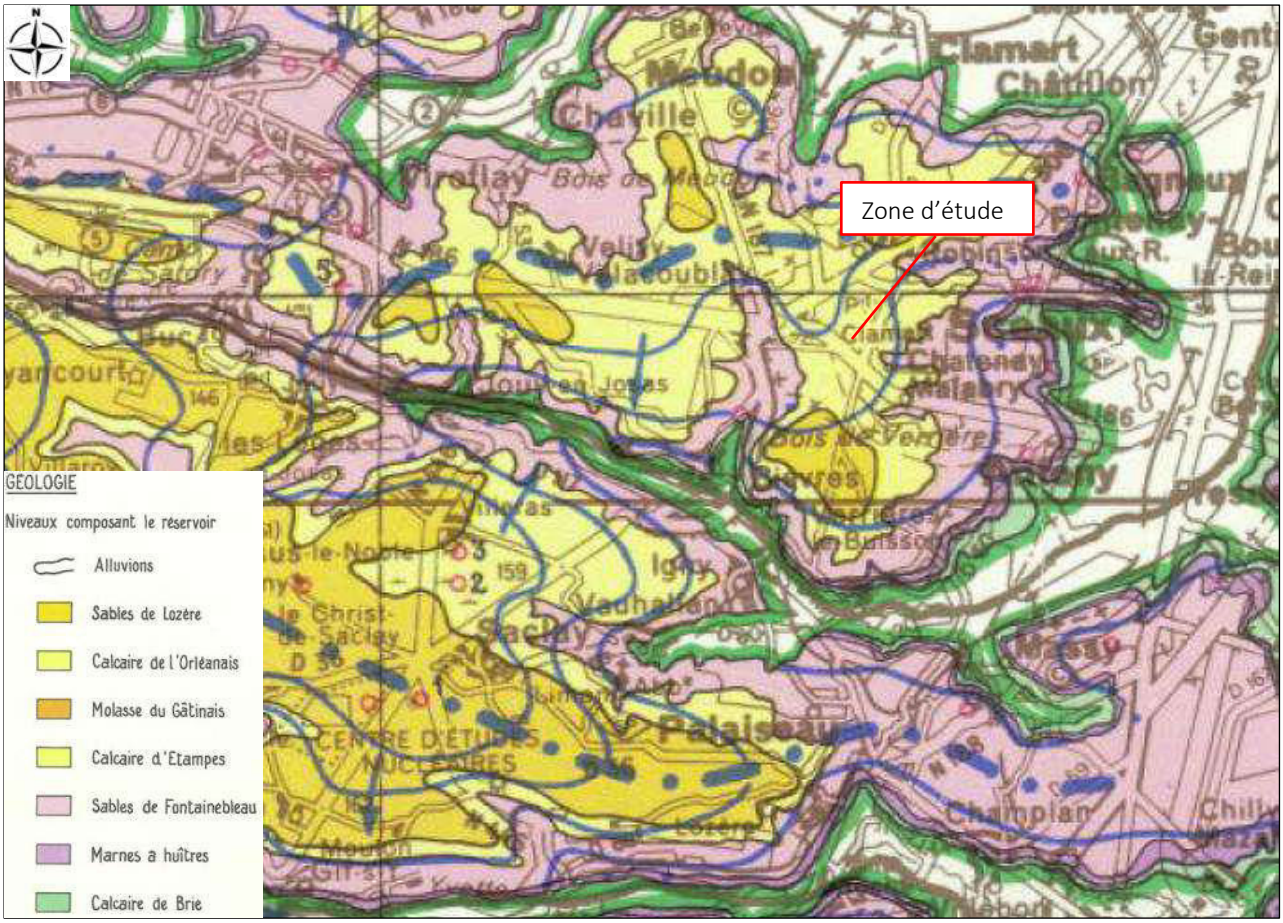


## 4.2. Atlas aquifère de la région parisienne de 1970

D'après l'atlas régional de l'Oligocène, la zone d'étude se situe au droit du Calcaire d'Etampes (qui localement correspond au Calcaire de Beauce et à la Meulière de Montmorency), qui repose sur la formation des Sables de Fontainebleau.

Au droit du site, les niveaux piézométriques de la nappe des Sables de Fontainebleau sont compris entre **100 et 110 m NGF.**

*Atlas des Nappes Aquifères de la Région Parisienne*




## 4.3. Données nationales de la BSS

La Banque des données du sous-sol (par le BRGM) fournit des niveaux d'eau de la première nappe, à proximité de la zone d'étude. Dans un rayon de 600 m, 2 niveaux d'eau correspondant à la nappe comprise dans la formation de l'Argile à meulière de Montmorency et supportée par la formation des Sables de Fontainebleau ont été recensés, sur la commune de Clamart. Les niveaux d'eau se situent entre **163 et 164 m NGF.**

**Tableau 4 : Niveaux d'eau recensés à proximité (BRGM)**

| Référence | Prof. | Z sol | Prof. eau (m) | Cote eau (m NGF) | Date eau | Distance au site (m) | Dir. | Cote fond (m NGF) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 02191X0100/S2 | 8,8 | 169,11 | 6,7 | 163 | 30/10/1952 | 561 | NO | 160,31 |
| 02191X0099/S1 | 8,6 | 169,5 | 5,8 | 164 | 28/10/1952 | 586 | NO | 160,9 |

## 4.4. Pompages voisins et influence potentielle au droit du site

### 4.4.1. Prélèvements recensés par l'Agence de l'Eau

La Banque Nationale des Prélèvements quantitatifs en Eau est un outil national dédié à la diffusion des prélèvements sur la ressource en eau (France métropolitaine et les DOM). Il recense les volumes annuels **déclarés** directement prélevés sur la ressource en eau superficielle et souterraine (à usage : agricole, collectif, industriel ou autres), données de 2008 à 2022.

Aucun ouvrage de prélèvement n'a été recensé en 2022, ni les années précédentes, sur la commune du Plessis-Robinson.
De même, aucun ouvrage de prélèvement n'a été recensé en 2022 au droit des communes adjacentes (Clamart, Fontenay-aux-Roses, Sceaux et Châtenay-Malabry). A Clamart, de 2008 à 2022, le prélèvement industriel d'une blanchisserie captait entre 1400 et 4200 m3 par année, localisé à 3,6 km au nord du site.

### 4.4.2. Captages recensés par le BRGM (BSS)

D'après la Banque des données du sous-sol, 2 ouvrages souterrains ont été recensés à proximité du site dans un rayon de 1 km, sur les communes de Clamart (fond d'ouvrage supérieur à 0 m NGF).
Les ouvrages recensés comme rebouchés ou remblayés ne sont pas présentés. Les ouvrages sont présentés dans le tableau ci-dessous :

**Tableau 5 : Captages recensés à proximité (BRGM)**

| Référence | Nature | Prof. | Z sol | Prof. eau (m) | Cote eau (m NGF) | Date eau | Distance au site (m) | Dir. | Cote fond (m NGF) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 01835D0027/F | PUITS | 56,3 | 172 | 46 | 126 | 01/06/1965 | 708 | N | 115,7 |
| BSS004JYNJ/X | FORAGE | 10,6 | 171,07 | | | | 858 | N | 160,47 |

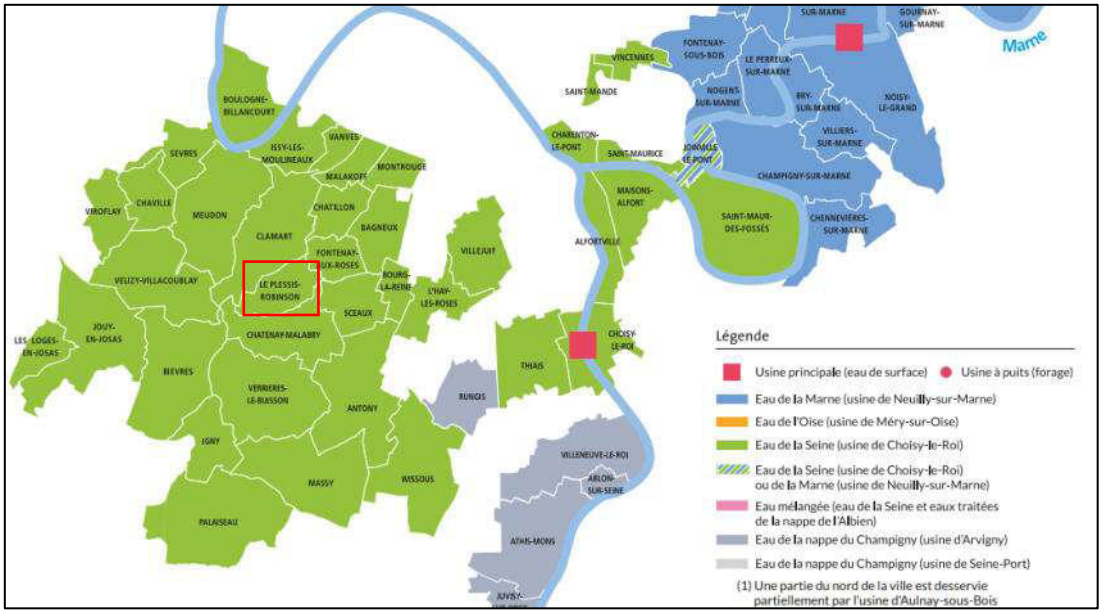
Le captage le plus proche du site (708 m) est une station de pompage qui capte la nappe des Sables de Fontainebleau en profondeur.

### 4.4.3. Captages d'eau potable (ARS)

La consultation de l'Agence Régionale de Santé d'Île-de-France permet d'obtenir des informations sur l'origine des eaux potables distribuées. Les communes du département des Hauts de Seine ont la particularité d'être alimentées en grande majorité par de l'eau d'origine superficielle (fleuve ou rivières) après traitement, moins de 10 % de la population est alimentée par de l'eau souterraine sans mélange avec des eaux superficielles.

La commune de Plessis-Robinson est alimentée en eau potable par le captage de la Seine à Choisy-le-Roi, dont l'eau est traitée directement à l'usine de prélèvement située sur la même commune.

*Origine de l'eau distribuée par le SEDIF*




### 4.4.4. Influence à long terme des forages et chantiers voisins

Il est intéressant de pouvoir comparer le niveau actuel de la nappe, avec celui mesuré par Delesse à une époque où nous supposons l'absence, ou une présence de moindre mesure, de pompages et donc l'absence d'influence quant au vrai niveau de la nappe.

En l'absence de données piézométriques proches et précises depuis les années 1960 et au regard du contexte hydrogéologique local (aquifère superficiel globalement peu perméable), il n'est pas attendu d'évolution temporelle du niveau de la nappe superficielle. Nous supposons que la nappe est globalement restée stable au cours du temps.

# 5. SUIVIS PIEZOMETRIQUES

## 5.1. Niveaux d'eau sur site

Trois ouvrages piézométriques ont été implantés au droit du site dans le cadre des études hydrogéologiques de SOLER IDE (cf. **annexe 2**). Leurs caractéristiques ainsi que les différents niveaux d'eau qui y ont été mesurés sont présentés dans les tableaux suivants :

*Plan d'implantation des sondages SOLER IDE*




**Tableau 6 : Caractéristiques des ouvrages piézométriques de SOLER IDE**

| Ouvrage | Référencement (L93) | Prof. (m/TN) | Crépine (m/TN) | Équipement | Repère | Formations captées |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **PZ1** | X :644 408 m<br>Y : 6 852 925 m | 7 | De 1 à 7 | PVC 51/60 mm | TN | Limons de plateaux / Argile à meulière de Montmorency |
| **PZ2** | X : 644 432,6 m<br>Y : 6 852 863 m | 7 | De 1 à 7 | PVC 51/60 mm | TN | |
| **PZ3*** | X : 644 374,9 m<br>Y : 6 852 868 m | 10 | De 7 à 10 | PVC 51/60 mm | TN | Argile à meulière de Montmorency |

** : Ce piézomètre était initialement prévu pour être équipé au sein des sables de Fontainebleau. Cependant, au droit de ce sondage, cette formation a été rencontrée à partir de 11,50m/TA environ. Par conséquent, PZ3 (dont la profondeur est de 10m/TA) indique également le niveau de la nappe au sein de l'Argile à meulières.*

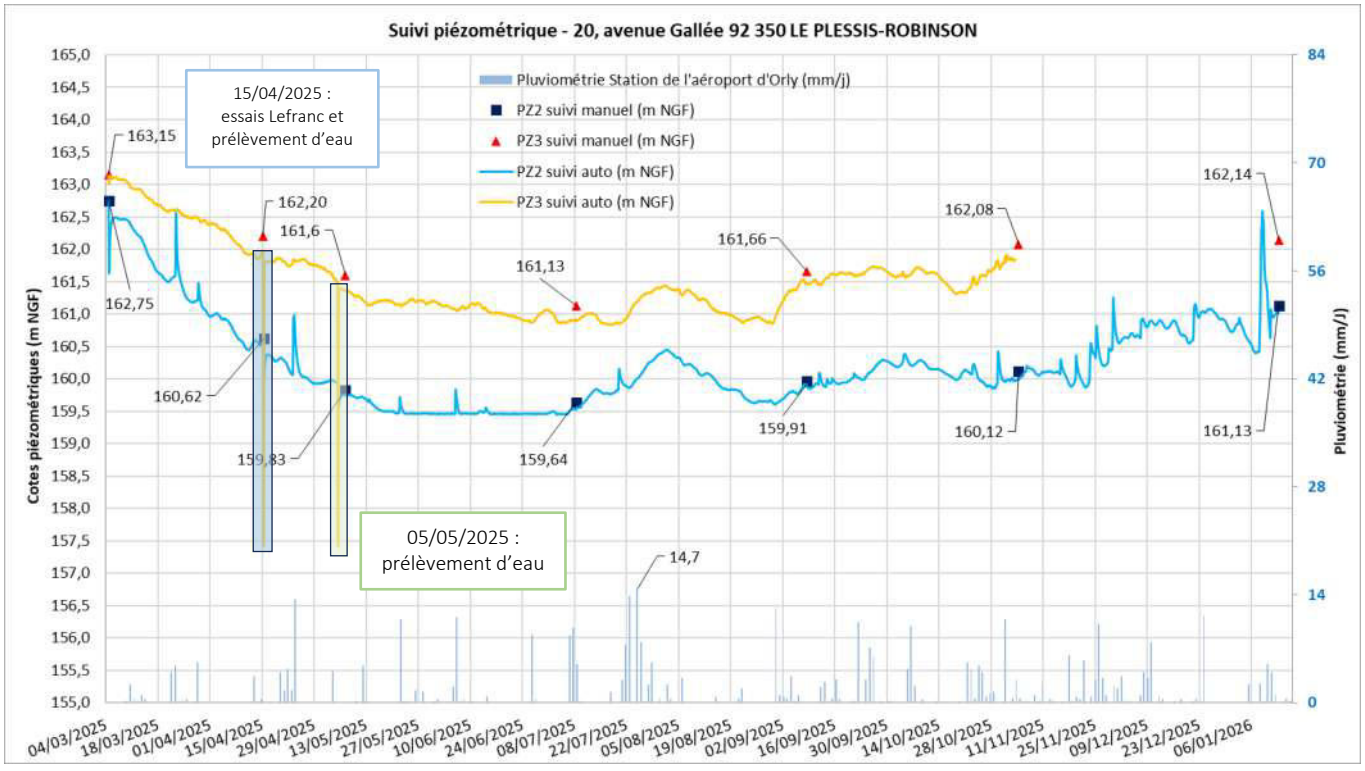
Remarque :
Les piézomètres doivent faire l'objet d'une déclaration auprès de la DRIEAT, d'après le code de l'Environnement (art. R214-1 relatif à la création d'installations, ouvrages, travaux et activités autrement dénommés IOTA). Il conviendra également de décider de leur sort : maintien pour surveillance ou comblement. L'**annexe 6** détaille ces éléments.

**Tableau 7 : Niveaux piézométriques au droit du site**

| Ouvrage | Cote du repère (m NGF) | | 03/02/2025 | 19/02/2025 | 04/03/2025 | 15/04/2025 | 07/05/2025 | 08/07/2025 | 08/09/2025 | 04/11/2025 | 13/01/2026 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PZ1 | 166,91 | NP (m/TN) | SEC | SEC | SEC | SEC | | | | SEC | |
| | | NP (m NGF) | SEC | SEC | SEC | SEC | | | | SEC | |
| PZ2 | 166,32 | NP (m/TN) | / | 3,68 | 3,57 | 5,7 | 6,49 | 6,68 | 6,36 | 6,2 | 5,19 |
| | | NP (m NGF) | / | 162,64 | 162,75 | 160,62 | 159,83 | 159,64 | 159,96 | 160,12 | 161,13 |
| PZ3 | 167,38 | NP (m/TN) | / | / | 4,23 | 5,18 | 5,78 | 6,25 | 5,72 | 5,3 | 5,24 |
| | | NP (m NGF) | / | / | 163,15 | 162,20 | 161,6 | 161,13 | 161,66 | 162,08 | 162,14 |

*nivellement réalisé au GPS différentiel par nos soins– NP = Niveau Piézométrique

Un suivi piézométrique automatique a débuté au droit de PZ2 et PZ3 le 04/03/2025 pour une durée d'un an. Son évolution à la date du dernier relevé réalisé (le 13/01/2026) est présentée sur la figure suivante (PZ2 en bleu et PZ3 en jaune). Les niveaux enregistrés au droit du site ont été mis en parallèle avec la pluviométrie à la station de l'aéroport d'Orly.




Depuis le début du suivi et jusqu'au 15/04/2025, PZ1 est toujours resté sec, confirmant ainsi le caractère localisé des circulations d'eau au sein des Limons de plateaux / Argile à meulière de Montmorency. Lors de nos passages suivants, il ne nous a pas été possible d'accéder à ce piézomètre, en raison de véhicules présents à son emplacement.

En PZ3, un problème technique a empêché la sonde automatique d'enregistrer les valeurs de niveaux d'eau entre le 03/11/2025 et le 13/01/2026. Lors de notre passage sur site le 13/01/2026, un niveau manuel a été pris et la sonde a été reparamétrée pour la suite du suivi.

Le niveau moyen de la nappe s'établit à 160,2 m NGF en PZ2 et estimée à 161,7 m NGF en PZ3, avec :

- une valeur maximale de 162,75 m NGF en PZ2 et de 163,15 m NGF en PZ3, mesurées le 04/03/2025 ;
- une valeur minimale de 159,45 m NGF mesurée en PZ2 le 06/05/2025, et de 160,83 m NGF mesurée le 17/07/2025 en PZ3.

Les amplitudes sont donc de 3,3 m en PZ2 et 2,32 m en PZ3.

Cette différence de niveau d'eau entre les deux piézomètres s'explique par le fait que PZ2 est crépiné de 1 à 7 m de profondeur et recoupe les formations de Limons du plateau et de l'Argile à meulières de Montmorency, c'est-à-dire des circulations d'eau superficielles. Au contraire, PZ3 ne capte que l'Argile à meulières de Montmorency, de 7 à 10 m de profondeur. Considérées comme captives, ces circulations d'eau localisées (à la faveur de passées de granulométrie un peu plus importante : limons et sables notamment) sont en charge et leur niveau statique dépasse celui observé en PZ2.

NOTA : les fortes baisses du niveau piézométrique observées en date du 15/04/2025 et du 05/05/2025 s'expliquent par la réalisation d'essais Lefranc en PZ2 et PZ3 et d'un prélèvement d'eau en PZ3 le 15/04/2025 puis d'un prélèvement d'eau en PZ3 le 05/05/2025.

Les variations de niveau d'eau observés sont corrélées aux épisodes de précipitations, plus fortement en PZ2 qu'en PZ3. Les pluies des mois de mars et avril ont induit une hausse de 1 m et 0,8 m du niveau de la nappe perchée circulant dans l'Argile à meulières de Montmorency. Au contraire, les circulations d'eau captives en PZ3 n'ont pas été réellement impactées par ces précipitations durant cette période. Les fortes pluies de la fin-juillet ont induit une hausse de 0,6 m en PZ2 et 0,7 m en PZ3. Par la suite, la nappe en PZ2 a été réactive face aux épisodes de précipitations ayant eu lieu durant la période automnale puis au début de l'année 2026 (augmentation de plus de 2 m en janvier).

De mars à juillet 2025, la tendance est à la baisse du niveau d'eau, dans un contexte de transition vers les basses eaux et de déficit hydrique caractérisant le début de l'année 2025. La période estivale s'est accompagnée d'une stabilisation du niveau d'eau puis d'une remontée progressive à partir d'octobre typique d'une transition vers les hautes eaux.

**Tableau 8 : Extrait de la pluviométrie mensuelle (Station de l'aéroport d'Orly (91)d'Orly)**

| Cumul de précipitations | 2025 | | | | | | | | | | 2026 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Mars | Avril | Mai | Juin | Juillet | Août | Septembre | Octobre | Novembre | Décembre | Janvier |
| En mm | 19,8 | 29 | 24,4 | 24,1 | 82,7 | 20,9 | 41,7 | 51,6 | 47,4 | 30 | 41,8 |
| Écart à la normale 1991-2020 | -55% | -35% | -61% | -57% | +56% | -64% | -12% | -2% | -11% | -50% | -11% |
| Théorie | Hautes Eaux | Transition vers les Basses Eaux | | | | Basses Eaux | | | | Transition vers les Hautes Eaux | |

# 6. SYNTHESE DES DONNEES HYDROGEOLOGIQUES

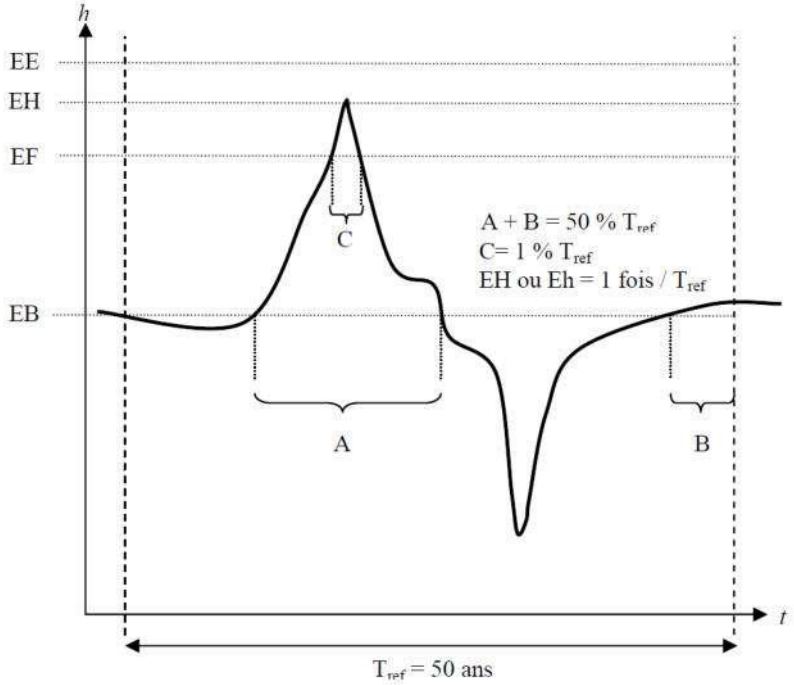
| Types de données | Commentaires | Niveaux |
|---|---|---|
| Carte de Delesse (niveau corrigé) | Hors pompage et sans urbanisation | ~ 163,7 m NGF |
| Atlas aquifère de la région parisienne 1970 | Nappe des Sables de Fontainebleau | Entre ~ 100 et 110 m NGF |
| Niveaux d'eau BSS | Le plus proche 561 m au nord-ouest captant la nappe de l'Argile à meulières de Montmorency | ~ 163 m NGF |
| Suivi SOLER<br>Sur site (2025) | Suivi en cours depuis le 04/03/2025<br>Niveau moyen retenu en PZ3 | Entre 160,8 et 163,15 m NGF<br>Niveau moyen ~161,7 m NGF |

Les données piézométriques historiques et actuelles montrent une certaine cohérence, quelles que soient les périodes étudiées ; la nappe de l'Argile à meulières de Montmorency est comprise **entre 162 et 164 m NGF**.

# 7. ESTIMATION DES NIVEAUX DES PLUS HAUTES EAUX

## 7.1. Généralité

L'actualisation de la norme de cuvelage nommée NF DTU 14.1 P1-2, publiée en Novembre 2020, définit les niveaux d'eau pour le calcul des ouvrages enterrés en milieu saturé, à savoir :

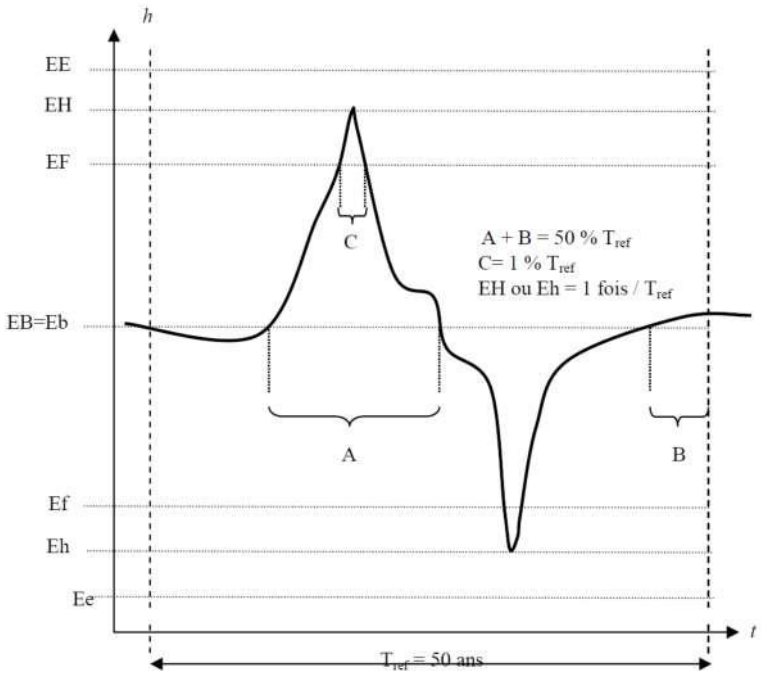



- **le niveau quasi-permanent** (ou niveau **EB** des « basses eaux »). Le niveau EB peut être défini comme correspondant à un niveau susceptible d'être dépassé pendant la moitié du temps de référence (50 ans) ;
- le niveau caractéristique (ou niveau EH des « hautes eaux »). Le niveau caractéristique EH correspond, en principe, au niveau de période de retour 50 ans ;
- le niveau accidentel (ou niveau EE). Ce niveau accidentel, exceptionnel et conventionnel EE, correspond au niveau des plus hautes eaux connues et/ou prévisibles. Le risque éventuel de submersion et son incidence sur le niveau EE sont définis dans les DPM ;
- le niveau Ei, est défini lorsque les locaux sont inondables, il correspond au fil d'eau des orifices d'inondation. Ce niveau choisi (Ei) est à la discrétion des concepteurs.

Les niveaux d'eau décrits selon les principes de l'Eurocode 0 sont définis en supposant que, plus le niveau d'eau est haut, plus il est défavorable vis-à-vis de l'état-limite considéré.

Cette hypothèse n'est pas toujours vérifiée, par exemple, pour les problèmes de portance ou de soutènement. Il est donc nécessaire, dans ces cas, de définir des niveaux bas car ils sont défavorables.

Ainsi, pour un problème de portance où la nappe viendrait soulager le poids de la structure, ou pour un problème de soutènement où l'eau apporterait une action stabilisatrice sur l'écran, il est nécessaire de définir des niveaux Ee, Eh, Ef qui ont respectivement les mêmes occurrences que les niveaux EE, EH et EF mais qui sont définis en considérant qu'un niveau bas est défavorable.




En pratique, il est difficile de déterminer, de manière statistique, les valeurs des différents niveaux pour une période de 50 ans puisqu'en général les données piézométriques disponibles couvrent une période ne comprenant que quelques années dans les meilleurs cas.

## 7.2. Méthodologie

Le niveau des nappes souterraines est susceptible de remonter sous l'influence de plusieurs facteurs :

- Le battement régional des nappes souterraines (noté Br) ;
- Le battement lié à la pluviométrie locale lorsque la nappe y est sensible (noté Bl) ;
- L'arrêt des pompages (industriels, chantiers, parkings souterrains…) situés à proximité du site (noté R) ;
- La transmission des ondes de crues aux aquifères (l'amplitude est notée $\Phi$).

Ces facteurs peuvent être cumulatifs.

## 7.3. Définition du niveau moyen

Le niveau d'eau moyen retenu pour le suivi est celui du PZ3. En effet, il est jugé le plus représentatif des niveaux d'eau à attendre au niveau de l'infrastructure du projet (circulations d'au captives dans l'Argile à meulières de Montmorency).

Le niveau quasi-permanent (ou niveau **EB** des « basses eaux ») peut être défini comme correspondant à un niveau susceptible d'être dépassé pendant la moitié du temps de référence (50 ans).

Nous ne disposons que d'un suivi piézométrique d'une période de 10 mois. Ainsi, les données en notre possession ne sont pas suffisantes pour définir avec précision le niveau EB, vis-à-vis d'une variation de la nappe d'occurrence 50 ans, tel que Eh < EB < EH. Aussi, le niveau EB ne peut rigoureusement pas être déterminé. Par conséquent, d'après l'ensemble des données collectées et notamment au regard de la période de suivi actuellement disponible (débuté en fin de période de hautes eaux) et du déficit pluviométrique au cours de cette période, il sera assimilé, dans la suite de l'étude, au niveau moyen observé au cours du suivi surélevé de 30cm soit :

**Niveau moyen retenu (PZ3) = 162,0m NGF**

Rappel : ce niveau est susceptible d'évoluer eu cours du suivi piézométrique actuellement en cours.

D'après le suivi piézométrique, le plus bas niveau relevé sur 6 mois est de 160,8 mNGF. Le niveau Eh est < 160,8 mNGF.

## 7.4. Recharge par infiltration des eaux pluviales ($B_L$)

### 7.4.1. Coefficients de Montana

Les coefficients de Montana (a et b) sont calculés par un ajustement statistique entre les durées et les quantités de pluie ayant une durée de retour donnée (voir **annexe 3**). Ils sont fournis par les services de Météo France pour la station de l'aéroport d'Orly :

**Tableau 9 : Coefficient de Montana – Station de l'aéroport d'Orly, pluies de 15 min à 24 h**

| Récurrence | Coefficients de Montana | |
|---|---|---|
| | a | b |
| 5 ans | 9,466 | 0,767 |
| 10 ans | 11,46 | 0,772 |
| 20 ans | 13,564 | 0,775 |
| 30 ans | 14,716 | 0,774 |
| 50 ans | 16,275 | 0,774 |
| 100 ans | 18,318 | 0,772 |

La formule de Montana permet de relier de manière théorique une quantité de pluie h(t) recueillie au cours d'un épisode pluvieux avec sa durée t :
$h(t) = a \times t^{(1-b)}$
Où :

- H est la quantité de pluie tombée au cours d'un événement pluviométrique exceptionnel (mm) ;
- t est la durée de la pluie (min) – durée arbitraire de 5h ;
- a et b sont les coefficients de Montana.

Les hauteurs de pluie calculées sont les suivantes :

**Tableau 10 : Calculs des hauteurs de pluie pour des évènements pluviométriques exceptionnels de 5 h**

| Récurrence | Durée de la pluie (h) | H (mm) |
|---|---|---|
| 5 ans | 5 | 35,8 |
| 10 ans | | 42,1 |
| 20 ans | | 48,9 |
| 30 ans | | 53,4 |
| 50 ans | | 59,1 |
| 100 ans | | 67,2 |

### 7.4.2. Variations liées à la pluviométrie

La recharge des nappes superficielles s'effectue en partie par les précipitations (impluvium). La variation de la nappe due aux apports pluviométriques peut donc être estimée à partir :

- des coefficients de Montana locaux (a et b), qui permettent de calculer les hauteurs de pluie de référence ;
- du coefficient de réaction de la nappe.

La réaction d'une nappe vis-à-vis d'un évènement pluviométrique dépend de nombreux facteurs, comme l'intensité de la pluie, la température extérieure, la présence d'une couverture végétale ou de surfaces imperméabilisées, la nature des terrains et leur porosité efficace, ainsi que le contexte géomorphologique. D'une manière générale, la réaction de la nappe est maximale à la fin de la période de recharge des nappes, soit entre Janvier et Mars.

En règle générale, la réaction des nappes superficielles peut être habituellement évaluée entre 1 et 4 cm par millimètre de pluie.

D'après le suivi piézométrique automatique réalisé par Soler IDE, il a pu être mis en évidence au droit du site, une augmentation du niveau d'eau de 50 cm (en PZ3, que nous prenons comme référence) en réponse à une pluie de 54,7 mm sur 9 jour, soit **une réaction de l'ordre de 0,9 cm/mm de pluie**.

Le projet étant localisé dans une zone très urbanisée, nous conserverons un **coefficient jugé sécuritaire de 2 cm/mm. Ce coefficient pourra être revu à la fin du suivi piézométrique.**

### 7.4.3. Impact lié à un orage

Les variations théoriques dues aux évènements pluvieux, estimées sur la base des hauteurs de pluie calculées précédemment par l'approche de Montana, sont les suivantes :

**Tableau 11 : Calculs de l'élévation théorique du niveau d'eau au sein de l'aquifère pour une pluie de 5 h**

| Récurrence | H (mm) | Élévation théorique (m) |
|---|---|---|
| 5 ans | 35,8 | 0,72 |
| 10 ans | 42,1 | 0,84 |
| 20 ans | 48,9 | 0,98 |
| 30 ans | 53,4 | 1,07 |
| 50 ans | 59,1 | 1,18 |
| 100 ans | 67,2 | 1,34 |

Ainsi, nous retiendrons dans le cas d'une pluie d'une durée de **5 h** :

$B_{L10}$ = 0,8 m
$B_{L50}$ = 1,2 m
$B_{L100}$ = 1,4 m

## 7.5. Variation régionale de la nappe ($B_R$)

La variation régionale d'une nappe s'étudie sur un aquifère ciblé (ici Argile à meulières de Montmorency) à l'échelle de son bassin versant et/ou régionale.

D'après quelques suivis réalisés par nos soins sur le même aquifère, nous retiendrons une variation saisonnière (entre les eaux hautes et eaux basses) possible de l'ordre de 3,0 m.

Sur la base de ce suivi, bien qu'il soit difficile de différencier les variations locales des variations régionales, nous retiendrons un Battement Régional (BR) positif, depuis le niveau EB de ce site, égale à la moitié d'une variation saisonnière de 1 m, tel que :

$B_R$ = 1,5 m

**Ce paramètre pourra être revu à la fin du suivi piézométrique.**

## 7.6. Incidence d'une onde de crue

Lorsque le cours d'eau est en crue, l'onde de crue se propage dans les terrains et s'amortit à mesure que l'on s'éloigne de la rivière. D'après le contexte général, le site n'est pas concerné par une onde de crue.

## 7.7. Remontée de nappe par arrêt des pompages (R)

Par défaut, nous supposons une urbanisation du secteur comme pérenne dans le temps.

Au regard du contexte hydrogéologique, nappe superficielle peu productive, nous considérons que le projet n'est pas concerné par une potentielle remontée de nappe par arrêt de pompages/captages.

$$R=0$$

Remarques :
Malgré tout le soin mis dans la recherche d'éventuels ouvrages de pompage dans la zone d'étude et auprès des différentes administrations, les ouvrages exploités mais non recensés peuvent échapper à notre recherche.

# 8. SYNTHESE DE LA NPHE

## 8.1. Synthèse du contexte de l'étude

La société EMERIGE projette la réalisation d'un data center et d'un immeuble de bureaux en R+3 sur 1 niveau de sous-sol jusqu'à 7m de profondeur , sis 22, avenue Galilée 92 350 LE PLESSIS-ROBINSON.

La zone d'étude, d'une superficie de 20 431 m2 , est localisée dans un contexte de plateau 1,6 km au nord de la Sygrie, un affluent de la Bièvre. Le projet n'est pas concerné par un PPRI (il est situé en hors zone non inondable) et est situé en zone humide de classe C (manque d'information ou faible probabilité de présence de zone humide) selon la cartographie de la DRIEAT.

Les sondages réalisés par SOL CONSEIL ont permis de préciser la lithologie locale : remblais et Limons des Plateaux (2 à 5 m), Argile à meulières de Montmorency (5 à 8 m) puis les Sables de Fontainebleau.

Le site est caractérisé par des circulations d'eau superficielles dans les limons de plateau, au toit des argiles à meulières. Ces dernières formations sont également le siège de circulations d'eau captives. La nappe des sables de Fontainebleau est attendue à plusieurs dizaines de mètres de profondeur.

Trois piézomètres ont été implantés sur le site dans le cadre de la présente étude. Un suivi piézométrique est actuellement en cours sur une durée d'un an, ayant débuté le 04/03/2025.

Compte tenu de ses caractéristiques (1 niveau de sous-sol jusqu'à 7m de profondeur), le projet sera concerné par ces circulations d'eau captives au sein des argiles à meulières, représentées par le suivi piézométrique actuellement en cours au sein de PZ3. A l'issue des 10 premiers mois de suivi (relevé du 13/01/2026) le toit de la nappe a été mesuré entre 160,83 m NGF et 163,15 m NGF en PZ3, soit une amplitude de 2,32 m. Le niveau moyen est actuellement situé à environ 6,50 m de profondeur ou **162,0m NGF (niveau moyen)**.

Pour rappel, les niveaux provisoires des infrastructures (coupe du 31/10/2025) sont les suivants :

**Tableau 12 : Niveaux provisoires des infrastructures**

| Niveaux | Cotes (m NGF) |
|---|---|
| RdC | 168,5 |
| R-1 (parking) | 165,05 |
| R-1 (sous-sol) | 161,5 |

## 8.2. Phase définitive

Le niveau des plus hautes eaux de la nappe alluviale est obtenu de la manière suivante, sur une période d'occurrence de 50 ans :
$EH = EB + B_L + B_R + R + \Phi$

- EH : niveau caractéristique. Il correspond en principe, au niveau de période de retour 50 ans ;
- EB : niveau quasi-permanent. Il correspond à un niveau susceptible d'être dépassé pendant la moitié du temps de référence (50 ans) ;
- $B_L$ : Battement local de la nappe ;
- $B_R$ : Battement régional de la nappe ;
- R : remontée de nappe induite par l'arrêt des pompages ;
- $\Phi$ : amplitude des ondes de crue des cours d'eaux au droit du terrain.

Au regard des données disponibles, le niveau EB n'est pas connu, soit :

EH = Niveau moyen + $B_L$ + $B_R$

La synthèse de l'estimation des niveaux des plus hautes eaux est présentée ci-après :

**Tableau 13 : Synthèse des niveaux d'eau**

| | Remontées (m) | Cotes (m NGF) |
|---|---|---|
| Niveau d'eau moyen | / | 162,0 |
| Hauteur d'eau basse caractéristique Eh | / | < 160,8 |
| Battement Régional Br | 1,5 | 163,5 |
| Battement Local Bl décennal | 0,8 | 164,3 |
| Battement Local Bl cinquantennal | 1,2 | EH = 164,7 |
| Battement Local Bl centennal | 1,4 | 164,9 |

D'après les différents scénarii rassemblés dans le tableau ci-dessus, en phase définitive, pour des conditions actuelles et en considérant pérennes les conditions hydrogéologiques actuelles (absence de pompage), **le niveau décennal est estimé à 164,3 m NGF et le niveau caractéristique (EH) est estimé à 164,7 m NGF. Ainsi, pour ces occurrences, le R-1 sous-sol sera concerné par une remontée de nappe, son niveau étants fixé à 161,5 m NGF.**

Dans le cas d'une protection du sous-sol pour une remontée de nappe, on estime une hauteur d'eau exceptionnelle à EEi = Ei + 0,5m, pour le dimensionnement structurel de l'ouvrage, dans le cas d'évents situés au niveau de Ei.
**On se rapprochera du bureau d'étude de sol pour mettre en place la méthode constructive la plus adaptée.**

**Que les bâtiments soient concernés ou non par la variation de la nappe, ils devront être drainés ou étanchés pour se prémunir des arrivées d'eaux météoriques, d'écoulements et autres arrivées accidentelles.**

Remarque : **Notre rapport ne donne aucune préconisation quant à la reprise des eaux de surface** (orages par exemple), qu'il faudra drainer toute hauteur sauf à rendre étanche l'ouvrage jusqu'au TN.

## 8.3. Phase travaux

Au regard de l'altimétrie du projet, où les niveaux finis du R-1 seraient fixés à 165,05 m NGF (parking) et 161,5 m NGF (sous-sol), hors période de crue exceptionnelle, avec un **niveau de nappe moyen = 162,0m NGF**, la réalisation :

- **du fond de fouille général du R-1 (sous-sol)** (hors cages d'ascenseurs, fosses ou approfondissements localisés) **sera concernée par un rabattement global de la nappe de 1,5 m, pour un niveau de nappe rabattue à 1 m sous le niveau fini du R-1**, selon les préconisations géotechniques en vigueur ;
- **des infrastructures profondes du R-1 (sous-sol) sera concernée par un rabattement de nappe de 2 m (sous-sol), pour un niveau de nappe rabattue à 1,5 m sous le niveau fini du R-1.**

Une gestion en phase chantier des eaux météoriques qui ne s'infiltrent pas en fond de fouille restera à prévoir.

# 9. ESTIMATION DES DEBITS EN PHASE CHANTIER

## 9.1. Estimation des perméabilités

### 9.1.1. Méthodologie

Afin de préciser la perméabilité de la zone saturée, deux essais Lefranc ont été réalisés dans les ouvrages PZ2 et PZ3, à la profondeur de 8 m par rapport au terrain naturel.

| Piézomètre | Formation captée | Date de réalisation de l'essai |
|---|---|---|
| PZ2 | Limons de plateau / Argile à meulière de Montmorency | 15/04/2025 |
| PZ3 | | |

Le plan d'implantation est fourni en **annexe 2**.

L'essai de perméabilité consiste à suivre l'évolution du niveau d'eau pendant et après le pompage de l'ouvrage. La perméabilité est ensuite calculée selon la méthode appropriée. L'essai ponctuel a été réalisé en régime transitoire à l'aide d'une pompe immergée 12V (type SDEC Twister).

**Essai à charge variable (norme NF EN ISO 22282-2) :**
Selon la méthode d'essai à charge variable, on trace la courbe de $\ln(h_0/h(t))$ en fonction du temps sur un graphe, pour déterminer la pente **α** de la droite qui est égale à k.F/S.

$$\ln\left[\frac{h_o}{h(t)}\right]=\frac{k\cdot F\left(t-to\right)}{S}$$

$h_0$ et h(t) représentent la charge hydraulique mesurée respectivement aux temps $t_0$ et t
S : section intérieure réelle connue du tube de liaison dans lequel est effectué la mesure
F : facteur de forme calculé conformément à l'ISO 22282-1

**Calcul de la perméabilité K (m/s) :**

$$k=\alpha\cdot S\,/\,F$$

**α** : coefficient de la pente
S : section intérieure réelle connue du tube de liaison dans lequel est effectué la mesure
F : facteur de forme calculé conformément à l'ISO 22282-1

### 9.1.2. Résultats des essais

La descente (ou purge de l'ouvrage) s'étant réalisée en 3 min (PZ2) et 4 min (PZ3), ce qui indique un renouvellement lent, cette partie de l'essai n'a pas été interprétée. Au regard des résultats, seule la remontée est considérée comme représentative.

Le tableau suivant présente les résultats des essais de perméabilité réalisés. Les feuilles de calculs sont présentées en **annexe 4**.

**Tableau 14 : Résultats des essais de perméabilité**

| | PZ2 | PZ3 |
|---|---|---|
| | Remontée | Remontée |
| Hauteur remontée (m) | 0,2 m | 2,8 m |
| Durée de la remontée (95% de la hauteur) | 1h | 1h |
| Perméabilité calculée | $1{,}7.10^{-7}$ m/s | $1{,}4.10^{-6}$ m/s |
| Crépines | 3 à7 m/TN | 7 à 10 m/TN |
| Horizon lithologique ciblé | Limons de plateau / Argile à meulière de Montmorency | |

On obtient ainsi, au sein de la **formation des Limons de plateau / Argile** à meulière de **Montmorency**, une perméabilité comprise entre **$1{,}7.10^{-7}$ m/s et $1{,}4.10^{-6}$ m/s**.

Il s'agit de valeurs caractérisant des terrains de **perméabilité « faible »** selon la classification « Fondations et ouvrages enterrés » de PHILIPPONNAT.

Ces valeurs de perméabilité obtenues concordent avec celles rencontrées dans la bibliographie et qui sont généralement considérées comme étant comprises entre $10^{-6}$ et $10^{-10}$ m/s.

Pour la suite de l'étude, afin d'être sécuritaire, nous considèrerons une perméabilité de l'ordre de **$2.10^{-6}$ m/s**.

## 9.2. Estimation du débit d'exhaure de la fouille en phase travaux

L'estimation de l'exhaure dépend en grande partie de la période hydrologique (hautes ou basses eaux). Compte tenu du peu de données actuellement disponibles (suivi piézométrique débuté en mars 2025), les calculs présentés ci-dessous ont été établis sur la base sécuritaire du niveau d'eau le plus haut mesuré.

Cette estimation dépend également du phasage des travaux. En effet, la réalisation des éléments de structures les plus profonds (têtes de pieux, fosses ou cages d'ascenseur, semelles, etc.) se fait sur une période relativement courte, par rapport au fond de fouille général, mais nécessite un approfondissement du rabattement d'au moins 50 cm. C'est pourquoi, il peut être considéré 2 profondeurs de rabattement à environ :

- **1,5 m** sous le niveau fini, pour les éléments de structure les plus profonds ;
- Ou **1,0 m** sous le niveau fini, pour la réalisation générale du fond de fouille.

### 9.2.1. Hypothèses de travail

Dans le cas de l'aménagement du projet sur 1 sous-sol, pour cette estimation du débit d'exhaure en phase chantier, nous prendrons à titre d'exemple les hypothèses ci-dessous :

- Une surface de fond de fouille sans écran étanche calculée à **S = 5800 m²** et un périmètre à **P = 438 m** (d'après le plan du sous-sol) ;

- Un niveau haut des circulations d'eau au sein des Limons de plateau / Argile à meulière de Montmorency à **163,2 m NGF** ;
- Une perméabilité estimée à **2.10-6 m/s,** pour le Limons de plateau / Argile à meulière de Montmorency ;
- On considère **à titre d'exemple**, un rabattement de 1,0 m sous le niveau fini du R-1 (161,5 NGF), soit **un niveau rabattu à 160,5 m NGF** (ou environ 2,7 m de rabattement) ;

Le plan suivant présente la surface théorique estimée concernée par un rabattement (en bleu) :

*Plan du R-1 (31/10/2025)*



En première approche et selon les premières indications présentées dans l'étude géotechnique, l'estimation du débit d'exhaure sera réalisée selon la méthode de **Schneebeli (cas d'un rabattement en plein fouille). En fonction des éléments géotechniques à venir, cette méthode de calcul pourra être amenée à être modifiée.**

À cette quantité se rajoute les valeurs liées aux eaux météoritiques qui percolent et vont recharger la nappe en cas de précipitations au cours de la phase travaux.

### 9.2.2. Méthode de Schneebeli

Le débit d'exhaure de la fouille, sans écran étanche, est estimé à partir de la formule de Schneebeli, pour une nappe libre, avec un pompage en régime permanent, en considérant un milieu homogène.

Attention, ces calculs ne tiennent pas compte des techniques de réalisation des fondations, ni d'éventuelles fosses plus profondes (type cages d'ascenseurs, etc.).

Méthode de Schneebeli, pour le débit de fouille Q ($m^3/h$) :

Q : Débit en fond de fouille ($m^3/s$)
K : Perméabilité (m/s)
s : Rabattement du niveau (m)
A : Surface mouillée de la fouille ($m^2$)

$$Q = 2,5.K.s.(A)^{0,5}$$

L'estimation des débits d'exhaure de la fouille est détaillée ci-après :

**Tableau 15 : Estimation des débits d'exhaure**

| | Unités | 1,0 m / R-1 |
|---|---|---|
| Altimétrie | | |
| **Nappe extérieure : Ne** | m NGF | 163,2 |
| **Nappe intérieure (rabattue) : z** | m NGF | 160,5 |
| **Rabattement : s** | m | 2,7 |
| Géométrie de projet : | | |
| **Superficie : s** | $m^2$ | **5800** |
| **Périmètre : P** | m | **438** |
| **Perméabilité : K** | m/h | **2.10-6** |
| RÉSULTATS : | | |
| **Débit : Q** | $m^3/h$ | **4** |

Le débit d'exhaure, selon la méthode de Schneebeli, est estimé, en première approche et de manière sécuritaire, à 4 $m^3$ /h pour une hauteur d'eau maximale à rabattre d'environ 2,5 m.

**Précisons qu'il s'agit d'une estimation du débit d'exhaure dans les premières minutes/heures de pompage. En régime permanent, le débit sera moindre. En outre, le contexte géologique et hydrogéologique ne laisse pas supposer une réalimentation importante par le fond, au sein des argiles à meulières. Ainsi, on estime plutôt le débit moyen de pompage à 2-3 $m^3$/h environ, sur la durée des travaux.**

Même si le milieu ambiant est peu perméable et va produire en masse peu d'eau, des arrivées franches ne sont pas à exclure (phénomène de source) et ne sont pas quantifiables dans le cadre de cette étude.

Remarque : À ces valeurs, il faut rajouter l'interception des eaux météoritiques par la surface du chantier, en cas de période climatiques défavorables.

### 9.2.3. Remarques

Dans la pratique, le débit réel est fonction :

1- De la pluviométrie : en cas de fortes intempéries et d'une pluviométrie importante, les débits vont augmenter de façon significative. La pluviométrie est le principal facteur de recharge de cet aquifère ;

2- Niveau de l'eau : en cas de période fortement pluvieuse, il est évident que les débits vont augmenter de façon significative ;

3- Calage altimétrique du niveau bas du projet. Nous rappelons que le calcul est mené en considérant un rabattement d'une tranche de 2,5 m. Dans le cas de fosses ou d'approfondissements localisés pour les fondations (semelles, longrines, tête de pieux, …), le débit en sera augmenté en conséquence. En fonction de l'étude structure donc, les hypothèses de niveau rabattu peuvent être amenées à évoluer et remettre en cause les estimations préalablement définies ainsi que les rubriques et/ou le régime Loi sur l'Eau ;

4-Incertitude liée à la perméabilité des différentes lithologies rencontrées

5- Dispositif de rabattement et de sa mise en œuvre. Il est d'ailleurs à noter que suivant les entreprises, les conceptions des dispositifs conduisent à des débits d'exhaure bien plus importants que d'autres. En outre, afin de gérer des besoins spécifiques si nécessaire, le dispositif peut être amené à être complété. Il est à noter que l'ancrage des dispositifs de rabattement peuvent générer des modifications des débits dans la mesure où ceux-ci seraient situés dans des horizons de perméabilités différentes ;

6- Tout changement des hypothèses de structure pourrait remettre en cause les résultats de la présente étude. En effet, si les cotes d'arases inférieures des fondations et/des fosses venaient à être situées plus bas que les hypothèses considérées, le besoin de hauteur d'eau à rabattre serait augmenté en conséquence, générant ainsi une modification des débits pouvant être significative ;

## 9.3. Technique de rabattement

En l'état de nos connaissances et selon l'importance des venues d'eau, l'entreprise pourra avoir recours à la mise en place d'un **réseau de tranchées drainantes et pourra être accompagné de pointes filtrantes (voire de puits filtrants).**

Plus que la quantité d'eau, c'est la difficulté à la capter qui va générer une problématique en phase chantier. Par exemple, si des pointes filtrantes étaient mises en place tous les mètres, elles pomperaient moins de 100 L/heure/pointe, soit bien en dessous du seuil d'efficacité de ce dispositif, et ce d'autant plus que le rayon d'action est quasiment nul. Un tel dispositif serait donc globalement inefficace dans le cas présent.
À l'inverse, en cas de persistance d'un niveau phréatique déprimé (poursuite de la période sèche), l'exhaure en sera réduite en conséquence.

Le fond de fouille sera dans les Argiles plus ou moins parcourues par des veines dégorgeant de l'eau, ce qui rendra le chantier impraticable. Il conviendra donc de dresser une pente pour récolter ces eaux par des ouvrages provisoires latéraux et de pouvoir relever les eaux en dehors du chantier. Il conviendra certainement également de prévoir un encaillassement (à voir avec le géotechnicien) pour rendre le chantier praticable.

Comme évoqué dans le présent rapport, les terrains ne sont pas capables d'infiltrer les eaux météoriques dans la fouille.

Le système pourra être adapté sur site en fonction de l'abondance de venues d'eau mais l'entreprise doit garantir sur obligation de résultat (fond de fouille totalement assaini et permettant les travaux de fondations dans de bonnes conditions techniques). La traficabilité en période climatique défavorable sera difficile.

On se rapprochera du bureau d'étude de sol pour mettre en place la méthode constructive la plus adaptée.

Les terrains sont plus ou moins perméables et une lame d'eau risque de se former entre la construction et l'encaissant. Nous rappelons que selon la célèbre expérience du tonneau de Pascal, la pression ne dépend pas de la quantité d'eau mais de la hauteur d'eau.

Il est donc nécessaire de drainer à l'avancement les parois lorsqu'on réalise des fouilles profondes, sauf à tenir compte des poussées hydrostatiques sur la hauteur du voile. La solution en phase chantier consiste en la pose de géo composites verticaux drainants et la réalisation de barbacane à chaque niveau.
Nous rappelons que la mise en place de géo composite à l'avancement toute hauteur, sans la mise en place de barbacanes à chaque niveau constitue un remède pire que le mal car en périodes pluviométriques défavorables, la géo composite se charge et la sous-pression s'exprime.

Remarques :

- Le précédent calcul de débit d'exhaure est évalué dans le cadre d'un terrassement général. Il ne tient pas compte des éventuelles cages d'ascenseurs ou autres locaux techniques dont le niveau pourrait être plus bas.
- **L'éventuelle présence d'arrivées d'eaux préférentielles dans les différentes couches perméables**, au droit du site, peut s'avérer productive et avoir pour effet **d'augmenter les débits** (aléa résiduel inhérent à tout projet recoupant la nappe).
- Nous attirons l'attention des concepteurs sur la nécessité :
  - d'avoir un dispositif filtrant sur la hauteur totale des pointes ;
  - d'utiliser des pompes rotatives plutôt que des pompes à pistons.
- La perméabilité augmente avec la profondeur, selon le contexte géologique. Plus le rabattement est important, et plus le débit d'exhaure le sera également.
- Il est d'usage d'installer une capacité de pompage supérieure au débit théorique attendu, d'environ 4/3. L'effort de pompage sera à ajuster en fonction des pompages en cours.
- En fonction de la date des travaux et de la nature de la fouille, les débits réels seront à **valider par des essais en vraie grandeur avant le début des travaux**, pour adapter la meilleure méthode. Ceci permettra de s'exonérer des problèmes de perméabilités lenticulaires
- Ces calculs ne tiennent pas compte des techniques de réalisation des fondations, ni d'éventuelles fosses plus profondes (type cages d'ascenseurs, etc.).
- Il est à noter que le débit d'exhaure estimé dans cette étude permet d'orienter la technique à employer. Le débit ne peut donc pas être utilisé pour estimer les coûts du rejet (en tenant compte d'éventuelles taxes de rejet). En effet, la précision et le nombre d'essais ne permettent pas d'établir un budget prévisionnel, et ce d'autant que la technique employée par le rabatteur va influencer le débit d'exhaure. Celui-ci devra être affiné par la réalisation d'un nombre plus important d'essais ou de la mise en place du pompage grandeur nature en phase chantier.

## 9.4. Conditions de rejet des eaux d'exhaure en phase chantier

Compte tenu du volume, la totalité des eaux d'exhaure devra être rejetée en réseau, après autorisation par les concessionnaires. Nous vous recommandons de vous rapprocher du concessionnaire pour l'autorisation de rejet et des commodités de mise en œuvre (débit de fuite, paramètres physiques et chimiques, etc.). Une caractérisation initiale des eaux de rejet devra être fournie au concessionnaire, selon les paramètres imposés par la convention.

D'une façon générale, nous vous recommandons de prévoir un bassin de décantation provisoire avec le rejet dans le réseau.
Il est à noter que la faisabilité technique et administrative du rejet peut remettre en cause les modalités de réalisation de l'infrastructure (nécessité de réduire les débits générés).

## 9.5. Analyse des eaux de rejet

Un prélèvement d'eau a été réalisé le 15 avril 2025 au droit de l'ouvrage PZ3.

Les paramètres analysés sont comparés aux valeurs seuils du concessionnaire réseaux dans le tableau en page suivante.

Modalités de prélèvements et d'analyse des paramètres :

Les analyses portent sur les métaux dissous. Ils ont été filtrés au préalable sur site afin de s'approcher des conditions de rejets en phase chantier via un bac de décantation. En revanche, les MES n'ont pas été filtrées, mais décantées pendant 2h au labo avant analyses.
Les eaux prélevées étaient claires, sans odeur, sans irisation et à 0 ppm.

Résultats d'analyses :

Aucun paramètre ne dépasse les seuils déterminés par le règlement d'assainissement du 92.

Phase chantier :

Les MES (Matières En Suspension) seront maîtrisés et leurs teneurs diminuées sous les seuils correspondant, grâce notamment à la mise en place d'un décanteur par lequel les eaux transiteront avant rejet.

Le système de traitement devra être dimensionné en fonction des résultats de la caractérisation des eaux réalisée.
Les résultats sont présentés en **annexe 5.**

Remarque :
Toutes nos conclusions sont établies par rapport aux critères de rejet des eaux d'exhaure et ne présagent pas des modalités complémentaires de traitement liées à l'application d'éventuelles mesures de gestion de pollutions, définies dans le cadre de l'étude environnementale de SOLER IDE.

**Tableau 16 : Paramètres des eaux de nappe et comparaison aux valeurs seuils des concessionnaires du réseau**

| | | PZ3 |
|---|---|---|
| **Paramètres physicochimiques** | **Concentration maximale** | **Teneur la plus élevée mesurée sur** |
| Potentiel Hydrogène (pH) | **5,5-8,5 pH** | 7,5 |
| Température | **< 30 °C** | 18,7 |
| Matières en suspension (M.E.S.) | **600 mg/l** | <2 |
| Demande chimique en oxygène (D.C.O.) | **2000 mg/l** | 35 |
| Demande biochimique en oxygène (D.B.O.5) | **800 mg/l** | <3 |
| **Paramètres inorganiques** | **Concentration maximale** | **Teneur la plus élevée mesurée sur** |
| Phosphore total | **50 mg/L** | NA |
| Azote Kjeldahl | **150 mg/L** | <2 |
| Détergent anionique | **10 mg/L** | 0,47 |
| **Paramètres inorganiques : métaux** | **Concentration maximale** | **Teneur la plus élevée mesurée sur** |
| Arsenic (As) | **50 µg/L** | <3 |
| Argent (Ag) | **500 µg/L** | <0,01 |
| Plomb (Pb) | **500 µg/L** | <0,01 |
| Cadmium (Cd) | **200 µg/L** | <0,0015 |
| Chrome (Cr) | **500 µg/L** | <0,005 |
| Chrome (VI) | **0,1 mg/L** | <0,01 |
| Cuivre (Cu) | **500 µg/L** | <0,005 |
| Cyanures | **100 µg/L** | <0,01 |
| Nickel (Ni) | **500 µg/L** | <0,01 |
| Zinc (Zn) | **2 000 µg/L** | <0,05 |
| Manganèse (Mn) | **1 000 µg/L** | 160 |
| Mercure (Hg) | **50 µg/L** | <0,1 |
| Etain (Sn) | **2 000 µg/L** | <0,01 |
| Fer (Fe) | **5 mg/L** | <0,05 |
| Aluminium (Al) | **5 mg/L** | <0,03 |
| Somme des métaux | **5 mg/L** | <5 |
| **Paramètres organique** | **Concentration maximale** | **Teneur la plus élevée mesurée sur** |
| Sulfates | **2 000 mg/L** | 33 |
| Fluorures | **15 mg/L** | 0,22 |
| Substances lipoliphiliques, non volatiles | **150 mg/L** | <10 |
| Hydrocarbures totaux (C10-C40) | **10 mg/L** | <0,05 |
| COHV | **5 mg/L** | / |
| PCB n°28, 52, 101, 118, 138, 153, 180 | **0,4 µg/L** | / |
| Indice phénol | **0,3 mg/L** | <0,01 |
| Somme HAP | **1 µg/L** | 0,03 |
| Composés organiques du Chlore et du Brome (AOX) | **1 mg/L** | 78 |

# 10. FIXATION DU CONTEXTE REGLEMENTAIRE

## 10.1. Code de l'Environnement R.214

Les ouvrages piézométriques réalisés dans le cadre de cette étude devront être comblés en phase travaux en conformité avec les prescriptions générales de l'arrêté du 11 septembre 2003.

Les articles R.214.1 du Code de l'Environnement, pris en application de la Loi sur l'Eau, applicables aux installations, ouvrages, travaux et activités (IOTA) ayant une incidence sur le milieu aquatique, doivent être vérifiés vis-à-vis du projet d'aménagement. Le terrain destiné à être aménagé de par sa spécificité (surface, situé en zone inondable, interaction avec la nappe, etc.) relève donc de certaines rubriques de l'article R.214-1 du code de l'environnement listant les travaux soumis à autorisation ou déclaration auprès des Services de l'État.

En première approche, au regard des débits considérés, du contexte hydrogéologique, des données du projet à ce stade, il pourrait être considéré que le projet relève des rubriques ci-dessous. Il est recommandé de se rapprocher des services compétents afin de statuer sur le contexte réglementaire.

**Tableau 17 : Synthèse des rubriques concernées par le projet au regard de l'article R.214 du code de l'environnement**

| Désignation de l'ouvrage | | N° Rubrique | A/D |
|---|---|---|---|
| **Prélèvements :** sondage, forage y compris les essais de pompage, création de puits ou d'ouvrage souterrain, non destiné à un usage domestique, exécuté en vue de la recherche ou de la surveillance d'eaux souterraines ou en vue d'effectuer un prélèvement temporaire ou permanent dans les eaux souterraines, y compris dans les nappes d'accompagnement de cours d'eau (D)* | Ouvrages de surveillance de la nappe : 2 piézomètres à 7 m et 1 piézomètre à 10 m : | 1.1.1.0 | D |
| | Dans le cas d'un rabattement de nappe, les dispositifs de pompage devront être déclarés | 1.1.1.0 | D |
| **Prélèvements :** Prélèvements permanents ou temporaires issus d'un forage, puits ou ouvrage souterrain dans un système aquifère, à l'exclusion de nappes d'accompagnement de cours d'eau, par pompage, drainage, dérivation ou tout autre procédé, le volume total prélevé étant :<br>Supérieur ou égal à 200 000 $m^3$/an (A)<br>Supérieur à 10 000 $m^3$/an mais inférieur à 200 000 $m^3$/an (D) | Prélèvement de la nappe estimé < 5 $m^3$/h dans les conditions actuelles<br>(D) si 10 000 $m^3$/an < pompage < 200 000 $m^3$/an | 1.1.2.0. | NC ou D selon durée du chantier |
| **Gestion des Eaux Pluviales :** Rejet d'eaux pluviales dans les eaux superficielles ou sur le sol ou dans le sous-sol ; la surface totale du projet, augmentée de la surface correspondant à la partie du bassin naturel, dont les écoulements sont interceptés par le projet, étant :<br>- Supérieure ou égale à 20 ha (A).<br>- Supérieure à 1 ha, mais inférieure à 20 ha (D). | Bassin versant du projet est supérieur à 1 ha : terrain de 20 431 m2 | 2.1.5.0 | D |

* Les obligations règlementaires liées à la réalisation de piézomètres sont détaillées en **annexe 6**.
NC : Non Concerné

Le régime de la déclaration, vis-à-vis de la rubrique **1.1.2.0** dépend du débit d'exhaure réellement mis en place et de la durée du rabattement. Les limites de la Déclaration sont ainsi synthétisées ci-dessous, **à titre indicatif**. En effet, seule la réalité du terrain permet de statuer sur le régime Déclaratif (Autorisation en cas de dépassement).

| | Volume d'exhaure estimé par mois | Régime de Déclaration<br>10 000 $m^3$/an < volume d'exhaure | Régime de Autorisation<br>200 000 $m^3$/an < volume d'exhaure |
|---|---|---|---|
| Exemple de débit d'exhaure (1,0 m / R-1) :<br>3 $m^3$/h | ~ 2200 $m^3$ | **138 jours** < durée de rabattement | **2770 jours** < durée de rabattement |
| Exemple de débit d'exhaure (1,0 m / R-1) :<br>5 $m^3$/h | ~ 3700 $m^3$ | **84 jours** < durée de rabattement | **1694 jours** < durée de rabattement |

**Ainsi sur la base des hypothèses actuelles, le projet est soumis a minima au régime de Déclaration au titre des rubriques 1.1.1.0, et 2.1.5.0 entraînant ainsi la production d'un formulaire Dossier Loi sur l'Eau à présenter aux administrations compétentes (service Police de l'eau de la DRIEAT).**

Dans la mesure où l'opération relève du code de l'environnement et des rubriques R.214, conformément à l'article R.214-35 du code de l'environnement, « il est formellement interdit de commencer les travaux de l'opération avant accord tacite ou formel préalable de la part de la DRIEAT. »

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

## 10.2.Article R.122-2 du Code de l'environnement

**Au regard de la typologie du projet, surface de plancher d'environ 20 000 m², mais inférieure à 40 000 m², pour une surface cadastrale de 20 431 m2 , le projet sera soumis à la rubrique 39 du tableau annexé à l'article R.122-2 du Code de l'environnement (voir le tableau de synthèse ci-dessous).**

Néanmoins, le projet ne prévoit pas un prélèvement en nappe d'accompagnement de la Seine (régime d'Autorisation au titre de la Loi sur l'Eau). Il n'est donc pas soumis à la réalisation d'une **étude au cas par cas**, pour la rubrique 17.

**Tableau 18 : Synthèse des rubriques relatives aux études d'impact selon l'article R.122-2 du code de l'environnement**

| Rubrique | Travaux, ouvrages, aménagements ruraux et urbains | |
|---|---|---|
| | Évaluation environnementale (EI) | Étude au Cas par cas |
| 17. Dispositifs de captage et de recharge artificielle des eaux souterraines | Dispositifs de captage et de recharge artificielle des eaux souterraines lorsque le volume annuel d'eau à capter ou à recharger est supérieur ou égal à 10 millions de mètres cubes. | a) Dispositif de recharge artificiel des eaux souterraines inférieur à 10 millions de mètres cubes annuel.<br><br>b) Dispositifs de captage des eaux souterraines lorsque le volume annuel prélevé est inférieur à 10 millions de mètres cubes et supérieur ou égal à 200 000 mètres cubes (hors ZRE).<br><br>c) Dispositifs de captage des eaux souterraines en nappe d'accompagnement :<br>- d'une capacité totale maximale supérieure ou égale à 1 000 $m^3$/h ou à 5 % du débit du cours d'eau ou, à défaut, du débit global d'alimentation du canal ou du plan d'eau ;<br>- lorsque le débit du cours d'eau en période d'étiage résulte, pour plus de moitié, d'une réalimentation artificielle. Toutefois, en ce qui concerne la Seine, la Loire, la Marne et l'Yonne, le seuil à utiliser est une capacité de prélèvement supérieure à 80 $m^3$/h.<br><br>d) Dispositifs de captage des eaux souterraines en ZRE, dont les mesures ont prévu l'abaissement des seuils lorsque la capacité totale est supérieure ou égale à 8 $m^3$/h. |

| | | |
|---|---|---|
| 39. Travaux, constructions et opérations d'aménagement | a) Travaux et constructions créant une emprise au sol au sens de l'article R.420-1 du code de l'urbanisme supérieure ou égale à 40 000 m² dans un espace autre que :<br>- les zones mentionnées à l'article R.151-18 du code de l'urbanisme, lorsqu'un plan local d'urbanisme est applicable ;<br>- les secteurs où les constructions sont autorisées au sens de l'article L.161-4 du même code, lorsqu'une carte communale est applicable ;<br>- les parties urbanisées de la commune au sens de l'article L.111-3 du même code, en l'absence de plan local d'urbanisme et de carte communale applicable ;<br><br>b) Opérations d'aménagement dont le terrain d'assiette est supérieur ou égal à 10 ha.<br><br>c) Opération d'aménagement créant une emprise au sol au sens de l'article R.420-1 du code de l'urbanisme supérieure ou égale à 40 000 m² dans un espace autre que :<br>- les zones mentionnées à l'article R.151-18 du code de l'urbanisme, lorsqu'un plan local d'urbanisme est applicable ;<br>- les secteurs où les constructions sont autorisées au sens de l'article L.161-4 du même code, lorsqu'une carte communale est applicable ;<br>- les parties urbanisées de la commune au sens de l'article L.111-3 du même code, en l'absence de plan local d'urbanisme et de carte communale applicable. | a) Travaux et constructions qui créent une surface de plancher au sens de l'article R111-22 du code de l'urbanisme ou une emprise au sol au sens de l'article R.420-1 du même code est supérieure ou égale à 10 000 m².<br><br>b) Opérations d'aménagement dont le terrain d'assiette est compris entre 5 et 10 ha, ou dont la surface de plancher au sens de l'article R.111-22 du code de l'urbanisme ou l'emprise au sol au sens de l'article R.420-1 du même code est supérieure ou égale à 10 000 m². (C'est-à-dire une emprise au sol comprise entre 10 000 et 40 000 m²). |

**Une étude au cas par cas devra être déposée au préalable du permis en vue de l'obtention d'une dispense d'étude d'impact.**

Il s'agira également de vérifier le contexte réglementaire selon l'opération d'aménagement envisagée pour statuer sur le type de dossier nécessaire. Dans le cas où une étude d'impact aurait déjà été réalisée, il s'agira de vérifier que celle-ci intègre bien le positionnement du projet vis à vis du Code de l'Environnement R.214 et de l'hypothèse considérée.

*Cette étude a été menée sur la base des connaissances actuelles de l'état du site, du projet de réaménagement, et des connaissances scientifiques. Toute modification du projet, ou tout nouvel élément apporté, pourra modifier les conclusions de cette étude.*

*Nous restons à la disposition du Maître d'Ouvrage pour tout renseignement complémentaire.*

# LISTE DES ANNEXES

ANNEXE 1 PLAN DE LOCALISATION DU SITE

ANNEXE 2 IMPLANTATION DES OUVRAGES

ANNEXE 3 COEFFICIENTS DE MONTANA – STATION DE l'AÉROPORT D'ORLY

ANNEXE 4 FEUILLE DE CALCULS (ESSAIS LEFRANC)

ANNEXE 5 RÉSULTATS D'ANALYSES DES EAUX SOUTERRAINES

ANNEXE 6 INFORMATION SUR LES OBLIGATIONS RELATIVES AUX PIÉZOMÈTRES

ANNEXE 7 CONDITIONS D'EXPLOITATION

# ANNEXE 1 PLAN DE LOCALISATION DU SITE

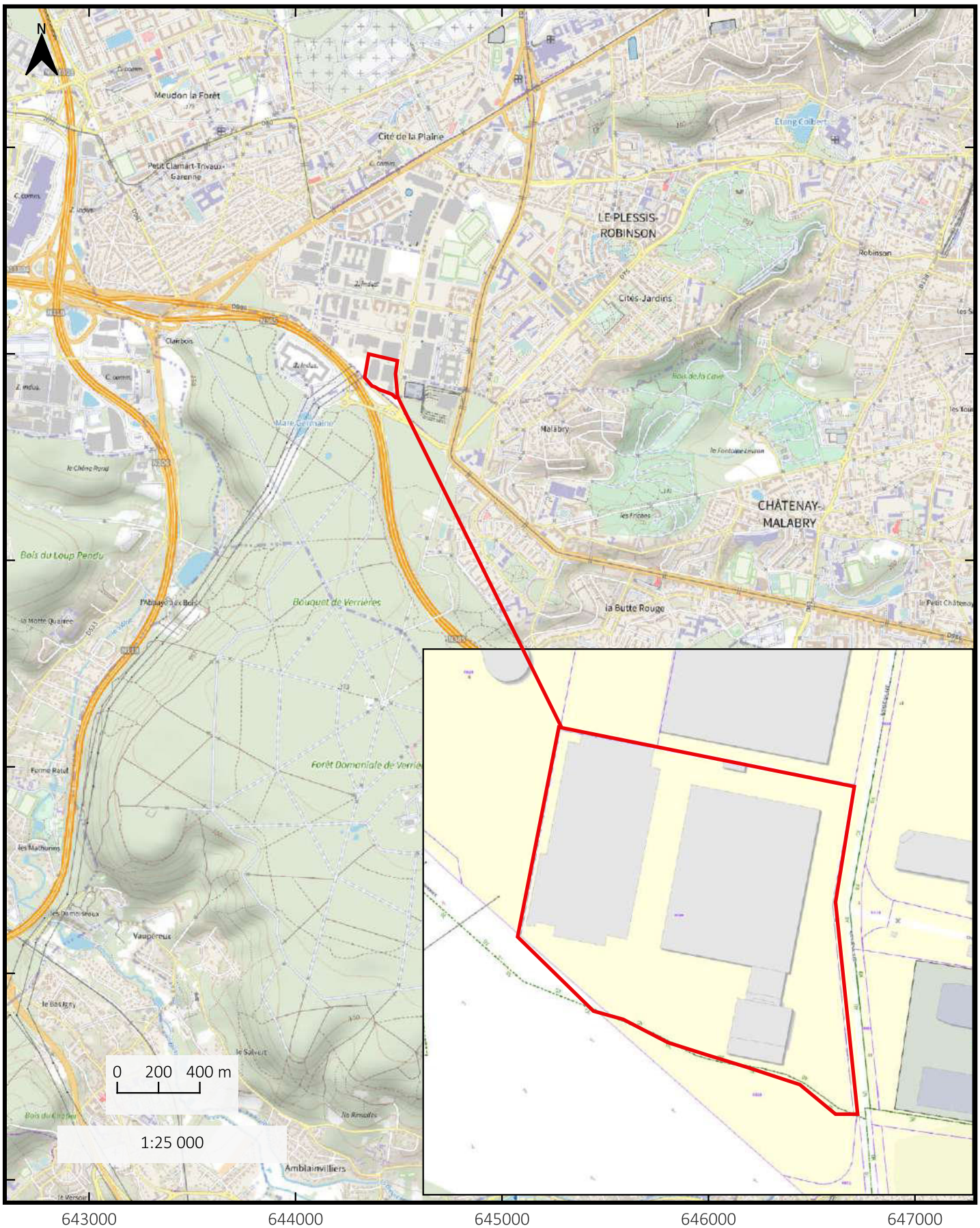
SOLER IDE
GROUPE VERTICAL SEA

# PLAN DE LOCALISATION DE LA ZONE D'ETUDE

Dossier : 128850 SI MAS 06a

Chantier : LE PLESSIS ROBINSON

Mission : HYDRO




DATE : 30/04/2025

Source : IGN

Coordonnées : Lambert 93

# ANNEXE 2 IMPLANTATION DES OUVRAGES

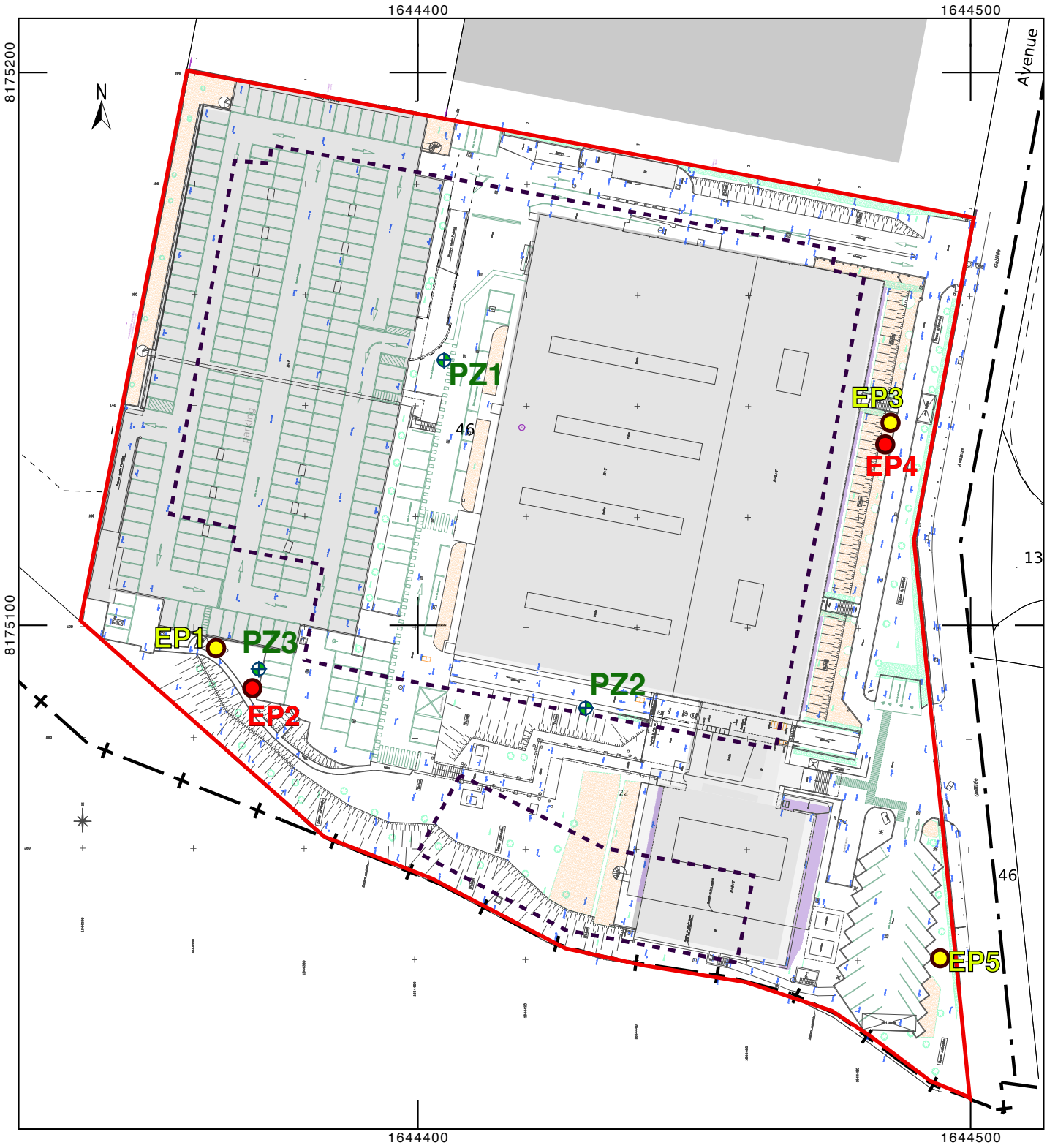
SOL CONSEIL
GROUPE VERTICAL SEA
SOLER IDE
GROUPE VERTICAL SEA

# IMPLANTATION PRÉVISIONNELLE DES INVESTIGATIONS PHASE 1

Dossier : **128850 SC/SI MAS**

Chantier : LE PLESSIS ROBINSON

Prestation : DIAG/G2 AVP/HYDRO




Légende :

- Emprise du projet
- Emprise des futurs sous-sols

Investigations Hydrogéologiques

- **PZx** : Piézomètres
- **EP1** : Essais Porchet à 1 m
- **EP2** : Essais Porchet à 2 m

Document en date du 12/03/2025 - Echelle : 1 / 1 000

10 m

# ANNEXE 3 COEFFICIENTS DE MONTANA – STATION DE l'AÉROPORT D'ORLY

METEO FRANCE
Toujours un temps d'avance

# COEFFICIENTS DE MONTANA

## Formule des hauteurs – Méthode du renouvellement

**Statistiques sur la période 1969 – 2012**

ORLY (94)

*Indicatif : 91027002, alt : 89 m., lat : 48°43'00"N, lon : 02°23'00"E*

La formule de Montana permet, de manière théorique, de relier une quantité de pluie **h(t)** recueillie au cours d'un épisode pluvieux avec sa durée **t :**

$$h(t) = a \times t^{(1-b)}$$

Les quantités de pluie h(t) s'expriment en millimètres et les durées t en minutes.
Les coefficients de Montana (a,b) sont calculés par un ajustement statistique entre les durées et les quantités de pluie ayant une durée de retour donnée.

Cet ajustement est réalisé à partir des pas de temps (durées) disponibles entre 15 minutes et 24 heures.
Pour ces pas de temps, la taille de l'échantillon est au minimum de 24 années.

### Coefficients de Montana pour des pluies de durée de 15 minutes à 24 heures

| Durée de retour | a | b |
|---|---|---|
| 5 ans | 9.466 | 0.767 |
| 10 ans | 11.46 | 0.772 |
| 20 ans | 13.564 | 0.775 |
| 30 ans | 14.716 | 0.774 |
| 50 ans | 16.275 | 0.774 |
| 100 ans | 18.318 | 0.772 |



Edité le : 24/04/2015

**N.B.** : La vente, redistribution ou rediffusion des informations reçues,
en l'état ou sous forme de produits dérivés, est strictement interdite sans l'accord de METEO–FRANCE

Météo–France
73 avenue de Paris 94165 SAINT MANDE
Tél. : 0 890 71 14 15 – Email : contactmail@meteo.fr

# ANNEXE 4 FEUILLE DE CALCULS (ESSAIS LEFRANC)

| ESSAI D'EAU PONCTUEL (Lefranc) | | Normes NF EN ISO 22282-2 | | Document Hydro |
|---|---|---|---|---|
| DOSSIER : | 128850 SI MAS 06a | Ingénieur : | AT | Date de révision : |
| **CHANTIER :** | **LE PLESSIS-ROBINSON** | Opérateur : | MB | 25/04/2019 |
| Adresse : | 22 avenue Galilée | Date : | 15/04/2025 | |
| **CLIENT :** | **EMERIGE TERTIAIRE** | | | |

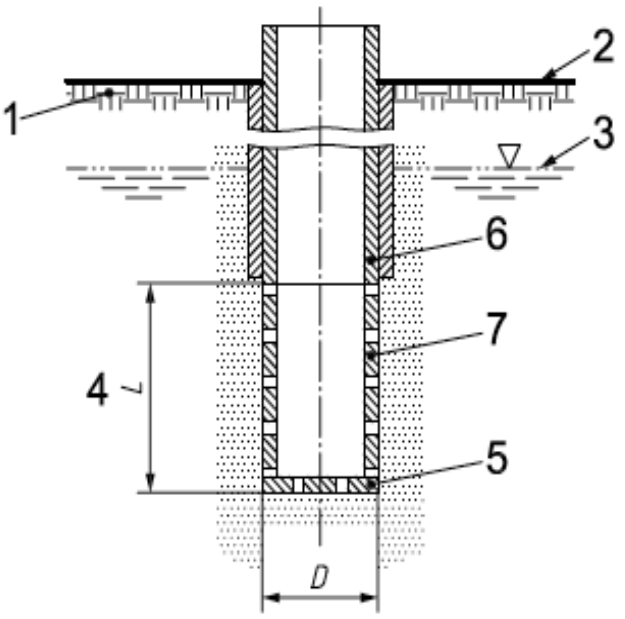
| **OUVRAGE :** | PZ2 | |
|---|---|---|
| X: 644 433 | Y: 6 852 863 | Z: 166,32 m NGF |
| Repère | bouche à clé | |

| **Aquifère capté :** | | |
|---|---|---|
| Toit de la couche aquifère | | m/sol |
| Substratum | | m/sol |
| | | |
| Hauteur/sol de l'ouvrage : Ht | 0 | m/repère |
| **Niveau d'eau : HP** | **5,70** | **m/repère** |
| Prof. ouvrage | 6,9 | m/repère |
| Diamètre forage : D | 110 | mm |
| Section (extérieure) : S | 0,010 | m2 |

| **Equipement :** | mesuré | *simplifié* | |
|---|---|---|---|
| Diamètre intérieur : d | 52 | - | mm |
| Haut de cavité | 3,0 | 5,70 | m/repère |
| Bas de cavité | 7,0 | 7,00 | m/repère |
| Hauteur de cavité : L | | 1,30 | m/repère |
| Centre cavité : HL | inadapté ! | 6,35 | m/repère |
| Elancement : L/D | inadapté ! | 11,8 | m/repère |
| **Type de cavité** | - | cylindrique | |
| **Coef. de forme : F** | **-** | **2,6** | |
| **Coef. de forme retenu** | **2,6** | | |

| **Conditions d'essai** | **remontée** |
|---|---|
| | |

Schéma de l'ouvrage (norme NF EN ISO 22282-2)



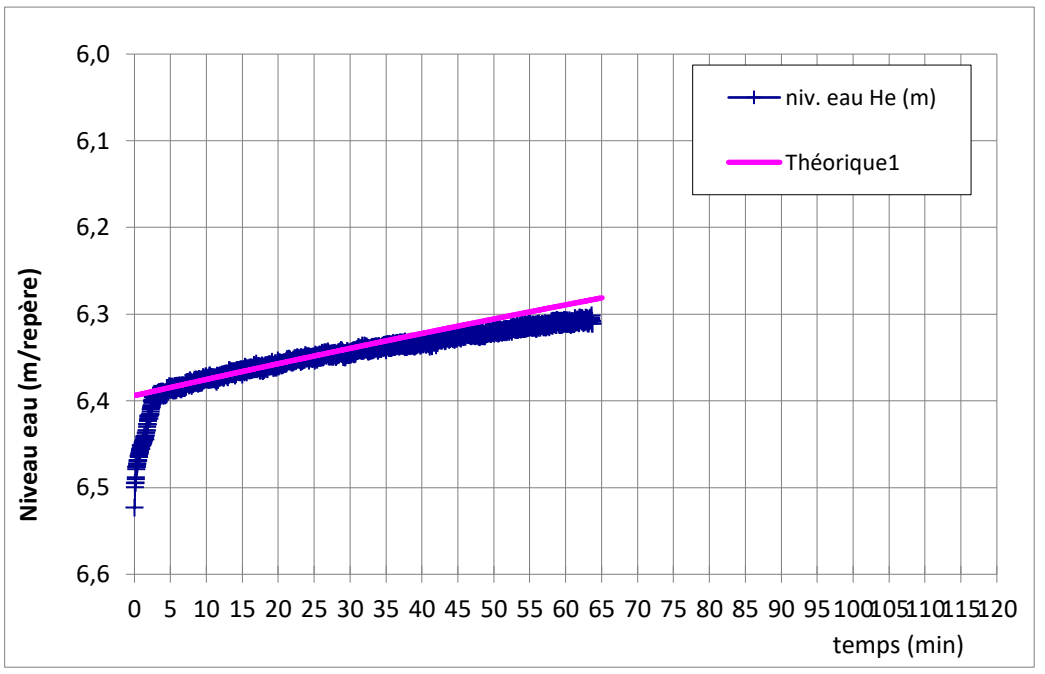

a) avec un tube perforé

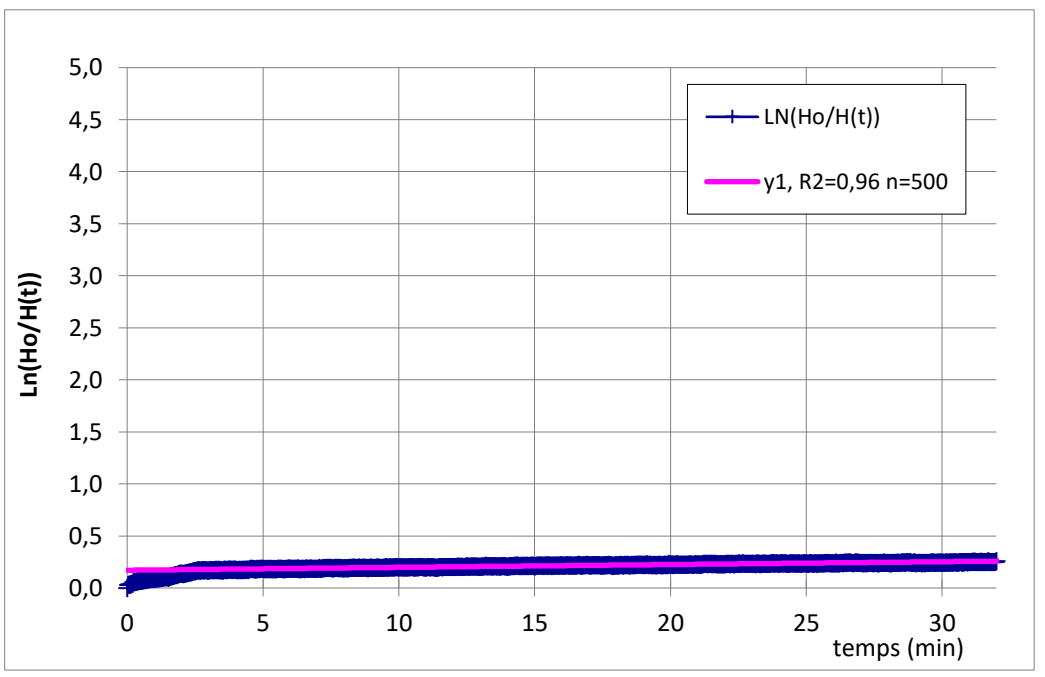
Légende
1 sol
2 surface
3 toit de la nappe
4 section d'essai
5 disque perforé ou plein

**RESULTATS : Permabilité 1,67E-07 m/s**

**MESURES :**

| | temps (min) | temps (s) | niv. eau He (m) | ıriation charge | LN(Ho/H(t)) |
|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 00:00:00 | 0 | 6,52 | 0,82 | 0,00 |
| 1 | 00:00:02 | 2 | 6,50 | 0,80 | 0,03 |
| 2 | 00:00:04 | 4 | 6,50 | 0,80 | 0,03 |
| 3 | 00:00:06 | 6 | 6,49 | 0,79 | 0,04 |
| 4 | 00:00:08 | 8 | 6,49 | 0,79 | 0,04 |
| 5 | 00:00:10 | 10 | 6,49 | 0,79 | 0,04 |
| 6 | 00:00:12 | 12 | 6,49 | 0,79 | 0,04 |
| 7 | 00:00:14 | 14 | 6,48 | 0,78 | 0,06 |
| 8 | 00:00:16 | 16 | 6,48 | 0,78 | 0,06 |
| 9 | 00:00:18 | 18 | 6,48 | 0,78 | 0,06 |
| 10 | 00:00:20 | 20 | 6,48 | 0,78 | 0,06 |
| 11 | 00:00:22 | 22 | 6,47 | 0,77 | 0,06 |
| 12 | 00:00:24 | 24 | 6,47 | 0,77 | 0,06 |
| 13 | 00:00:26 | 26 | 6,47 | 0,77 | 0,07 |
| 14 | 00:00:28 | 28 | 6,47 | 0,77 | 0,07 |
| 15 | 00:00:30 | 30 | 6,47 | 0,77 | 0,07 |
| 16 | 00:00:32 | 32 | 6,47 | 0,77 | 0,07 |
| 17 | 00:00:34 | 34 | 6,46 | 0,76 | 0,08 |
| 18 | 00:00:36 | 36 | 6,46 | 0,76 | 0,07 |
| 19 | 00:00:38 | 38 | 6,46 | 0,76 | 0,08 |
| 20 | 00:00:40 | 40 | 6,46 | 0,76 | 0,08 |
| 21 | 00:00:42 | 42 | 6,46 | 0,76 | 0,08 |
| 22 | 00:00:44 | 44 | 6,46 | 0,76 | 0,08 |
| 23 | 00:00:46 | 46 | 6,46 | 0,76 | 0,08 |
| 24 | 00:00:48 | 48 | 6,46 | 0,76 | 0,09 |
| 25 | 00:00:50 | 50 | 6,46 | 0,76 | 0,09 |
| 26 | 00:00:52 | 52 | 6,45 | 0,75 | 0,09 |
| 27 | 00:00:54 | 54 | 6,45 | 0,75 | 0,09 |
| 28 | 00:00:56 | 56 | 6,45 | 0,75 | 0,09 |
| 29 | 00:00:58 | 58 | 6,46 | 0,76 | 0,09 |
| 30 | 00:01:00 | 60 | 6,45 | 0,75 | 0,09 |
| 31 | 00:01:02 | 62 | 6,45 | 0,75 | 0,09 |
| 32 | 00:01:04 | 64 | 6,45 | 0,75 | 0,09 |
| 33 | 00:01:06 | 66 | 6,45 | 0,75 | 0,09 |
| 34 | 00:01:08 | 68 | 6,45 | 0,75 | 0,10 |
| 35 | 00:01:10 | 70 | 6,45 | 0,75 | 0,09 |
| 36 | 00:01:12 | 72 | 6,45 | 0,75 | 0,10 |
| 37 | 00:01:14 | 74 | 6,45 | 0,75 | 0,10 |
| 38 | 00:01:16 | 76 | 6,45 | 0,75 | 0,10 |
| 39 | 00:01:18 | 78 | 6,44 | 0,74 | 0,10 |
| 40 | 00:01:20 | 80 | 6,44 | 0,74 | 0,10 |



| ESSAI D'EAU PONCTUEL (Lefranc) | | Normes NF EN ISO 22282-2 | | Document Hydro |
|---|---|---|---|---|
| DOSSIER : | 128850 SI MAS 06a | Ingénieur : | AT | Date de révision : |
| **CHANTIER :** | **LE PLESSIS-ROBINSON** | Opérateur : | MB | 25/04/2019 |
| Adresse : | 22 avenue Galilée | Date : | 15/04/2025 | |
| **CLIENT :** | **EMERIGE TERTIAIRE** | | | |

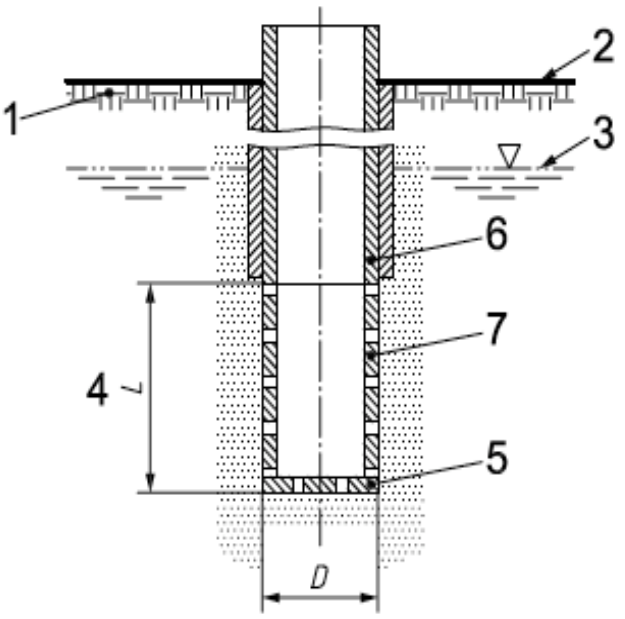
| **OUVRAGE :** | PZ3 | |
|---|---|---|
| X: 644 375 | Y: 6 852 868 | Z: 167,38 m NGF |
| Repère | bouche à clé | |

| **Aquifère capté :** | | |
|---|---|---|
| Toit de la couche aquifère | | m/sol |
| Substratum | | m/sol |
| | | |
| Hauteur/sol de l'ouvrage : Ht | 0 | m/repère |
| **Niveau d'eau : HP** | **5,18** | **m/repère** |
| Prof. ouvrage | 10,0 | m/repère |
| Diamètre forage : D | 110 | mm |
| Section (extérieure) : S | 0,010 | m2 |

| **Equipement :** | mesuré | *simplifié* | |
|---|---|---|---|
| Diamètre intérieur : d | 52 | - | mm |
| Haut de cavité | 7,0 | 7,00 | m/repère |
| Bas de cavité | 10,0 | 9,95 | m/repère |
| Hauteur de cavité : L | | 2,95 | m/repère |
| Centre cavité : HL | inadapté ! | 8,48 | m/repère |
| Elancement : L/D | inadapté ! | 26,8 | m/repère |
| **Type de cavité** | - | cylindrique | |
| **Coef. de forme : F** | **-** | **4,7** | |
| **Coef. de forme retenu** | **4,7** | | |

| **Conditions d'essai** | **remontée** |
|---|---|
| | |

Schéma de l'ouvrage (norme NF EN ISO 22282-2)



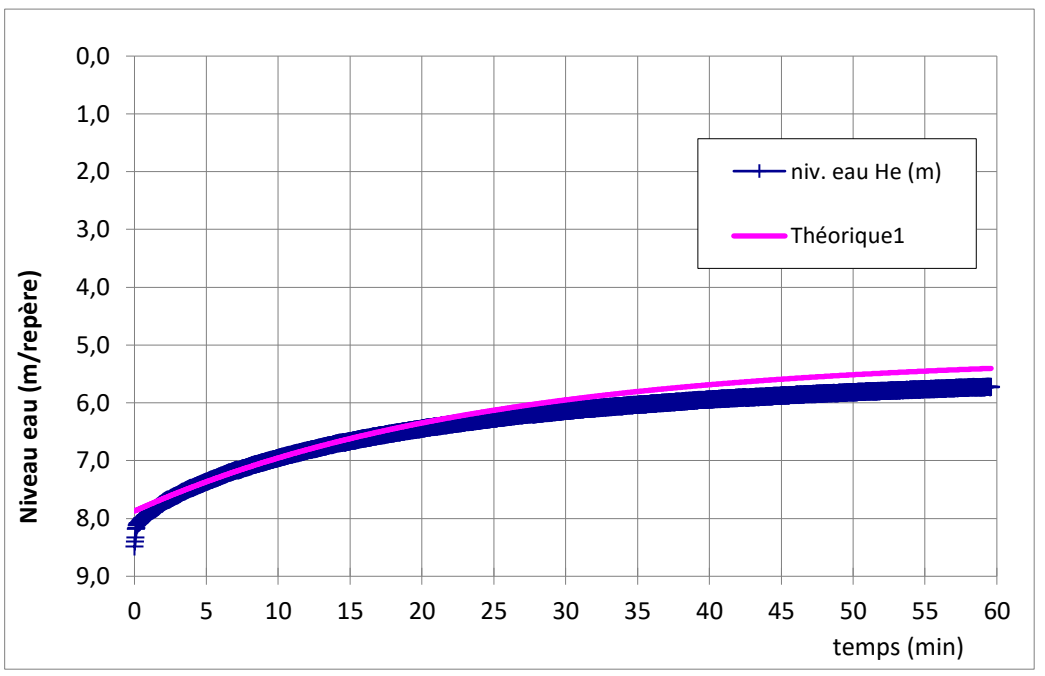

a) avec un tube perforé

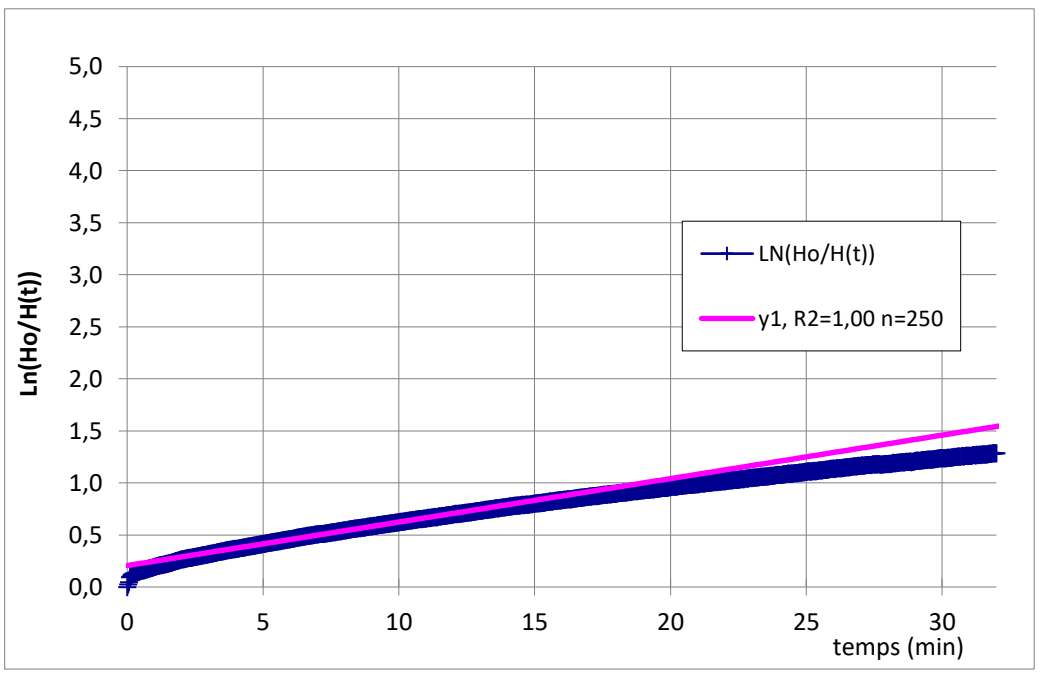
Légende
1 sol
2 surface
3 toit de la nappe
4 section d'essai
5 disque perforé ou plein

**RESULTATS : Permabilité 1,42E-06 m/s**

**MESURES :**

| | temps (min) | temps (s) | niv. eau He (m) | ıriation charge | LN(Ho/H(t)) |
|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 00:00:00 | 0 | 8,49 | 3,31 | 0,00 |
| 1 | 00:00:02 | 2 | 8,40 | 3,22 | 0,03 |
| 2 | 00:00:04 | 4 | 8,33 | 3,15 | 0,05 |
| 3 | 00:00:06 | 6 | 8,19 | 3,01 | 0,10 |
| 4 | 00:00:08 | 8 | 8,17 | 2,99 | 0,10 |
| 5 | 00:00:10 | 10 | 8,12 | 2,94 | 0,12 |
| 6 | 00:00:12 | 12 | 8,10 | 2,92 | 0,12 |
| 7 | 00:00:14 | 14 | 8,09 | 2,91 | 0,13 |
| 8 | 00:00:16 | 16 | 8,08 | 2,90 | 0,13 |
| 9 | 00:00:18 | 18 | 8,07 | 2,89 | 0,13 |
| 10 | 00:00:20 | 20 | 8,06 | 2,88 | 0,14 |
| 11 | 00:00:22 | 22 | 8,05 | 2,87 | 0,14 |
| 12 | 00:00:24 | 24 | 8,04 | 2,86 | 0,14 |
| 13 | 00:00:26 | 26 | 8,03 | 2,85 | 0,15 |
| 14 | 00:00:28 | 28 | 8,02 | 2,84 | 0,15 |
| 15 | 00:00:30 | 30 | 8,02 | 2,84 | 0,15 |
| 16 | 00:00:32 | 32 | 8,01 | 2,83 | 0,16 |
| 17 | 00:00:34 | 34 | 8,00 | 2,82 | 0,16 |
| 18 | 00:00:36 | 36 | 8,00 | 2,82 | 0,16 |
| 19 | 00:00:38 | 38 | 7,99 | 2,81 | 0,16 |
| 20 | 00:00:40 | 40 | 7,98 | 2,80 | 0,17 |
| 21 | 00:00:42 | 42 | 7,97 | 2,79 | 0,17 |
| 22 | 00:00:44 | 44 | 7,97 | 2,79 | 0,17 |
| 23 | 00:00:46 | 46 | 7,96 | 2,78 | 0,17 |
| 24 | 00:00:48 | 48 | 7,95 | 2,77 | 0,18 |
| 25 | 00:00:50 | 50 | 7,94 | 2,76 | 0,18 |
| 26 | 00:00:52 | 52 | 7,94 | 2,76 | 0,18 |
| 27 | 00:00:54 | 54 | 7,93 | 2,75 | 0,18 |
| 28 | 00:00:56 | 56 | 7,92 | 2,74 | 0,19 |
| 29 | 00:00:58 | 58 | 7,91 | 2,73 | 0,19 |
| 30 | 00:01:00 | 60 | 7,91 | 2,73 | 0,19 |
| 31 | 00:01:02 | 62 | 7,90 | 2,72 | 0,19 |
| 32 | 00:01:04 | 64 | 7,89 | 2,71 | 0,20 |
| 33 | 00:01:06 | 66 | 7,89 | 2,71 | 0,20 |
| 34 | 00:01:08 | 68 | 7,88 | 2,70 | 0,20 |
| 35 | 00:01:10 | 70 | 7,87 | 2,69 | 0,21 |
| 36 | 00:01:12 | 72 | 7,87 | 2,69 | 0,21 |
| 37 | 00:01:14 | 74 | 7,86 | 2,68 | 0,21 |
| 38 | 00:01:16 | 76 | 7,86 | 2,68 | 0,21 |
| 39 | 00:01:18 | 78 | 7,86 | 2,68 | 0,21 |
| 40 | 00:01:20 | 80 | 7,85 | 2,67 | 0,21 |



# ANNEXE 5 RÉSULTATS D'ANALYSES DES EAUX SOUTERRAINES

Accréditation n°1-1364
Portée disponible
sur www.cofrac.fr

WESSLING
part of ALS Limited
WESSLING France
ZI de Chesnes Tharabie
40 rue du Ruisseau • BP 50705
38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20
labo@wessling.fr • www.wessling.fr

WESSLING France, 40 rue du Ruisseau, 38070 Saint-Quentin-Fallavier Cedex

*SOLER IDE*
*Monsieur Antoine TREDOULAT*
*ZA de l'Europe*
*11 rue René Cassin*
*91300 MASSY*

| | |
|---|---|
| N° rapport d'essai | ULY25-014278-1 |
| N° commande | ULY-14034-25 |
| Interlocuteur (interne) | D. Cardon |
| Téléphone | +33 164 471 475 |
| Courrier électronique | David.Cardon@wessling.fr |
| Date | 30.04.2025 |

# Rapport d'essai

## *LE PLESSIS-ROBINSON 128850*



Les résultats ne se rapportent qu'aux échantillons soumis à l'essai et tels qu'ils ont été reçus (dans le cas où le laboratoire n'a pas prélevé les échantillons).
Les résultats des paramètres couverts par l'accréditation EN ISO/CEI 17025 sont marqués d'un (A).
La portée d'accréditation COFRAC n°1-1364 essais du laboratoire WESSLING de Lyon (St Quentin Fallavier) est disponible sur le site www.cofrac.fr pour les résultats accrédités par ce laboratoire.
Le COFRAC est signataire des accords de reconnaissance mutuels de l'ILAC et de l'EA pour les activités d'essai.
Les organismes d'accréditation signataires de ces accords pour les activités d'essai reconnaissent comme dignes de confiance les rapports couverts par l'accréditation des autres organismes d'accréditation signataires des accords des activités d'essai.
Ce rapport d'essai ne peut être reproduit que sous son intégralité et avec l'autorisation des laboratoires WESSLING.
Les laboratoires WESSLING autorisent leurs clients à extraire tout ou partie des résultats d'essai envoyés à titre indicatif sous format excel uniquement à des fins de retraitement, de suivi et d'interprétation de données sans faire allusion à l'accréditation des résultats d'essai.
Les données fournies par le client sont sous sa responsabilité et identifiées en italique.

WESSLING
part of ALS Limited
WESSLING France
ZI de Chesnes Tharabie
40 rue du Ruisseau • BP 50705
38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20
labo@wessling.fr • www.wessling.fr

**Le 30.04.2025**

| | | |
|---|---|---|
| **N° d'échantillon** | | **25-053948-01** |
| **Désignation d'échantillon** | **Unité** | ***Echantillon 1*** |

## Analyse physique

pH - NFT 90-008 (Février 2001-norme abrogée) - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| pH | E/L | 7,5 (A) | | | |
| Température de mesure du pH | °C E/L | 18,7 | | | |

Substances lipophiles peu volatiles - ISO 11349 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Substances lipophiliques, non volatiles | mg/L E/L | <10 (A) | | | |

## Paramètres globaux / Indices

Indice hydrocarbures (GC) sur eau / lixiviat (HCT) - NF EN ISO 9377-2 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Indice hydrocarbure C10-C40 | mg/l E/L | <0,05 (A) | | | |
| Hydrocarbures > C10-C12 | mg/l E/L | <0,05 | | | |
| Hydrocarbures > C12-C16 | mg/l E/L | <0,05 | | | |
| Hydrocarbures > C16-C21 | mg/l E/L | <0,05 | | | |
| Hydrocarbures > C21-C35 | mg/l E/L | <0,05 | | | |
| Hydrocarbures > C35-C40 | mg/l E/L | <0,05 | | | |

Composés organiques adsorbables ( AOX ) sur eau / lixiviat - Méthode interne : AOX-COULOMETRIE - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| AOX | µg/l E/L | 78 (A) | | | |

Demande biologique en oxygène (DBO) - NF EN 1899-1 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| DBO5+ATH (homogénéisé) | mg/L E/L | <3 (A) | | | |

## Liquide

ST-DCO - ISO 15705 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| DCO (homogénéisé) | mg/l E/L | 35 (A) | | | |

WESSLING
part of ALS Limited
WESSLING France
ZI de Chesnes Tharabie
40 rue du Ruisseau • BP 50705
38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20
labo@wessling.fr • www.wessling.fr

**Le 30.04.2025**

| **N° d'échantillon** | | **25-053948-01** |
|---|---|---|
| **Désignation d'échantillon** | **Unité** | ***Echantillon 1*** |

## Cations, anions et éléments non métalliques

Tensioactifs anioniques - Méthode interne - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

| | | |
|---|---|---|
| Tensioactifs anioniques | mg/l E/L | 0,47 |

Cyanures totaux - NF EN ISO 14403-2 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

| | | |
|---|---|---|
| Cyanures totaux (CN) | mg/L E/L | <0,01 (A) |

Chlore - NF EN ISO 7393-2 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

| | | |
|---|---|---|
| Chlore libre | mg/l E/L | 0,077 |

Anions dissous (filtration à 0,2 µm) - Méthode interne : ANIONS - IC - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

| | | |
|---|---|---|
| Chlorures (Cl) | mg/l E/L | 680 (A) |
| Nitrates (NO3) | mg/l E/L | <10 (A) |
| Nitrates-N (NO3-N) | mg/l E/L | <2,3 |
| Sulfates (SO4) | mg/l E/L | 33 (A) |
| Nitrites (NO2) | mg/l E/L | <0,5 (A) |
| Nitrites-N (NO2-N) | mg/l E/L | <0,15 |

Azote (Kjeldahl) sur eau / lixiviat (conservation à 3°C+-2°C) - NF EN 25663 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

| | | |
|---|---|---|
| Azote Kjeldahl (NTK) | mg/L E/L | <2,0 (A) |

Azote total (calc.) - DIN 38409 H12 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

| | | |
|---|---|---|
| Azote total | mg/l E/L | -/- |

Phénol total (indice) après distillation - NF EN ISO 14402 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

| | | |
|---|---|---|
| Phénol (indice) | mg/L E/L | <0,01 (A) |

Fluorures - NFT 90-004 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

| | | |
|---|---|---|
| Fluorures (F) | mg/l E/L | 0,22 (A) |

## Eléments

Chrome VI - NFT 90 043 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

| | | |
|---|---|---|
| Chrome (VI) | mg/l E/L | <0,01 (A) |

Métaux dissous (ICP/MS) - NF EN ISO 17294-2 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

| | | |
|---|---|---|
| Aluminium (Al) | µg/l E/L | <30 (A) |
| Phosphore (P) | µg/l E/L | <30 (A) |
| Chrome (Cr) | µg/l E/L | <5,0 (A) |
| Manganèse (Mn) | µg/l E/L | 160 (A) |
| Fer (Fe) | mg/l E/L | <0,05 (A) |
| Nickel (Ni) | µg/l E/L | <10 (A) |
| Cuivre (Cu) | µg/l E/L | <5,0 (A) |
| Zinc (Zn) | µg/l E/L | <50 (A) |
| Arsenic (As) | µg/l E/L | <3,0 (A) |
| Cadmium (Cd) | µg/l E/L | <1,5 (A) |
| Étain (Sn) | µg/l E/L | <10 (A) |
| Mercure (Hg) | µg/l E/L | <0,1 (A) |
| Plomb (Pb) | µg/l E/L | <10 (A) |
| Argent (Ag) | µg/l E/L | <10 (A) |

WESSLING
part of ALS Limited
WESSLING France
ZI de Chesnes Tharabie
40 rue du Ruisseau • BP 50705
38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20
labo@wessling.fr • www.wessling.fr

**Le 30.04.2025**

| **N° d'échantillon** | | **25-053948-01** |
|---|---|---|
| **Désignation d'échantillon** | **Unité** | ***Echantillon 1*** |

### Hydrocarbures halogénés volatils (COHV)

Hydrocarbures halogénés volatils (COHV) sur eau - NF EN ISO 10301 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Chlorure de vinyle | µg/l E/L | <0,5 (A) | | | |
| Dichlorométhane | µg/l E/L | <0,5 (A) | | | |
| cis-1,2-Dichloroéthylène | µg/l E/L | <0,5 (A) | | | |
| trans-1,2-Dichloroéthylène | µg/l E/L | <0,5 (A) | | | |
| Trichlorométhane | µg/l E/L | <0,5 (A) | | | |
| 1,1,1-Trichloroéthane | µg/l E/L | <0,5 (A) | | | |
| Tétrachlorométhane | µg/l E/L | <0,5 (A) | | | |
| Trichloroéthylène | µg/l E/L | <0,5 (A) | | | |
| Tétrachloroéthylène | µg/l E/L | <0,5 (A) | | | |
| 1,1-Dichloroéthane | µg/l E/L | <0,5 (A) | | | |
| 1,1-Dichloroéthylène | µg/l E/L | <0,5 (A) | | | |
| Somme des COHV | µg/l E/L | -/- | | | |

### Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)

HAP - Méthode interne : HAP-PCB-GC/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Naphtalène | µg/l | 0,03 (A) | | | |
| Acénaphtylène | µg/l | <0,02 (A) | | | |
| Acénaphtène | µg/l | <0,02 (A) | | | |
| Fluorène | µg/l | <0,02 (A) | | | |
| Phénanthrène | µg/l | <0,02 (A) | | | |
| Anthracène | µg/l | <0,02 (A) | | | |
| Fluoranthène | µg/l | <0,02 (A) | | | |
| Pyrène | µg/l | <0,02 (A) | | | |
| Benzo(a)anthracène | µg/l | <0,02 (A) | | | |
| Chrysène | µg/l | <0,02 (A) | | | |
| Benzo(b)fluoranthène | µg/l | <0,02 (A) | | | |
| Benzo(k)fluoranthène | µg/l | <0,02 (A) | | | |
| Benzo(a)pyrène | µg/l | <0,02 (A) | | | |
| Dibenzo(a,h)anthracène | µg/l | <0,02 (A) | | | |
| Indéno(1,2,3,c,d)pyrène | µg/l | <0,02 (A) | | | |
| Benzo(g,h,i)pérylène | µg/l | <0,02 (A) | | | |
| Somme des 4 HAP | µg/l | -/- | | | |
| Somme des 6 HAP | µg/l | -/- | | | |
| Somme des HAP | µg/l | 0,03 | | | |

### Polychlorobiphényles (PCB)

PCB - NF EN ISO 6468 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| PCB n° 28 | µg/l E/L | <0,003 (A) | | | |
| PCB n° 52 | µg/l E/L | <0,003 (A) | | | |
| PCB n° 101 | µg/l E/L | <0,003 (A) | | | |
| PCB n° 118 | µg/l E/L | <0,003 (A) | | | |
| PCB n° 138 | µg/l E/L | <0,003 (A) | | | |
| PCB n° 153 | µg/l E/L | <0,003 (A) | | | |
| PCB n° 180 | µg/l E/L | <0,003 (A) | | | |
| Somme des 7 PCB | µg/l E/L | -/- | | | |

WESSLING
part of ALS Limited
WESSLING France
ZI de Chesnes Tharabie
40 rue du Ruisseau • BP 50705
38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20
labo@wessling.fr • www.wessling.fr

**Le 30.04.2025**

| | | |
|---|---|---|
| **N° d'échantillon** | | **25-053948-01** |
| **Désignation d'échantillon** | **Unité** | ***Echantillon 1*** |

## Analyse physico-chimique

MES après décantation 2h - Méthode interne - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| MES ad2 | mg/L E/L | <2,0 | | | |

E/L : Eau/lixiviat
< : résultat inférieur à la limite de quantification

## Informations sur les échantillons

| | |
|---|---|
| Date de réception : | 16.04.2025 |
| Type d'échantillon : | *Eau souterraine* |
| Date de prélèvement : | *15.04.2025* |
| Heure de prélèvement : | *12:00* |
| Récipient : | 2*500ml PE<br>WES005+2*500ml<br>V/H2SO4<br>WES400+250ml<br>Verre<br>WES020+250ml<br>V/HNO3<br>WES202+250ml<br>V/H2SO4<br>WES203+100ml<br>PE/HNO3<br>WES113+100ml<br>V/H2SO4<br>WES109+100ml<br>V/NaOH<br>WES110+6*60ml PE<br>WES101+3*60ml<br>PE/H2SO4<br>WES111+2*40ml HS<br>WES138+60PE<br>HNO3 |
| Température à réception (C°) : | 4.2 |
| Début des analyses : | 16.04.2025 |
| Fin des analyses : | 29.04.2025 |

WESSLING
part of ALS Limited
WESSLING France
ZI de Chesnes Tharabie
40 rue du Ruisseau • BP 50705
38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20
labo@wessling.fr • www.wessling.fr

**Le 30.04.2025**

**Informations sur vos résultats d'analyses :**

Pour parfaire la lecture de vos résultats, les seuils sont susceptibles d'être augmentés en fonction de la nature chimique de la matrice.
Seuls les résultats quantifiés (résultats égaux ou supérieurs à la LQ) sont pris en compte dans le calcul des sommes. Dans le cas contraire la somme est rendue "-/-".

L'extraction réalisée sur le contrôle interne d'eau dopée n'est pas incluse dans les exigences de la méthode ce qui peut potentiellement augmenter l 'incertitude liée au résultat :
-Indice hydrocarbures (GC) sur eau / lixiviat (HCT), Indice hydrocarbure C10-C40

La présence d'un dépôt dans l'échantillon a nécessité de réaliser l'extraction dans un autre flacon. Cela peut potentiellement augmenter l'incertitude liée au résultat :
-Indice hydrocarbures (GC) sur eau / lixiviat (HCT), Indice hydrocarbure C10-C40
-HAP, Dibenzo(a,h)anthracène, Benzo(g,h,i)pérylène, Benzo(a)anthracène, Indéno(1,2,3,c,d)pyrène, Naphtalène, Fluorène, Phénanthrène, Anthracène, Fluoranthène, Pyrène, Benzo(b)fluoranthène, Chrysène, Benzo(a)pyrène, Benzo(k)fluoranthène, Acénaphtylène, Acénaphtène
-PCB, PCB n° 153, PCB n° 28, PCB n° 52, PCB n° 101, PCB n° 180, PCB n° 138, PCB n° 118

Stabilisation de l'échantillon par congélation avant analyse. :
-Demande biologique en oxygène (DBO)

Non respect des exigences normatives : volume de filtration insuffisant pour obtenir un résidu sec compris entre 5 et 50 mg, absence d'impact sur les résultats car nos résultats à nos essais interlaboratoires sont conformes. :
-MES après décantation 2h

Approuvé par :

Robin T´JAMPENS

Responsable Pôle Déchet / Directeur de site adjoint

# ANNEXE 6 INFORMATION SUR LES OBLIGATIONS RELATIVES AUX PIÉZOMÈTRES

## ➢ Déclaration d'ouvrages piézométriques

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

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

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



Direction régionale et interdépartementale de l'Environnement et de l'Énergie en Île-de-France

Service Police de l'Eau

Cellule Paris proche couronne
12 cours Louis Lumière - CS 70037
94307 Vincennes Cedex

Sondage, forage, piézomètre et puits

Départements de Paris (75), des Hauts-de-Seine (92), de Seine-Saint-Denis (93), du Val-de-Marne (94)

Dossier de déclaration pour la réalisation ou la régularisation de :

Sondage, forage, piézomètre, puits

Rubrique 1.1.1.0
de la nomenclature annexée à l'article R.214-1 du code de l'environnement

Ce dossier de déclaration ne vaut pas accord de l'administration et ne préjuge pas des suites données par le service instructeur qui peut exiger des pièces complémentaires, ou le dépôt d'un dossier d'autorisation ou de déclaration au sens des articles R.214-1 et suivants du code de l'environnement.

Le présent formulaire peut également être utilisé pour le dépôt d'un dossier sur l'ensemble du territoire de compétence du service Police de l'Eau de la DRIEE Île-de-France (cf. page 2 pour en savoir plus)

Document d'accompagnement à joindre au dossier de déclaration « loi sur l'eau »

Rubrique 1.1.1.0
Sondage, forage, piézomètre et puits

I. RENSEIGNEMENTS CONCERNANT LE DECLARANT

Vous

Nom (ou raison sociale) :
Prénom :
Adresse :
Code Postal :
Ville :
Tél :
Courriel :
Nom et qualité du signataire de la demande si personne morale :
N° SIRET :

Ce document doit être joint au dossier de déclaration lorsque le projet concerne la rubrique 1.1.1.0 de la nomenclature annexée à l'article R.214-1 du code de l'environnement :

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

Cette rubrique fait l'objet d'un arrêté en date du 11 septembre 2003, qui fixe les prescriptions générales qui doivent être respectées lors de tout sondage, forage, création de puits ou d'ouvrage souterrain soumis à déclaration. Le respect de ces prescriptions pourra faire l'objet d'un contrôle par les services de l'Etat.
Consulter l'arrêté du 11 septembre 2003 relatif à la rubrique 1.1.1.0

Dans le cas où vous remplissez d'autres documents similaires, votre projet relevant de plusieurs rubriques de la nomenclature « eau » au titre de la déclaration, vous pouvez ne compléter qu'une seule fois les champs identiques.

Attention, ce document est une aide à la constitution du dossier de déclaration « loi sur l'eau » et ne s'y substitue pas. Vous devez également veiller à vérifier que votre projet respecte les autres réglementations : Code de l'environnement, Code civil, Code de l'urbanisme, Code minier, Code rural, Code forestier...

En cochant cette case, je certifie avoir pris connaissance de l'arrêté du 11 septembre 2003 relatif à la rubrique 1.1.1.0 et que les informations du présent formulaire sont exactes. Je me tiens à la disposition des services de police de l'eau pour tout complément d'information ainsi que pour toute vérification ou contrôle ultérieur. ☐

Fait à , le

(signature)

Rubrique 1.1.1.0 – à joindre au dossier de déclaration « loi sur l'eau » 1/5

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

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

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

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

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

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

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

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



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

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

Imprimé à renvoyer dûment complété à :

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

Réservé à l'Administration

| | MAÎTRE D'OUVRAGE (1) | MAÎTRE D'OEUVRE (1) | ENTREPRENEUR (1) |
|---|---|---|---|
| Nom, Prénom (ou raison sociale) : | | | |
| Adresse complète : | | | |
| Tél. : | | | |

Nature : puits - forage (2) : ..... Numéro : .....

Objet (3) :
☐ forage de recherche — Indiquer la substance : .....
☐ forage d'exploitation — Indiquer la substance : .....
☐ forage de reconnaissance — Indiquer la nature (eau, hydrocarbures, autres) : .....
☐ piézomètre
☐ arrosage
☐ irrigation
☐ eau potable
☐ eau industrielle — Préciser : .....
☐ réinjection
☐ déminéralisation
☐ autres — Préciser : .....

Profondeur prévue de l'ouvrage : .....

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

FORAGE D'EAU
S'il s'agit d'un ouvrage de prélèvement d'eau, indiquer :
- le nom de la nappe dans laquelle le prélèvement va être effectué : .....
- le débit horaire escompté sur la base des données disponibles : ..... m³/h
- date d'envoi de la déclaration en Préfecture (4) : .....
- date d'envoi de la demande d'autorisation en Préfecture (5) : .....
(si le volume prélevé > 200 000 m³/an ou si l'ouvrage se situe en zone de répartition des eaux et au-delà de capacité de prélèvement > 8 m³/h)

DIVERS
Le déclarant est (6) : Maître d'ouvrage - Maître d'ouvrage – Entrepreneur

Date et signature

(1) Propriétaire de l'ouvrage
(2) Préciser en outre si forage ou fouille
(3) Préciser en outre si fouille ou forage
(4) Rayer la mention inutile ou compléter le cas échéant.
(5) Cocher la case correspondante et compléter éventuellement
(6) Les déclarations doivent être adressées au plus tard deux mois avant début prévu des travaux.
(7) La demande d'autorisation annule et remplace dès à présent la déclaration déjà envoyée.
N.B. : Une déclaration détaillée pourra vous être demandée sur vos travaux.

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

## ➢ Comblement des ouvrages :

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

Article 13 : Abandon

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

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

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

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

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

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

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

## ➢ Risques administratifs :

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

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

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

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

# ANNEXE 7 CONDITIONS D'EXPLOITATION

# CONDITIONS D'EXPLOITATION DES ETUDES D'ENVIRONNEMENT

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

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

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

1/ RECOMMANDATIONS ESSENTIELLES :

Ce RAPPORT et toutes ces annexes identifiées constitue un ensemble indissociable.
Un exemplaire numérique est transmis au client par voie informatique. Un exemplaire est conservé informatiquement par SOLER IDE.

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

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

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

2/ RECONNAISSANCE PAR POINT :

Cette étude est basée sur un nombre limité de sondages et de mesures.
Il est précisé que cette étude repose sur une reconnaissance par point dont la maille ne permet pas de lever la totalité des aléas toujours possibles en milieu naturel.
En effet des hétérogénéités, discontinuités et aléas d'exécution peuvent apparaître compte tenu du rapport entre volume échantillonné ou testé et le volume sollicité par l'ouvrage, et ce d'autant plus que ces singularités éventuelles sont limitées en extension.

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

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

3/ DURÉE LIMITÉE DE VALIDITE DU RAPPORT :

La modification naturelle ou artificielle de facteurs déterminants pour l'environnement peut rendre caduc tout ou partie des résultats et conclusions précisés dans ce rapport d'étude (nouvelles activités, remontée de la nappe, fuite ou accidents sur cuves...).
De nouvelles Lois ou Jurisprudences peuvent modifier les obligations et responsabilités.
L'évolution des connaissances techniques et scientifiques peut rendre obsolètes nos conclusions.

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

Au-delà de ce délai, il est indispensable que nous soyons, si nécessaire, consultés par le Maître d'Ouvrage et le Maître d'Oeuvre afin de réactualiser le rapport, après vérification des divers facteurs.
L'exploitation des conclusions au-delà de ce délai, en l'absence de réactualisation ne pourra contractuellement engager notre responsabilité.

4/ MODIFICATION DU PROJET :

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

Toute modification apportée au projet, soit pour des raisons techniques, soit pour des raisons économiques, doit être communiquée à SOLER IDE, rédacteur de l'étude. Lui seul pourra déterminer les conséquences de ces changements sur ses conclusions de l'étude.
Ces modifications pourront faire l'objet d'une note complémentaire ou d'un nouveau rapport, éventuellement après un complément de reconnaissance.
Nous ne saurions être tenus responsables des modifications intervenues après cette étude qu'après avoir donné notre avis écrit sur lesdites modifications.

Le Maître d'Ouvrage doit nous informer officiellement de l'ouverture réelle du chantier, afin que les couvertures d'assurances soient effectives.
L'absence de cette information risque d'entraîner la non-couverture par notre compagnie d'assurances.

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

Les missions en référence à la norme NF 31-620 ne couvrent qu'un domaine spécifique de la conception ou de la construction :

- les missions du domaine A de la norme (Études, contrôle) engage notre société sur son devoir de conseil dans le cadre strict des objectifs explicitement définis dans notre proposition technique sur la base de laquelle la commande et ses avenants éventuels ont été établis, et du projet décrit par les documents graphiques ou plan cités dans le présent rapport ; ces missions ne peuvent pas garantir l'obligation de résultats comme le dimensionnement, les quantités, les coûts, les délais.

- les missions du domaine B de la norme (Ingénierie des travaux) engagent notre société dans le domaine de la Maîtrise d'Oeuvre dans les limites des contrats fixant l'étendue de la mission et la ou les parties d'ouvrages concernés.

- les missions non codifiées par la norme (Étude d'Impact, Étude Réglementaire...) engage notre Société sur la seule base de ses engagements contractuels.

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

# Annexe 2d : Étude géotechnique

# ÉTUDE GÉOTECHNIQUE G1 PGC

## CONSTRUCTION D'UN DATA CENTER ET DE BUREAUX

22 Avenue Galilée
92350 LE PLESSIS ROBINSON

## CLIENT : EMERIGE TERTIAIRE

Référence de la Proposition : N°128850 SC MAS 01 c
Rédacteur : David COMPAORÉ




| Agence | N° Dossier | N° pièce | Mission | Rédigé par | Validé par | Date | Commentaires / version |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **SC MAS** | **128850** | **2** | **G1 PGC** | **DC** | **SR** | **14/04/25** | **Ajout des résultats des essais en laboratoire et pré-ébauche dimensionnelle** |
| SC MAS | 128850 | 1 | G1 PGC | DC | SR | 28/03/25 | Version provisoire dans l'attente des résultats des essais en laboratoire |

# TABLE DES MATIÈRES

1. SYNTHÈSE ..... 3
2. MISSIONS – PROJET ..... 4
2.1. GÉNÉRALITÉS ..... 4
2.2. DOCUMENTS EN NOTRE POSSESSION POUR LA RÉDACTION DE L'ÉTUDE ..... 5
2.3. PROJET ..... 5
2.4. CATÉGORIE D'OUVRAGE ..... 8
2.5. APPROCHE DE LA Z.I.G. - MITOYENS ..... 8
3. INVESTIGATIONS GÉOTECHNIQUES ..... 9
3.1. PROGRAMMES RÉALISÉS ..... 9
3.2. NIVELLEMENT DES TÊTES DE SONDAGES ..... 9
3.3. SCHÉMA D'IMPLANTATION DES SONDAGES ..... 10
4. CONTEXTE GÉOLOGIQUE ET GÉOTECHNIQUE ..... 11
4.1. ÉTUDE DE SITE / SENSIBILITÉ ..... 11
4.2. BILAN SENSIBILITÉ ..... 12
4.3. SUCCESSION GÉOLOGIQUE ET PROPRIÉTÉS MÉCANIQUES ..... 13
4.4. EAU PHRÉATIQUE ..... 15
4.5. LOGS STRATIGRAPHIQUES INTERPRÉTÉS ..... 16
4.6. ESSAIS DE LABORATOIRE ..... 17
4.7. AGRESSIVITÉ DU MILIEU VIS-À-VIS DES BÉTONS ..... 17
5. PRINCIPES DE CONSTRUCTION ENVISAGEABLES ..... 19
5.1. RAPPEL DU PROJET ..... 19
5.2. CHOIX D'UN MODE DE FONDATIONS PAR PIEUX ..... 19
5.3. TECHNIQUES DE SOUTÈNEMENT ..... 21
5.4. PROTECTION CONTRE LES EAUX ..... 24
5.5. TRAITEMENT DU NIVEAU BAS ..... 25
6. INVESTIGATIONS COMPLÉMENTAIRES A PRÉVOIR ..... 25
7. ANNEXES ..... 26
8. ANNEXES NON NUMÉROTÉES ..... 46

# 1. SYNTHÈSE

*Il s'agit d'une synthèse non technique résumant les informations à notre disposition actuellement (qui pourront évoluer avec les éventuelles reconnaissances complémentaires). Il s'agit d'un résumé et d'une aide à la lecture. Seul le rapport et ses annexes peut nous être opposable.*

| | |
|---|---|
| Client | EMERIGE TERTIAIRE<br><br>121 Avenue de Malakoff<br>75116 PARIS |
| Mission | Étude Géotechnique préalable G1 - Principe Généraux de Construction |
| Projet | Construction d'un data center et de bureaux sur un niveau de sous-sol |
| Contexte Géologique | D'après le plan topographique, l'altimétrie du site est comprise entre 170,6 et 166,0 NGF.<br><br>La succession lithologique attendue sous d'éventuels remblais plus ou moins épais est la suivante :<br><br>- Limons des Plateaux,<br>- Argile à Meulière de Montmorency,<br>- Sables et Grès de Fontainebleau. |
| Aléas recherchés | Coupe lithologique du terrain<br>Caractéristiques mécaniques des horizons géologiques<br>Niveau de la nappe phréatique |
| Aléas résiduels | Difficultés de terrassements<br>Difficultés de forage des pieux<br>Traficabilité des plateformes<br>Variations latérales de faciès géologiques<br>Circulations d'eau sur la hauteur des terrassements |
| Proposition de Fondations | Fondation par pieux ancrés au sein des Sables de Fontainebleau |
| Proposition de Soutènements | Voiles par passes alternées pour le bâtiment en Sud de parcelle<br>Paroi composite pour le bâtiment principal |
| Expositions aux venues d'eau | Rabattement de nappe ou assainissement du fond de fouille en phase provisoire<br>Cuvelage total en phase service |
| Proposition de traitement du niveau bas | Plancher porté par les fondations |
| Investigations complémentaires à prévoir | Des sondages complémentaires sont à prévoir après la démolition des bâtiments existants afin de déterminer l'épaisseur des remblais et consolider le modèle géotechnique au droit du site. |

# 2. MISSIONS – PROJET

## 2.1. GÉNÉRALITÉS

Cette étude s'inscrit dans le cadre des missions géotechniques normalisées *(NF P 94-500 – novembre 2013)* comme une mission de type **G1** « **Phase Principes généraux de constructions** » *(le détail des missions est repris en annexe).*

| INGÉNIERIE GÉOTECHNIQUE<br>NFP 94-500 version 2013 | | | | INGÉNIERIE GÉNÉRALISTE | MISSION CONFIÉE |
|---|---|---|---|---|---|
| Étape 1 | Étude géotechnique préalable | G1 | Phase étude de site (**ES**) | **ESQUISSE** | |
| | | | Phase Principes généraux de constructions (**PGC**) | **APS** | X |
| Étape 2 | Étude géotechnique de conception | G2 | Phase avant-projet (**AVP**) | **APD** | |
| | | | | **AVP** | |
| | | | Phase **projet* (PRO)** | **PROJET** | |
| | | | Phase **DCE/ACT** | **DCE** | |
| | | | | **ACT** | |
| Étape 3 | Suivi géotechnique d'exécution | G3 | Étude géotechnique d'exécution | **EXE** | |
| | | | Suivi géotechnique d'exécution | **DET/AOR** | |
| | Supervision géotechnique d'exécution | G4 | Supervision de l'étude d'exécution | **VISA** | |
| | | | Supervision du suivi d'exécution | **DET/AOR** | |
| - | Diagnostic géotechnique | G5 | Étude d'un élément particulier | - | |

***** Les missions G2 PRO ne comprennent pas ICI l'approche des coûts des ouvrages, des délais de réalisation ni l'établissement de plans de fondations ou de soutènement, ces prestations n'entrant pas dans le champ de compétence d'un BET Géotechnique stricto sensu. Si besoin, ces prestations seront confiées à un économiste de la construction et un BET Structures de Conception.

### Le respect de la norme est-il obligatoire ?

Le respect d'une norme NF n'est pas obligatoire. En revanche signer un contrat avec un prestataire qui la respecte revient tacitement à la respecter sauf à dégager le prestataire de ces engagements et responsabilités contractuelles.

### Toutes les missions sont-elles obligatoires ?

La norme indique que toutes les missions doivent être réalisées, ce qui dans les faits est d'ailleurs toujours le cas, mais pas toujours par le géotechnicien. Ainsi, si ce n'est pas le géotechnicien qui rédige les pièces écrites, approuve les plans de l'entreprise et suit les travaux par exemple, ce sont ceux qui se sont substitués à lui qui ont de fait réalisé les missions correspondantes. Il appartient donc de vérifier dans ce cas que ces intervenants ont la compétence et les assurances pour réaliser ces missions.

Nous sommes à la disposition du lecteur pour apporter toutes les précisions nécessaires pour la bonne compréhension de ces missions. Un extrait des missions est fourni en annexe.

### CONDITIONS D'EXPLOITATIONS DU PRÉSENT RAPPORT

Il s'agit d'investigations géotechniques qui ne peuvent, en aucun cas, détecter d'éventuelles pollutions des sols.

L'exploitation et l'utilisation de ce rapport doivent respecter les *"conditions d'exploitation et de validité des études de sols"* décrites en annexe.

Ce rapport ne traite pas des VRD au sens large. Nous restons à disposition du Maître d'Ouvrage pour lui proposer les services de Vertical Sea sur ces points précis.

Ce rapport ne traite pas de l'étude des grues de chantier et des grues mobiles qui devra être réalisée par un bureau d'étude spécialisé.

## 2.2. DOCUMENTS EN NOTRE POSSESSION POUR LA RÉDACTION DE L'ÉTUDE

| Nature du document | Référence | Date |
|---|---|---|
| Plans et coupes du projet | P10499-BWE-DC-XX-SK-Z-70000 | 10/10/24 |
| Plan topographique | 20584_104364_TP_ _00A1 indice A | 08/09/23 |
| Cahier des charges pour l'étude de sol | CCTP études de sols | - |
| Plan de masse | DC_PLESSIS_MASSE | - |
| Plan des niveaux enterrés | DC_PLESSIS_SS | - |
| Dossier de coupes et élévations | - | - |

## 2.3. PROJET

Le projet prévoit la construction d'un ensemble immobilier de bâtiments à usage de Data Center et Bureaux. Ces bâtiments seront conçus en R+2+Rooftop sur un niveau de sous-sol. Notons que les niveaux en superstructure du bâtiment principal présentent une hauteur sous plafond de 6,7m.



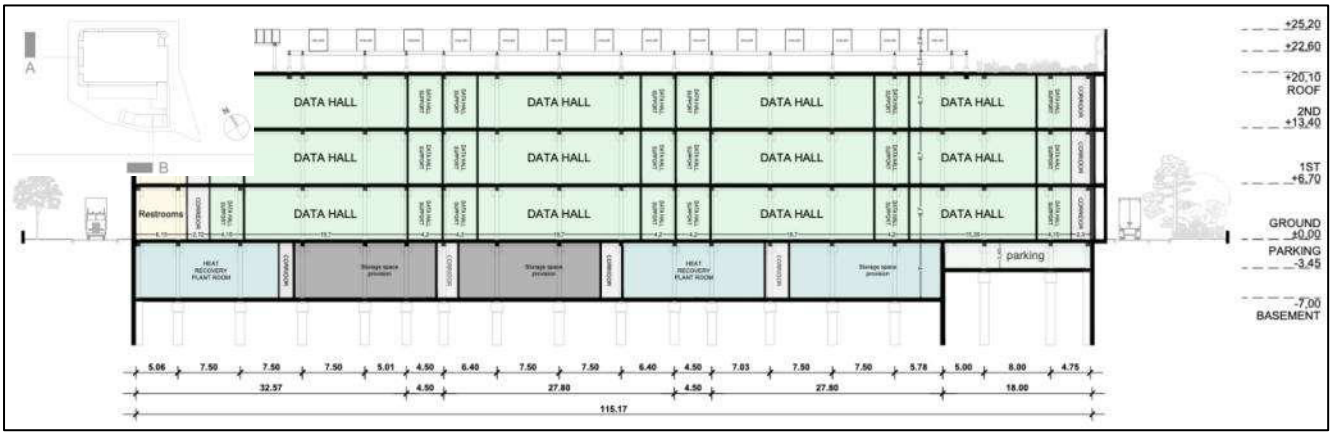
*Extrait du plan de masse d'octobre 2024*



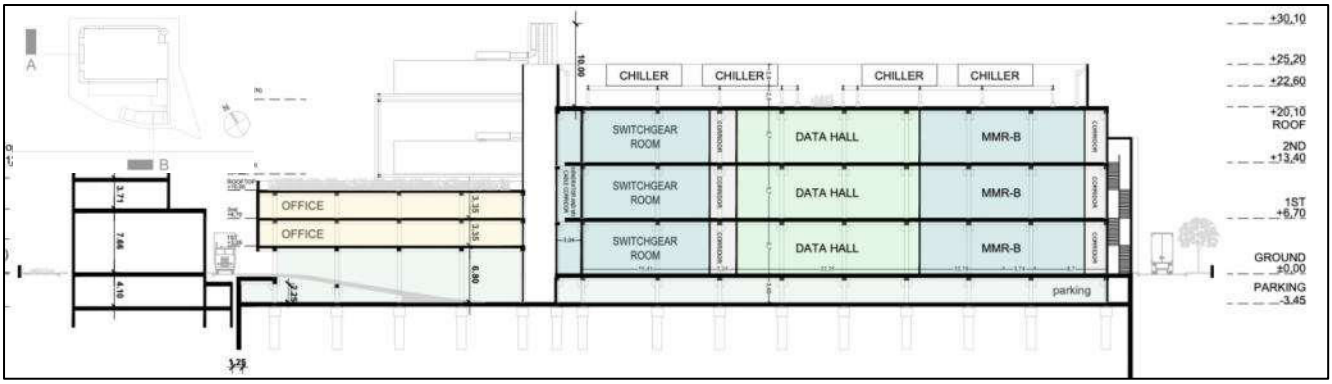

*Plan du rez-de-chaussée d'octobre 2024*




*Plan du sous-sol d'octobre 2024*




*Coupe AA'*




*Coupe BB'*

Les cotes des niveaux bas prévus sont fixées à **165,0/161,5 NGF** ; soit un fond de fouille vers 164,5/161,0 NGF et **une hauteur de terrassement d'environ 4,0-7,5 m.**

| | Cotes (NGF) | |
|---|---|---|
| Niveaux | R-1 | Datacenter |
| RDC | 168,5 | 168,5 |
| AS Plancher bas | 165,0 | 161,5 |
| Fond de fouille | ≈ 164,5 | ≈161,0 |

## 2.4. CATÉGORIE D'OUVRAGE

Le projet pourrait être classé selon l'Eurocode 7 et l'Eurocode 0 dans les catégories suivantes :

| | | |
|---|---|---|
| Catégorie géotechnique | 2 | Ouvrages et fondations classiques<br>Absence de conditions de terrain ou de chargements difficiles |
| Classe de conséquence | CC2 | Conséquence moyenne sur les personnes<br>Conséquences économiques, sociales ou d'environnement considérables |
| Catégorie de durée d'utilisation | 4 | 50 ans : structure courante de génie civil et de bâtiment |

La complexité d'un projet est à fixer par le Maître d'ouvrage ou son représentant avant le début des études. Elle est à préciser le cas échéant au fur et à mesure de leur avancement.

## 2.5. APPROCHE DE LA Z.I.G. - MITOYENS

### 2.5.1. ZONE D'INFLUENCE GÉOTECHNIQUE

Le site étant à l'horizontal et avec fouille, nous considérons une ZIG s'étendant sur environ 3 fois la hauteur des fouilles ; soit environ 10 à 20m.

### 2.5.2. DÉFINITIONS DES DIFFÉRENTS LINÉAIRES MITOYENS

Le projet ne comporte pas de mitoyens immédiat à l'exception des voiries et réseaux enterrés. Notons la présence d'un avoisinant en partie Nord de la parcelle, constitué par un bâtiment de type RDC. La présence de niveaux enterrés au droit de ce bâtiment n'est pas connue.

# 3. INVESTIGATIONS GÉOTECHNIQUES

## 3.1. PROGRAMMES RÉALISÉS

| TYPE DE SONDAGE ET D'ESSAIS | RÉFÉRENCE/NOMBRE | PROFONDEUR |
|---|---|---|
| Sondages pressiométriques ∅ 66 mm | SP1 à SP6 | 15-30m |
| Essais pressiométriques | 74 | Répartis dans les sondages |
| Sondage carotté ∅ 100 mm | SC1<br>SC2 | 10m<br>10m |
| Tests d'agressivité du sol sur les bétons | 6 | Voir §4 .7 |
| Test d'agressivité des eaux sur les bétons | 1 | - |
| Essais d'identification des sols | 5 | - |
| Cisaillement linéaire | 4 | - |
| DATE DE RÉALISATION DE LA CAMPAGNE IN SITU : **du 27 janvier au 23 février 2025** | | |

**Remarque relative aux sondages destructifs :** Le relevé des coupes des sondages pressiométriques (de type destructif) a été réalisé en observant les remontées de cuttings (terrain détruit par l'outil de perforation et remonté en surface par la circulation de la boue de forage). Cette méthode est imprécise et ne permet pas une finesse de relevé d'un carottage. Le relevé des remontées de cuttings et les diagraphies instantanées correspondantes sont fournis en annexe.

**Remarque relative aux relevés piézométriques :** Lorsque des piézomètres sont disponibles sur chantier (par exemple, dans le cadre d'un suivi piézométrique), nous prenons en compte ces mesures si elles nous sont communiquées. Dans le cas contraire, des mesures ponctuelles de niveau d'eau sont effectuées directement dans les trous de forage, avant leur obturation en fin de chantier. Sauf demande spécifique de la part du Maître de l'Ouvrage, qui doit alors faire la déclaration correspondante auprès de la Police de l'Eau, nous ne posons pas de piézomètre au sens strict du terme.

Conformément à la normalisation en vigueur, les sondages ont tous été rebouchés en fin de campagne.

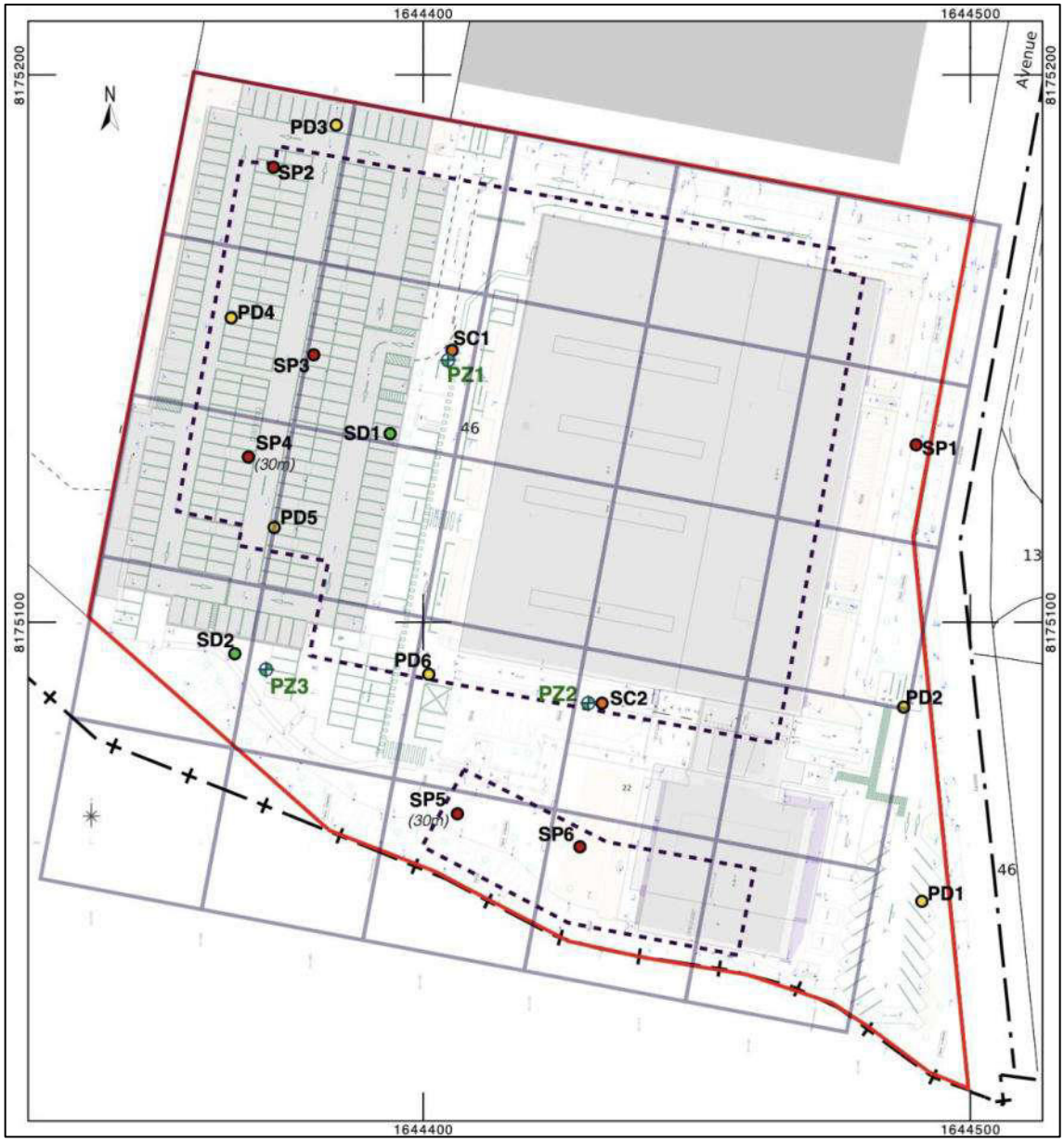
## 3.2. NIVELLEMENT DES TÊTES DE SONDAGES

Les altimétries des têtes de sondages sont données à titre indicatif. Elles sont extrapolées à partir du plan topographique fourni.

| Sondage | SP1 | SP2 | SP3 | SP4 | SP5 | SP6 | SD1 | SD2 | SC1 | SC2 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| NGF extrapolé | 168,9 | 170,2 | 170,2 | 170,2 | 168,5 | 169,4 | 170,2 | 167,4 | 166,9 | 166,3 |

## 3.3. SCHÉMA D'IMPLANTATION DES SONDAGES

L'implantation fournie sur ce schéma peut présenter des imprécisions. Si une implantation précise est requise, un relevé de géomètre sera alors nécessaire.




Légende :

Emprise du projet

Emprise des futurs sous-sols

Investigations Hydrogéologiques

PZx : Piézomètres

Investigations Géotechniques :

- Sondages pressiométriques
- Sondages destructifs
- Sondages carottés
- Sondages au pénétromètre dynamique

# 4. CONTEXTE GÉOLOGIQUE ET GÉOTECHNIQUE

## 4.1. ÉTUDE DE SITE / SENSIBILITÉ

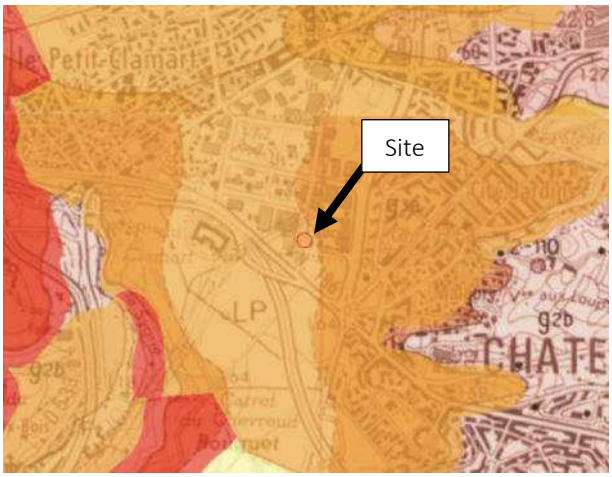



### SITUATION GÉOLOGIQUE

Le terrain se trouve en contexte de plateau.

D'après la carte géologique à l'échelle 1/50.000 de CORBEIL -ESSONNES, la suite lithologique attendue est la suivante :

- Limon des Plateaux (LP),
- Argile à Meulières de Montmorency,
- Sable de Fontainebleau.




### RETRAIT-GONFLEMENT DES ARGILES

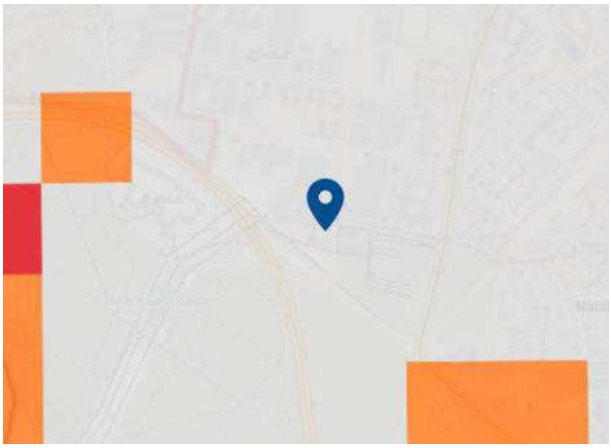
La parcelle étudiée se situe dans une zone d'exposition moyenne vis-à-vis du phénomène de retrait-gonflement des argiles.

Ce risque est lié à la sensibilité des sols présents en surface qui ont été cartographiés par le BRGM.

Exposition forte

Exposition moyenne

Exposition faible



### SENSIBILITÉ AUX REMONTÉES DE NAPPE

D'après la cartographie au 1/100 000 des zones de sensibilité aux remontées de nappe, disponible sur le site du BRGM, la parcelle n'est pas concernée par ce risque.

Zones potentiellement sujettes aux inondations de cave

Zones potentiellement sujettes aux débordements de nappe

Pas de débordement de nappe ni d'inondation de cave

Entités hydrogéologiques imperméables à l'affleurement (source : BDLISA V2/BRGM)

Enveloppes Approchées des Inondations Potentielles cours d'eau et submersion marine de plus d'un hectare (Source : MTES/DGPR)

VUES AÉRIENNES « REMONTER LE TEMPS »
PHOTO 1921




VUES AÉRIENNES « REMONTER LE TEMPS »
PHOTO 1962




VUES AÉRIENNES « REMONTER LE TEMPS »
PHOTO 1966




HISTORIQUE DU SITE ET ACTIVITÉS PASSÉES (d'après les archives des campagnes de photographies aériennes du site *Remonter le Temps*)

Le site était auparavant en friche jusque vers le début des années 1960, période de construction des bâtiments que nous connaissons aujourd'hui.

Le site n'a vraisemblablement pas évolué depuis lors.

Notons toutefois que les terrassements pourront probablement mettre à jour d'anciennes infrastructures liées à des activités antérieures aux années 1920 et non « purgées » par les démolitions (anciennes fondations, anciens massifs, fosses, réservoirs enterrés, anciens réseaux…) sur des épaisseurs plus ou moins importantes.

## 4.2. BILAN SENSIBILITÉ

| Type d'aléa | Niveau de risque |
|---|---|
| Retrait / gonflement des sols argileux | Aléa moyen |
| Inondation par débordement d'un fleuve | Hors zone inondable |
| Mouvement de terrain | Hors zone d'aléa |
| Extraction souterraine de matériaux | Aléa faible. Pas d'exploitation de matériaux connue |
| Extraction à ciel ouvert de matériaux | Aléa faible. Pas d'exploitation de matériaux connue |
| Sismicité | Zone I très faible |

## 4.3. SUCCESSION GÉOLOGIQUE ET PROPRIÉTÉS MÉCANIQUES

La campagne de reconnaissance effectuée a permis de mettre en évidence la suite lithologique suivante, au droit de nos sondages :

### Remblais / Limons de Plateau indifférenciés

En tête de forages, les terrains sont représentés par des remblais de argilo-sableuse rencontrés sur des épaisseurs variant de 1,0m à 3,0m.

En SP5 et SP6, l'épaisseur de remblais est plus importante (de l'ordre de 3,5-5,0m), les sondages ayant été réalisés depuis un talus surélevé par rapport au niveau de la rue. Par ailleurs un horizon limoneux a été mis en évidence en tête de forage, il correspondrait vraisemblablement aux Limons de plateaux attendus d'après la carte géologique.

Rappelons que par nature, ces terrains peuvent présenter des variations brutales d'épaisseur et/ou de nature ou des sur-profondeurs localisées ; en particulier :

- à proximité des bâtiments mitoyens *(fondations, structures enterrées),*
- au niveau des réseaux, fosses ou cuves enterrés *(démolis ou existants),*
- au droit d'anciennes constructions,
- au voisinage des sous-sols actuels où l'on ne peut exclure des zones talutées par endroits.

Les caractéristiques pressiométriques relevées dans les remblais sont médiocres.

### Argile à Meulière de Montmorency

**Description lithologique**

Sous les remblais, les sondages ont recoupé une argile marron, marron-orangé, renfermant des grains/blocs de meulière et des passages sableux.

Il s'agit du faciès des Argiles à Meulières de Montmorency. Il a été reconnu jusqu'à 6,7m à 12,4m de profondeur ; soit jusqu'à 161,7 NGF / 156,7 NGF.

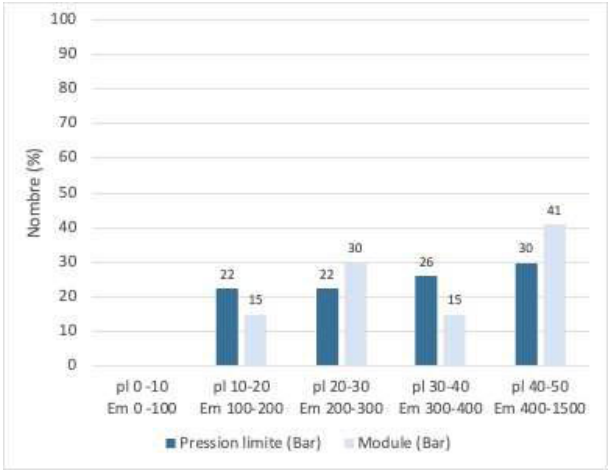
Les Argiles à meulières de Montmorency peuvent renfermer des blocs ou entablement de meulières de tailles variées. Ces blocs ont été mis en évidence à différentes profondeurs sur la quasi-totalité des sondages.

Notons qu'au droit du sondage SC2, un bloc de meulière d'environ 30cm d'épaisseur a été rencontré.

**Caractéristiques pressiométriques**

Les Argiles à Meulière présentent des caractéristiques pressiométriques hétérogènes globalement bonnes ; elles correspondent à des « argiles raides à très raides » selon les normes d'application de l'Eurocode
(12 Bar < pression limite > 20 Bar)

*Répartition des valeurs pressiométriques dans les Argiles à Meulières*




Des valeurs de pressions limites > 50 bar ont été rencontrées dans les Argiles à Meulière entre 4,0 et 11,0m de profondeur au droit des sondages SP1, SP3, SP4 et SP5. Ces valeurs correspondent vraisemblablement à la présence de blocs de meulière et ne seront pas pris en compte dans l'établissement du modèle de sol.

**Statistiques pressiométriques**

| Nombre de valeurs | | | 27 | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Min | Max | Moy Harmonique | Moy Arithmétique | Écart-type |
| Pl (Bar) | 14,7 | 50,0 | 27,8 | 32,8 | 12,8 |
| Em (Bar) | 111 | 1103 | 309 | 441 | 272 |

## Sable de Fontainebleau

### Description lithologique

En dessous des Argiles à Meulière, des sables marrons, beiges, grisâtres ont été rencontrés.

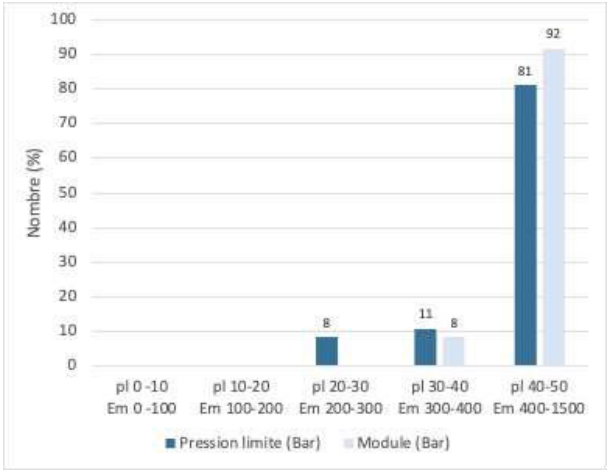
Ces sables correspondant aux sables de Fontainebleau, ont été rencontrés jusqu'à la base de sondages à 32,5m de profondeur ; soit jusqu'à 137,7 NGF.

Les Sables de Fontainebleau peuvent renfermer des blocs ou bancs de grès indurés.

### Caractéristiques pressiométriques

Les sables de Fontainebleau présentent de très bonnes caractéristiques pressiométriques ; ils correspondent à des « sables très denses » selon les normes d'application Eurocode (pression limite > 20 Bar).

*Répartition des valeurs pressiométriques dans les Sables de Fontainebleau*




**Statistiques pressiométriques**

| Nombre de valeurs | | | 37 | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Min | Max | Moy Harmonique | Moy Arithmétique | Écart-type |
| **Pl (Bar)** | 24,0 | 50,0 | 44,0 | 45,8 | 7,7 |
| **Em (Bar)** | 331 | 1368 | 705 | 829 | 306 |

## 4.4. EAU PHRÉATIQUE

### 4.4.1. NIVEAU PIÉZOMÉTRIQUE

3 piézomètres ont été installés lors de la campagne de reconnaissance de sol dans le cadre de l'étude hydrogéologique du BET SOLER IDE.

Le tableau ci-après indique le résultat des relevés :

| Piézomètre | Altimétrie tête ouvrage | Profondeur ouvrage | Date de relevé | Niveau d'eau | |
|---|---|---|---|---|---|
| | NGF | m/TN | | m/TN | NGF |
| PZ1 | 166,91 | 7,0 | 03/02/25 | Sec | - |
| PZ2 | 166,32 | 7,0 | 19/02/25 | 3,68 | 162,64 |
| | | | 04/03/25 | 3,57 | 162,75 |
| PZ3 | 167,38 | 10,0 | 04/03/25 | 4,23 | 163,15 |

Ces niveaux correspondent à des accumulations/écoulements d'eau se faisant à la faveur de passages plus perméables. Ces niveaux sont tributaires des infiltrations consécutives aux aléas climatiques et peut être sujets à des fluctuations non négligeables ; notamment pendant les périodes climatiques défavorables ou hivernales.

L'amplitude de ces fluctuations n'est pas connue. Un suivi piézométrique est en cours par le BET SOLER IDE, Seul un suivi périodique, d'une durée importante dans le temps permettrait de préciser ce point. Une enquête auprès des Services Techniques locaux et du voisinage (bâtiments ou pavillons voisins avec sous-sols) peut également être envisagée.

<u>Remarque importante :</u>

Les Argiles à Meulières constituent une couche quasi-imperméable qui pourrait être à l'origine de stagnations ou de circulations d'eau dans les remblais de surface, notamment en périodes climatiques défavorables.

Parfois également, il faut noter la présence de « poches d'eau » emprisonnées au sein des Argiles à Meulières et que l'on découvre lors des terrassements généraux.

### 4.4.2. VARIATIONS PHRÉATIQUES

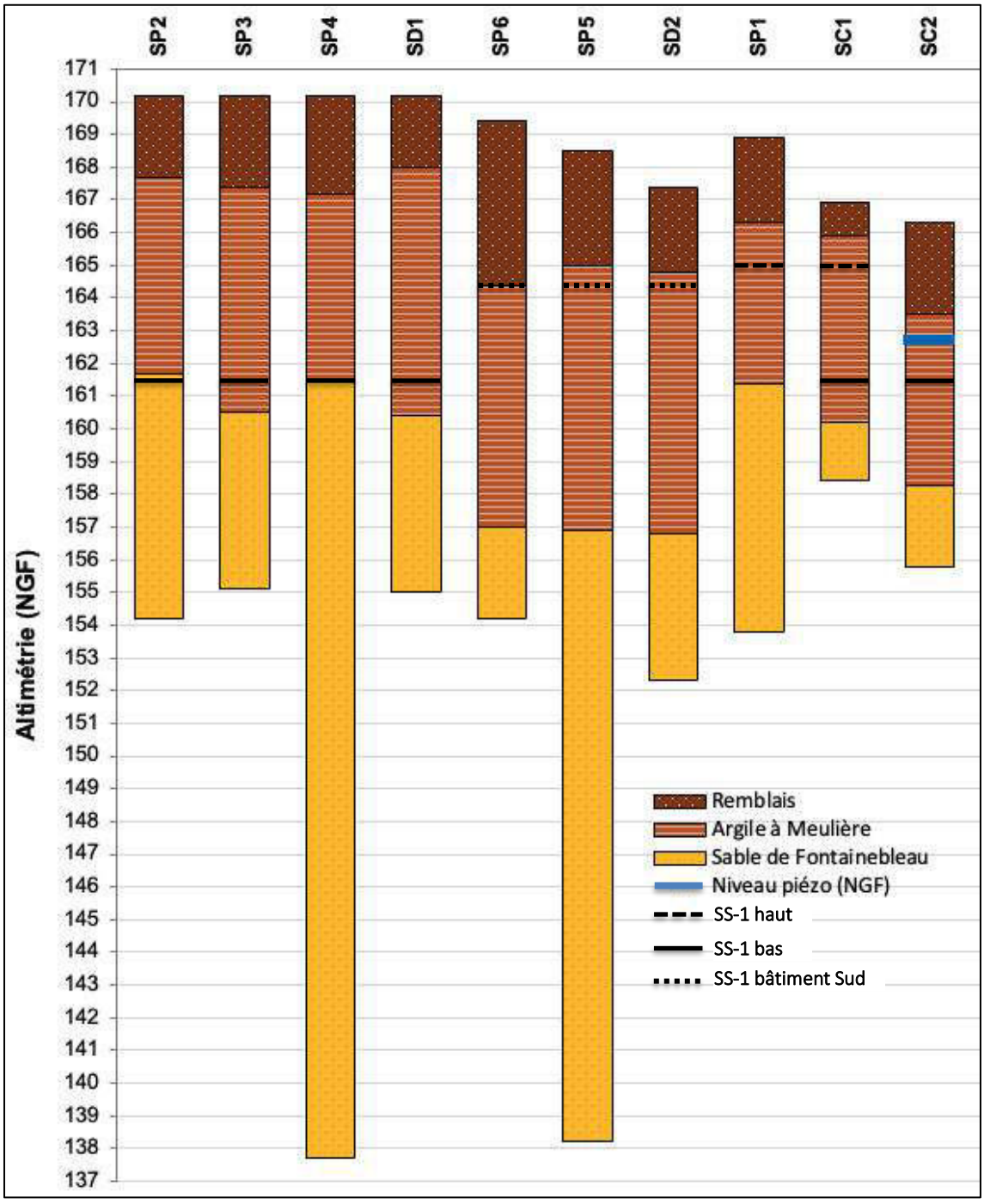
Nous rappelons que le niveau phréatique au droit d'un site est dépendant :

- Des conditions météorologiques,
- Des éventuelles relations avec le réseau hydrographique proche (onde de crue),
- Des prélèvements pérennes ou temporaires dans l'aquifère.

Un suivi piézométrique est en cours de réalisation par le BET SOLER IDE, il permettra de connaitre les variations des niveaux d'eau sur la durée du suivi.

## 4.5. LOGS STRATIGRAPHIQUES INTERPRÉTÉS

La figure ci-après indique les logs stratigraphiques interprétés au droit de chaque sondage :




**Remarque :** Ce graphe ne représente pas une coupe-type ou un modèle de terrain *(à établir au stade des missions G2)* mais constitue une simple illustration des résultats des sondages effectués. Par ailleurs, le niveau d'eau indiqué sur le graphe est associé au sondage dans lequel il a été relevé.

## 4.6. ESSAIS DE LABORATOIRE

### 4.6.1. ESSAIS D'IDENTIFICATION

Les essais d'identification des sols ont été réalisés sur des sols remaniés, prélevés au droit des sondages à la tarière des investigations géotechniques et environnementales. Les résultats sont les suivants :

| Sondage | Prof. (m/TN) | Formation | Tamisât cumulé (% massique sec) | | | | | | $W_N$ (%) | VBS | Limites d'Atterberg | | | | Classe GTR 1992/2023 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 50 mm | 20 mm | 5 mm | 2 mm | 0,08 mm | 0,063 mm | | | $W_L$ | $W_P$ | IP | Ic | |
| SC2 | 0,04-0,29 | Remblais | 100 | 100 | 72,6 | 57,3 | 16,2 | 15,3 | 12,3 | 0,6 | - | | | | B5/I1 |
| SC1 | 0,60-0,90 | Remblais/Limons indifférenciés | 100 | 100 | 97,8 | 96,3 | 81,9 | 81,1 | 12,4 | 3,4 | - | | | | A2/F2 |
| SC1 | 1,00-1,21 | Argile à Meulière | 100 | 90,2 | 81,2 | 68,6 | 50,3 | 49,8 | 12,8 | - | 63,6 | 24 | 39,6 | 1,26 | A3s/F3ts |
| SC2 | 1,07-1,51 | Remblais d'Argile à Meulière | 100 | 90,2 | 75,7 | 67,7 | 48,6 | 47,8 | 22,9 | - | 64,9 | 23,3 | 41,6 | 0,97 | A4/F4h |
| SC2 | 5,30-5,70 | Argile à Meulière | 100 | 76 | 58 | 50,4 | 23 | 22 | 27,4 | 1,4 | - | | | | B5/I1 |

### 4.6.2. ESSAIS DE MÉCANIQUE DES SOL

Deux essais de cisaillement rectiligne ont été réalisés sur des échantillons prélevés au sein des sondages carottés SC1 et SC2. Les résultats sont les suivants :

| Sondage | Prof. (m/TN) | Formation | Cisaillement rectiligne | |
|---|---|---|---|---|
| | | | φ (°) | c'(kPa) |
| SC1 | 1,21-1,80 | Argile à Meulière | 25 | 4 |
| | 2,40-3,00 | Argile à Meulière | 19 | 9 |
| SC2 | 3,5-3,70 | Argile à Meulière | 23 | 5 |
| | 5,71-6,30 | Argile à Meulière | 21 | 7 |

## 4.7. AGRESSIVITÉ DU MILIEU VIS-À-VIS DES BÉTONS

Les classes d'exposition des bétons vis-à-vis de leur environnement sont définies dans la norme NF EN 206 de novembre 2014.

| Classe d'exposition | XA 1 | XA 2 | XA 3 |
|---|---|---|---|
| **Pour les sols** | | | |
| $SO_4^{2-}$ (mg/kg) | > 2000 et < 3000 | > 3000 et < 12000 | > 12000 et < 24000 |
| Acidité (ml/kg) | > 200 | Non rencontré en pratique | |
| **Pour les eaux** | | | |
| $SO_4^{2-}$ (mg/l) | > 200 et < 600 | > 600 et < 3000 | > 3000 et < 6000 |
| pH | 5,5 à 6,5 | 4,5 à 5,5 | 4,0 à 4,5 |
| $Co_2$ agressif (mg/l) | > 15 et < 40 | > 40 et < 100 | > 100 |
| $NH_4^+$ (mg/l) | > 15 et < 30 | > 30 et < 60 | > 60 et < 100 |
| $Mg^{2+}$ (mg/l) | > 300 et < 1000 | > 1000 et < 3000 | > 3000 |

Des essais d'agressivité des sols suivant la norme NF EN 206-1 ont été réalisés sur des échantillons issus des sondages carottés. Les résultats complets sont disponibles en annexe. Le tableau ci-dessous résume les classes d'exposition des sols :

| Agressivité des sols vis-à-vis des béton | | | |
|---|---|---|---|
| Échantillons | Profondeur | Nature | Classe d'exposition |
| SC1 | 1,21-1,80 | Remblais / Argile à Meulière | <XA1 |
| SC1 | 3,50-4,50 | Argile à Meulière | <XA1 |
| SC1 | 6,79-7,20 | Sables de Fontainebleau | <XA1 |
| SC2 | 0,51-2,35 | Remblais | <XA1 |
| SC2 | 5,30-5,65 | Argile à Meulière | <XA1 |
| SC2 | 8,81-9,50 | Sables de Fontainebleau | <XA1 |

Un prélèvement d'eau a été effectué par SOLER IDE le 12 mars 2025 au droit de l'ouvrage Pz2. Les analyses effectuées sont conformes à la norme NF EN 206-1. Les résultats complets sont disponibles en annexe. Le tableau ci-dessous résume les classes d'exposition des eaux :

| Agressivité de l'eau souterraine vis-à-vis des bétons | | |
|---|---|---|
| Échantillons | Nappe testée | Classe d'exposition |
| Pz2 | Accumulation/écoulement dans les Argiles à Meulière | <XA1 |

Remarques :

Pour des ouvrages géotechniques spéciaux (pieu, paroi moulée,…), des exigences complémentaires sont données en annexe D de la norme.

Les dispositions à prendre pour prémunir les ouvrages de l'agressivité du milieu ne relèvent pas de la compétence du BET Géotechnique. De même, le BET Géotechnique n'a pas compétence dans le domaine de la fabrication des bétons. Il indique simplement la classe d'agressivité du milieu en fonction des analyses effectuées *(voir ci-dessus).*

La formulation des bétons la plus appropriée pour le chantier incombe au BET structure et à l'entreprise. Ces derniers définissent la classe à prendre en compte en fonction de l'exposition des ouvrages. L'entreprise est libre d'effectuer un nouvel échantillonnage du milieu si elle le juge nécessaire afin d'affiner les paramètres d'agressivité et optimiser ses formulations.

# 5. PRINCIPES DE CONSTRUCTION ENVISAGEABLES

## 5.1. RAPPEL DU PROJET

Le projet prévoit la construction d'un ensemble immobilier de bâtiments à usage de Data Center et Bureaux, conçus en R+2+Rooftop sur un niveau de sous-sol de 3,45 à 7,0m de haut. Les niveaux bas sont donc situés à environ 165,0 NGF et 161,5 NGF.

## 5.2. CHOIX D'UN MODE DE FONDATIONS PAR PIEUX

### 5.2.1. PRINCIPE DE CONCEPTION

Les fonds de fouille seront ici hétérogènes et globalement constitués par les Argiles à Meulière. Ponctuellement le fond de fouille pourra être constitué par les remblais (sondages SC2, SP6) pour le niveau de sous-sol haut et par les Sables de Fontainebleau (sondages SP2, SP4, voire SP1) pour le niveau de sous-sol bas.

Du fait de la destination des bâtiments, des charges lourdes sont attendues. Nous proposons donc en première approche, le report des charges en profondeur, dans la formation des Sables de Fontainebleau par l'intermédiaire de fondations profondes.

Le choix de la technique de pieux devra tenir compte de la présence de niveaux d'eau ponctuels vers 166,7 NGF et la présence de blocs ou terrains indurés (blocs de meulière dans la formation des Argiles à Meulière et blocs/bancs de grès dans la formation des Sables de Fontainebleau).

Ainsi les techniques de pieux envisageables en première approche sont les suivantes :

| Technique de mise en œuvre | Classe | Catégorie | Abréviation | Norme de référence |
|---|---|---|---|---|
| Pieu foré boue | 1 | 2 | FB | NF EN 1536 |
| Pieu foré tubé (virole récupérée) | 1 | 4 | FTR | NF EN 1536 |

Dans le contexte géotechnique décrit (ancrage au sein des Sables de Fontainebleau présentant un module pressiométrique moyen supérieur à 500 Bar), la réalisation de tarière creuse (pieu catégorie 6) est sujette à refus, casse de matériel et diminution des cadences de production. C'est pourquoi, si l'entreprise retient cette technique, elle devra impérativement s'engager sur la faisabilité de l'ancrage théorique prévu en diligentant des sondages carottés et des essais spécifiques pour mieux apprécier le risque de refus.

Dans la suite du rapport nous retiendrons la technique de pieu foré boue.

Pour la justification des fondations, il convient de respecter la norme d'application nationale de l'Eurocode 7 - **NF P 94-262** « Fondations Profondes » *(Juillet 2012 + Amendement A1 de Juillet 2018)*.

### 5.2.2. HYPOTHÈSE DE MODÈLE DE TERRAIN

Sur la base des sondages réalisés et dans l'attente des sondages complémentaires, nous proposons les modèles ci-dessous pour une estimation des frottements de pieux.

| Pieux FB - Classe 1 - Catégorie 2 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Formation | Base | Catégorie sol | Frottement latérale | | | Pointe | |
| | | | α pieu/sol | pl* | qs | ple* | Kp max |
| - | NGF | - | - | Bar | kPa | Bar | - |
| Hauteur de terrassement + mort terrain | 163,0/160,0* | 1 | Négligé | Négligé | Négligé | Négligé | Négligé |
| Argile à Meulière | 160,5 | 1 | 1,25 | 29,0 | 61 | 29,0 | 1,15 |
| Sable de Fontainebleau | 138,0 | 4 | 1,50 | 45,0 | 170 | 45,0 | 1,45 |

**Frottement neutralisé sur la hauteur des terrassements + 1,50 m*

### 5.2.3. EXEMPLE DE CAPACITÉ PORTANTE

À titre d'exemple, pour des fondations profondes avec ancrage dans les Sables de Fontainebleau, sans effet de groupe, les fiches et les charges portantes seront voisines des valeurs suivantes :

- Bâtiment central

| Pieux FB - Classe 1 - Catégorie 2 - Hors effet de groupe | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Diamètre pieu | Arase sup. pieu | Arase inf. pieu | Longueur pieu | Portance ELS Caractéristique | Portance ELU Fondamentale | σELS compr. béton | σlim compr. béton |
| m | NGF | NGF | m | t | t | MPa | MPa |
| 0,40 | 168,5 | 156,5 | 12,0 | 75 | 100 | 5,93 | 6,02 |
| 0,70 | 168,5 | 153,5 | 15,0 | 237 | 318 | 6,16 | 6,59 |
| 1,00 | 168,5 | 149,5 | 19,0 | 523 | 695 | 6,66 | 6,92 |

- Bâtiment Sud

| Pieux FB - Classe 1 - Catégorie 2 - Hors effet de groupe | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Diamètre pieu | Arase sup. pieu | Arase inf. pieu | Longueur pieu | Portance ELS Caractéristique | Portance ELU Fondamentale | σELS compr. béton | σlim compr. béton |
| m | NGF | NGF | m | t | t | MPa | MPa |
| 0,40 | 168,5 | 158,5 | 10,0 | 74 | 103 | 5,89 | 6,02 |
| 0,70 | 168,5 | 155,5 | 13,0 | 246 | 339 | 6,39 | 6,92 |
| 1,00 | 168,5 | 152,5 | 16,0 | 517 | 710 | 6,58 | 6,92 |

### 5.2.4. RAPPEL DES PRINCIPALES RÈGLES DE L'ART EN MATIÈRE D'EXÉCUTION

En fonction des descentes de charge et des diamètres de pieux, on devra s'assurer que la reconnaissance des sols investit le terrain sur au moins 5 Ø sous la base des fondations profondes.

L'encastrement minimum dans la couche porteuse sera d'au moins 3 diamètres ou de 1,5m minimum pour les pieux de diamètre supérieur à 0,5 m. Voir paragraphe F 4.2.5 (note 1) de la norme d'application.

Les pieux seront dimensionnés en fonction des charges réelles apportées par la structure et de la nature réelle des terrains rencontrés en forage. Les fiches seront à adapter suivant les descentes de charges exactes à reprendre pour chaque appui et en fonction des épaisseurs de terrains réellement rencontrées. Les ancrages minimaux devront être respectés.

La présence de blocs ou autres points durs au sein des remblais / terrains remaniés / Argile à Meulière et Sables de Fontainebleau induira des difficultés de forage. Nous conseillons de purger au maximum ces blocs préalablement aux forages (utilisation de pelle mécanique dans le cas où les faux refus sont obtenus à proximité de la plate-forme de travail). Par ailleurs, des outils de forages adaptés sont à prévoir (trépan, carottage, marteau fond de trou…). D'une façon générale, l'entreprise spécialisée ne proposera la mise en œuvre d'une technique de pieu que si cette dernière est susceptible d'être réalisable et adaptée aux conditions du site. En cas de doute, elle doit réaliser toute investigation complémentaire ou forage d'essai qu'elle juge utile afin de conforter son offre ou mettre au point sa méthodologie.

## 5.3. TECHNIQUES DE SOUTÈNEMENT

### 5.3.1. PROBLÉMATIQUE

Le projet prévoit la réalisation d'un niveau de sous-sol de 3,45m/4,10m et 7,0m de haut. Nous retiendrons en première approche comme hypothèse des terrassements de 4,0/7,5 m de hauteur.

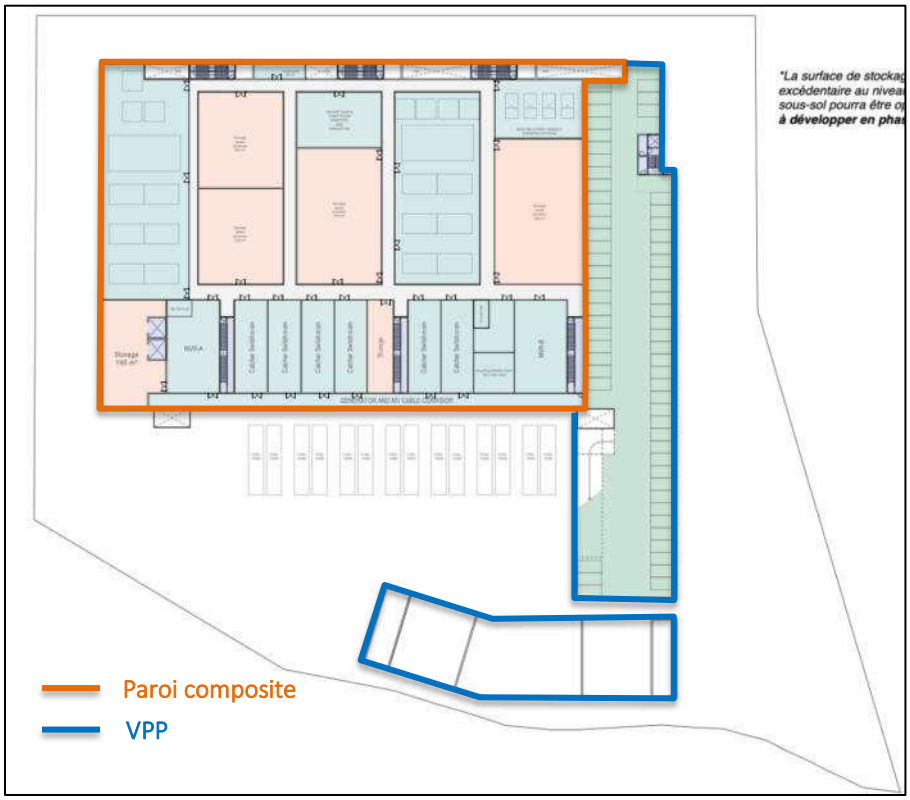
La conception des ouvrages de soutènement devra tenir compte :

- De l'intensité de la poussée des terres ;
- De la présence de bâtiments mitoyens à la fouille ;
- Des surcharges chantiers ;
- Du recoupement de niveaux, rencontrés ponctuellement vers 3,7m de profondeur.

### 5.3.2. FAMILLES D'OUVRAGES DE SOUTÈNEMENT ENVISAGEABLES

Du fait des problématiques listées ci-avant, les soutènements pourront être effectués à l'abri des ouvrages suivants :

| Linéaires | Contexte | Type d'ouvrages | Reprise des poussées |
|---|---|---|---|
| Linéaire 1 | Pleine terre, terrassement de l'ordre de 4,0 m | Voiles par passes alternées en béton projeté | Butons obliques sur semelles ou pieux<br>Butons horizontaux |
| Linéaire 2 | Pleine terre, terrassement de l'ordre de 3,5 à 7,5 m | Paroi composite fichée dans les Sables de Fontainebleau | Butons obliques sur semelles ou pieux<br>Butons horizontaux |




*Plan de repérage des linéaires de terrassement*

**Remarque sur les VPP :** La faisabilité des voiles par passes est conditionnée par la tenue des terres pendant le temps nécessaire à la réalisation complète d'une passe donnée.

Il conviendra donc de réaliser, avant ouverture du chantier, des puits d'essai de stabilité in situ pour chaque formation géologique concernée et sur une durée minimale de 24 heures. Les dimensions d'ouverture du puits d'essai (talus taillés à la verticale) seront les dimensions d'ouverture prévues augmentées de 1 m en périmétrie (par exemple le puits d'essai aura une largeur de 5m et une hauteur de 2,5m pour valider une passe de 3m de largeur x 1,5m de hauteur).

Si cette stabilité des terres n'était pas assurée, il y aurait lieu de procéder à des blindages voire examiner une méthodologie différente de réalisation des VCT (par exemple une paroi composite).

### 5.3.3. PRÉDIMENSIONNEMENT DE LA PAROI COMPOSITE

Les calculs sont réalisés dans le respect de la norme NF P 94-282 pour les écrans de soutènement (Mars 2009 + Amendement A1 de Février 2015.

Le pré-dimensionnement de la paroi a été effectué sous le logiciel Terrasol K-Réa V4, par une méthode élasto-plastique aux coefficients de réaction. La coupe de calcul la plus défavorable à été considérée (7,0m de terrassement pour un fond de fouille à 161,0 NGF).

Les coefficients de réaction horizontal Kh ont été déterminés à partir de la formule de Schmitt *(voir norme NF P 94-282 « Ouvrages de soutènement » Annexe F3).*

Nous proposons de retenir pour la paroi un déplacement maximal de 20 mm pour les zones en pleine terre.

#### a) HYPOTHÈSES DE CALCUL

- **Caractéristique des sols**

Sur la base des sondages réalisés et dans l'attente des sondages complémentaires, nous proposons les modèles ci-dessous pour une estimation des frottements de pieux.

| Couche de sol | Base | $\gamma$ | $\varphi u$ / $\varphi'$ | Cu / C' | $\delta/\varphi$ poussée | $\delta/\varphi$ butée | Em | $\alpha$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| - | NGF | kN/m$^3$ | ° | kPa | - | - | Bar | - |
| Remblais / Limons de Plateau indifférenciés | 167,0 | 18,0 | 20 | 0 | 0 | 0 | 45 | 2/3 |
| Argile à Meulière | 160,5 | 20 | 25 | 5 | 0 | -0,666 | 300 | 2/3 |

- **Gestion de la nappe en phase provisoire**

Voir paragraphe 5.4.

- **Surcharges**

Une surcharge chantier de 10 kPa est considérée en tête de paroi.

- **Système de butonnage**

Nous considèrerons la mise en place de 2 lits de butons de raideur axiale de l'ordre de 20 000 à 25 000 kN/m/ml afin de reprendre les poussées de terre. Ces raideurs considérées sont forfaitaires.

Des liernes ou bandes noyées sont à prévoir afin de permettre la transmission correcte des poussées de terre aux batteries de butons.

Dans les angles du projet, les butons obliques seront remplacés par des butons d'angles horizontaux.

Les butons obliques seront reliés à des pieux dédiés (dimensionnés en conséquence) ou fondés dans les Argiles à Meulières sur des semelles dimensionnées avec un taux de contrainte ELS de 2 bars.

- **Phasage de calcul**

Un phasage théorique constitué de 4 phases a été réalisé pour les terrassements jusqu'au fond de fouille.

### b) RÉSULTATS DE CALCUL

La paroi composite pourra être une paroi lutétienne conçue selon les caractéristiques suivantes :

| Tête de la paroi | Pied de la paroi | Fond de fouille | Diamètre des pieux | Entraxe des pieux |
|---|---|---|---|---|
| NGF | NGF | NGF | m | m |
| 168,5 | 155,0 | 161,0 | 0,80 | 2,4 |

Dans le contexte hydrogéotechnique du site, la paroi lutétienne est à privilégier par rapport à la paroi berlinoise.

Les valeurs de déplacement sont alors inférieures à 3 cm et nous paraissent compatible avec l'environnement du projet.

Au vu du contexte du projet, la phase définitive, de par l'espacement des planchers, est dimensionnante. Le prédimensionnement pourra être revu en fonction des résultats de l'étude hydrogéologique.

## 5.4. PROTECTION CONTRE LES EAUX

### 5.4.1. GÉNÉRALITÉS

*Quelques rappels*

Dans la pratique, toutes les infrastructures des ouvrages enterrés sont potentiellement exposées à des venues d'eau.

- Soit par à l'action d'une nappe phréatique dont le niveau fluctue dans le temps.
- Soit par d'autres mécanismes : débordement d'un fleuve, eaux d'infiltrations diverses : pluies, réseau enterré…

On appelle cuvelage un revêtement d'imperméabilisation ou un revêtement d'étanchéité appliqué sur la structure interne ou externe de l'ouvrage potentiellement immergé par les mécanismes décrits plus haut et cela afin de le soustraire à la pénétration de l'eau.

**En d'autres termes, le cuvelage est l'addition d'une structure béton dimensionnée en conséquence et un revêtement d'étanchéité ou d'imperméabilisation décrit par le DTU 14.1.** Les règles du Béton Armé définissent la quantité des aciers, leurs diamètres et leurs positions pour la limitation de la fissuration dans le béton (on parle de fissuration préjudiciable ou très préjudiciable).

La quantité d'aciers dépend des pressions hydrauliques dans les ouvrages : le calcul est réalisé sur la base du niveau de l'eau E retenue par le maître d'ouvrage + 50 cm.

L'action de l'eau dépend de son niveau, on distingue selon l'Eurocode 0 et le DTU 14.1 (P11- 221 de novembre 2020) :

- Le niveau des plus basses eaux « **EB** » ou niveau quasi-permanent, correspond au niveau d'être dépassé pendant 50% du temps de référence,
- Le niveau des eaux fréquentes « **EF** », correspond au niveau d'être dépassé pendant 1 % du temps de référence,
- Le niveau des hautes eaux « **EH** », ou niveau caractéristique correspondant à la période de retour de 50 ans,
- Le niveau exceptionnel et conventionnel de l'eau « **EE** », correspondant aux plus hautes eaux prévisibles ou niveau retenu pour l'inondation et qui donne les actions accidentelles.

On classe les ouvrages immergés selon leur type d'étanchéité :

- Ouvrages à **structure relativement étanche** pour lesquels il est admis un léger passage d'eau (moyenne annuelle < 500 cm3/j/m2) à débit contrôlé et éventuellement récupéré. Dans ce cas, c'est le béton par sa compacité et sa résistance qui s'oppose au passage de l'eau. On adjoint alors dans la masse du béton un adjuvant hydrofuge qui diminue la porosité du béton et limite les arrivées d'eau. La qualité du béton, le ferraillage et la reprise des joints sont conformes au DTU 14.1.

- Ouvrages étanchés par un revêtement intérieur **d'imperméabilisation** (cristallisation…) ou **d'étanchéité** (résines spéciales encore peu courantes…). La qualité du béton, le ferraillage et la reprise des joints sont conformes au DTU 14.1. Dans les deux cas, et si le support ne se fissure pas, le revêtement empêche le passage de l'eau liquide mais seule l'étanchéité dispose d'un pare vapeur.

- Ouvrages étanchés par un **revêtement extérieur d'étanchéité** (cuvelage par extrados), à base de produits plastiques, élastiques-plastiques ou élastiques. La qualité du béton, le ferraillage et la reprise des joints sont conformes au DTU 14.1.

Pour des ouvrages non concernés par la nappe et pour un simple usage de stationnement de véhicule, des pénétrations d'eau ne compromettent pas l'utilisation des locaux. Dans ce cas, des géo-composites drainants peuvent être mis en place derrière les voiles contre-terre avec pour exutoire des barbacanes percées en pied de voiles et se déversant par des cunettes internes dont l'exutoire final sera la fosse de relevage des eaux de parking

### 5.4.2. IMPACT DES EAUX SOUTERRAINES SUR LE PROJET

Les investigations réalisées ont mis en évidence la présence d'eau souterraine à environ 3,7m de profondeur.

Il s'agit de circulation d'eau à la faveur de niveaux plus perméables au sein des Argiles à Meulière ou de poches d'eau piégée.

Pour un projet sur un niveau de sous-sol avec des terrassements de l'ordre de 4,0 à 7,5m, la nappe sera recoupée par les terrassements. Les battements de la nappe seront susceptibles d'interférer avec les sous-sols

Dans ces conditions, les principes constructifs à envisager vis-à-vis des eaux souterraines sont les suivants :

| Phase provisoire de chantier | Phase service |
|---|---|
| Système de rabattement de la nappe à prévoir | Cuvelage total des infrastructures |

La mise en œuvre d'une installation de rabattement de la nappe est encadrée par un contexte administratif strict, et nécessitera probablement la rédaction d'un Dossier Loi sur l'Eau. Une étude hydrogéologique spécifique pourra être réalisée afin d'évaluer la faisabilité du rabattement et d'estimer les débits d'exhaure attendus.

### 5.5. TRAITEMENT DU NIVEAU BAS

La nécessité de cuveler le sous-sol du projet conduit à la réalisation d'un plancher porté. Ce plancher servira de support au cuvelage et sera dimensionné à la sous-pression.

Au droit du sous-sol haut, pour se prémunir des phénomènes de retrait/gonflement des terrains argileux attendus en fond de fouille, la réalisation d'un plancher sur vide sanitaire ou sur vide technique sera nécessaire.

## 6. INVESTIGATIONS COMPLÉMENTAIRES A PRÉVOIR

La réalisation d'investigations complémentaires sera nécessaire au stade conception (missions G2), notamment après la démolition des bâtiments existants.

*Nous restons à la disposition du Maître d'Ouvrage pour tous renseignements complémentaires.*

Le Contrôle interne,
*Sébastien ROMIEUX*

Le Responsable de l'étude,
*David COMPAORÉ*

# 7. ANNEXES

## DANS LE CORPS DU RAPPORT - NUMÉROTÉES

☑ - MISSIONS

☑ - RELEVÉS DES REMONTÉES DE CUTTINGS

☑ - RELEVÉS DE CAROTTAGE

☑ - PÉNÉTROGRAMMES

## PIÈCES JOINTES – NON NUMÉROTÉES

☑ - LOGS PRESSIOMÉTRIQUES ET DIAGRAPHIES

☑ - ESSAIS EN LABORATOIRE

☑ - LIMITE D'EXPLOITATION DU RAPPORT

# MISSIONS

L'enchaînement de chacune de ces 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 pertinentes issues d'investigations géotechniques appropriées.

## ÉTAPE 1 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE PRÉALABLE (G1)

Cette mission, comprenant deux phases, 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.

*Phase Étude de Site (ES)*

Elle est réalisée en amont d'une étude préliminaire ou d'esquisse ou d'APS et permet 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 ou d'esquisse ou d'APS et permet de réduire les conséquences sur les futurs ouvrages des risques géotechniques majeurs identifiés en cas de survenance. Elle s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques pertinentes.

- 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 une synthèse des données géotechniques à ce stade d'étude (première approche de la ZIG, horizons porteurs potentiels, modes de fondations possibles, contraintes pour les terrassements et la création d'ouvrages enterrés, améliorations de sols possibles) ainsi que certains principes généraux de construction envisageables.

## ÉTAPE 2 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2)

Cette mission, comprenant trois phases, permet l'élaboration du projet des ouvrages géotechniques et réduit les conséquences des risques géotechniques importants identifiés en cas de survenance. 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.

*Phase Avant-projet (AVP)*

Elle est réalisée au stade de l'avant-projet global. Elle s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques pertinentes.

- 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 global. Elle s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques pertinentes et 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 comprenant la 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), certaines notes de calcul de dimensionnement, une approche des quantités et des valeurs seuils.

*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 le client pour la sélection des entreprises, analyser les offres techniques, participer à la finalisation des pièces techniques des contrats de travaux.

## ÉTAPE 3 : ÉTUDES GÉOTECHNIQUES DE RÉALISATION (G3 et G4, distinctes et simultanées)

### ÉTUDE ET SUIVI GÉOTECHNIQUES D'EXÉCUTION (G3)

Se déroulant en deux phases interactives et indissociables, 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.

*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 du dossier d'interventions ultérieures sur l'ouvrage (DIUO).

### SUPERVISION GÉOTECHNIQUE D'EXÉCUTION (G4)

Se déroulant en deux phases indissociables, 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.

*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 dossier des ouvrages exécutés (DOE) et du dossier d'interventions ultérieures sur l'ouvrage (DIUO).

## DIAGNOSTIC GÉOTECHNIQUE (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).

# INTERPRÉTATION DES REMONTÉES DE CUTTINGS

Les coupes des sondages destructifs données ci-après sont fournies à titre indicatif. Compte tenu de la méthode de relevé *(observation des remontées de cuttings)*, ces coupes sont imprécises et ne pourront nous être opposables dans le cadre d'un marché forfaitaire de fondations, même si les quantités estimées par l'entreprise venaient à être différentes de celles réellement mises en place.

Seul un criblage par carottage ou puits à la pelle, réalisé dans le cadre des missions G2/G3/G4, permettrait d'engager notre responsabilité sur les quantités et coût relatifs aux fondations.

- Sondage SP1

| Profondeur (m) | Nature du terrain |
|---|---|
| 0-0,40 | Sable + graviers limoneux |
| 0,40-2,60 | Limon argileux |
| 2,60-4,20 | Argile + meulière |
| 4,20-6,00 | Bloc de meulière |
| 6,00-8,00 | Sable orangé + bloc |
| 8,00-9,40 | Sable orangé, marron, jaunâtre |
| 9,40-12,00 | Sable orangé à jaunâtre |
| 12,00-16,00 | Sable jaunâtre |

- Sondage SP2

| Profondeur (m) | Nature du terrain |
|---|---|
| 0-0,18 | Dalle béton |
| 0,18-0,40 | Sable + graviers |
| 0,40-0,80 | Argile sableuse |
| 0,80-1,50 | Argile marron + meulière |
| 1,50-3,00 | Argile marron, jaunâtre |
| 3,00-8,50 | Argile marron, jaunâtre + meulière |
| 8,50-9,20 | Sable légèrement argileux |
| 9,20-9,80 | Sable orangé |
| 9,80-11,00 | Sable marron orangé |
| 11,00-16,00 | Sable jaunâtre |

- Sondage SP3

| Profondeur (m) | Nature du terrain |
|---|---|
| 0-0,18 | Dalle béton |
| 0,18-0,50 | Sable jaunâtre + graviers |
| 0,50-2,70 | Argile sableuse marron, jaunâtre |
| 2,70-6,70 | Argile + meulière |
| 6,70-9,70 | Argile sableuse marron orangé |
| 9,70-15,00 | Sable orangé jaunâtre |

- Sondage SP4

| Profondeur (m) | Nature du terrain |
|---|---|
| 0-0,18 | Béton |
| 0,18-3,00 | Argile marron, jaunâtre |
| 3,00-8,70 | Argile marron, jaunâtre + meulière |
| 8,70-32,50 | Sable orangé |

- Sondage SP5

| Profondeur (m) | Nature du terrain |
|---|---|
| 0-2,00 | Limon argileux marron |
| 2,00-5,40 | Mauvaise remontée |
| 5,40-12,00 | Argile marron, jaunâtre + meulière |
| 12,00-13,50 | Sable orangé à jaunâtre |
| 13,50-14,60 | Sable argileux marron |
| 14,60-16,00 | Sable marron orangé |
| 16,00-17,50 | Sable argileux marron |
| 17,50-19,50 | Sable orangé à jaunâtre |
| 19,50-23,00 | Sable marron à marron orangé |
| 23,00-24,40 | Sable marron à teinte verdâtre |
| 24,40-25,50 | Sable marron à jaunâtre |
| 25,50-31,00 | Sable jaunâtre, orangé |

- Sondage SP6

| Profondeur (m) | Nature du terrain |
|---|---|
| 0-1,10 | Limon argileux marron |
| 1,10-7,50 | Mauvaise remontée |
| 7,50-8,50 | Argile marron, jaunâtre |
| 8,50-12,50 | Argile marron, jaunâtre + meulière |
| 12,50-13,50 | Sable argileux orangé |
| 13,50-14,20 | Argile sableuse marron orangé |
| 14,20-15,00 | Sable jaunâtre |

# RELEVÉS DES CAROTTAGES

Seul un criblage par carottage ou puits à la pelle, réalisé dans le cadre des missions G2/G3/G4, permettrait d'engager notre responsabilité sur les quantités et coût relatifs aux fondations.

- Sondage SC1

| Profondeur (m) | Nature du terrain | Lithologie |
|---|---|---|
| 0-0,02 | Enrobé | Remblais |
| 0,02-0,48 | Cailloux divers dans une matrice sablo-ciment grisâtre, noirâtre | |
| 0,48-0,62 | Sable très fin marron | |
| 0,60-0,77 | Argile légèrement sableuse brune | |
| 0,77-0,92 | Argile brune | |
| 0,92-1,00 | Argile marron, brune à cailloux et bloc de meulière | |
| 1,00-1,21 | Argile sableuse marron à cailloux et cailloutis divers | Argile à Meulière |
| 1,21-1,80 | Argile marron-clair à grains et quelques graves de meulière | |
| 1,80-1,85 | Bloc de meulière | |
| 1,85-2,00 | Argile marron-clair à grains et quelques graves de meulière | |
| 2,00-2,21 | Argile sableuse marron orangé à grains de meulière | |
| 2,21-2,30 | Bloc de meulière (altéré en base) | |
| 2,30-2,38 | Argile sableuse marron orangé à cailloux et grains de meulière | |
| 2,38-2,46 | Bloc de meulière | |
| 2,46-3,00 | Argile et argile légèrement sableuse à quelques cailloutis et cailloux | |
| 3,00-3,14 | Bloc de meulière | |
| 3,14-3,21 | Argile marron clair à grains de meulière | |
| 3,21-3,26 | Bloc de meulière | |
| 3,21-3,50 | Argile marron clair à grains de meulière | |
| 3,50-4,50 | Argile brune, marron à cailloux et blocs de meulière | |
| 4,50-4,54 | Bloc de meulière | |
| 4,54-4,88 | Argile marron jaune à cailloux et blocs de meulière pluricentimétriques | |
| 4,88-4,94 | Bloc de meulière | |
| 4,94-5,01 | Argile légèrement sableuse marron jaune à débris de meulière | |
| 5,01-5,46 | Argile marron à grains de meulière | |
| 5,46-5,50 | Argile marron à cailloux et grains de meulière | |
| 5,50-5,56 | Graves siliceuses | |
| 5,56-6,00 | Argile beige très foncé, marron à patine brune et à graves de silex et meulière | |
| 600-6,50 | Argile marron orangé à cailloux et graves de silex et meulière | |

| | | |
|---|---|---|
| 6,50-6,71 | Argile marron orangé à rares cailloux | |
| 6,71-6,79 | Sable marron orangé à cailloux divers | Sables de Fontainebleau |
| 6,79-6,94 | Sable fin argileux marron | |
| 6,94-7,20 | Sable fin argileux marron à passées grisâtre et quelques cailloux | |
| 7,20-7,44 | Argile et argile sableuse marron à passées grisâtres et rougeâtres | |
| 7,44-7,55 | Sable fin marron ocre | |
| 7,55-7,84 | Sable fin marron ocre à cailloux et graves siliceuses | |
| 7,84-7,99 | Sable fin rouge ocre | |
| 7,99-8,14 | Sable fin jaune ocre légèrement argileux | |
| 8,14-8,28 | Sable fin rouge ocre à patine brune | |
| 8,28-8,50 | Sable et sable argileux marron ocre à cailloux et graves siliceux | |

- Sondage SC2

| Profondeur (m) | Nature du terrain | Lithologie |
|---|---|---|
| 0-0,04 | Enrobé | Remblais |
| 0,04-0,12 | Graviers dans une matrice brune très foncé | |
| 0,12-0,29 | Graviers dans une matrice marron, beige | |
| 0,29-0,44 | Argile marron à quelques cailloux siliceux | |
| 0,44-0,51 | Argile légèrement sableuse à cailloutis et quelques cailloux | |
| 0,51-1,00 | Argile sableuse marron clair à cailloutis et graves de meulière | |
| 1,00-1,07 | Blocs de Meulière | |
| 1,07-1,51 | Argile légèrement sableuse marron clair à grains de meulière | |
| 1,51-1,55 | Bloc de meulière | |
| 1,55-2,00 | Argile brune, marron clair à grains et blocs de meulière | |
| 2,00-2,35 | Argile sableuse marron clair à cailloutis et graves de meulière et à patine beige très foncé | |
| 2,35-2,44 | Bloc de meulière | |
| 2,44-2,51 | Argile sableuse marron clair à cailloutis et graves de meulière et à patine beigeâtre | |
| 2,51-2,58 | Sable marneux beige jaune à cailloux divers et bloc de meulière | |
| 2,58-2,78 | Bloc de meulière | |
| 2,78-3,00 | Argile et argile légèrement sableuse marron à cailloutis et quelques graves de meulière | Argile à Meulière *remaniée ?* |
| 3,00-3,15 | Argile légèrement sableuse à grains de meulière | |
| 3,21-3,23 | Bloc de meulière | |
| 3,23-3,42 | Argile marron à grains de meulière | |
| 3,42-3,50 | Bloc de meulière | |
| 3,50-3,70 | Argile marron à cailloutis | |

| | | |
|---|---|---|
| 3,70-3,86 | Argile marron à cailloutis et cailloux divers | |
| 3,86-4,00 | Argile et argile sableuse marron à cailloutis meulière | |
| 4,00-4,25 | Argile marron clair, brune à blocs de meulière, parfois altéré et à patine brun-verdâtre | Argile à Meulière |
| 4,25-4,30 | Bloc de meulière | |
| 4,30-4,74 | Argile marron jaune à grains de meulière et blocs de meulière altéré | |
| 4,74-4,79 | Bloc de meulière | |
| 4,79-4,81 | Argile brune à grains de meulière et bloc de meulière altéré | |
| 4,81-4,95 | Argile marron jaune à grains et blocs de meulière | |
| 4,95-5,00 | Bloc de meulière | |
| 5,00-5,30 | Bloc de meulière (traversé au tricône) | |
| 5,30-5,65 | Sable argileux marron, brun à quelques cailloux | |
| 5,65-5,71 | Bloc de meulière | |
| 5,71-6,30 | Argile sableuse marron clair à grains et blocs de meulière | |
| 6,30-6,43 | Argile marron à blocs de meulière altérés | |
| 6,43-6,51 | Bloc de meulière | |
| 6,51-6,60 | Bloc de meulière altéré | |
| 6,60-6,71 | Argile marron à bloc de meulière | |
| 6,71-7,38 | Argile sableuse marron, marron orangé à cailloux et blocs de meulière pluricentimétrique | |
| 7,38-7,92 | Argile brune, légèrement sableuse, à passées grisâtre et blocs de silex et meulière | |
| 7,92-8,04 | Bloc de meulière | |
| 8,04-8,56 | Argile légèrement sableuse marron jaune, à passées grisâtres et blocs de calcaire silicifiés | Sables de Fontainebleau |
| 8,56-8,63 | Argile grisâtre à liserets marron et cailloux siliceux | |
| 8,63-9,12 | Argile sableuse marron jaune à grains et blocs de silex | |
| 9,12-9,30 | Argile sableuse marron orangé à cailloux et blocs de silex | |
| 9,30-9,37 | Bloc de grès | |
| 9,37-9,50 | Argile sableuse marron à grains et quelques cailloux divers | |
| 9,50-10,04 | Sable moyen beige foncé | |
| 10,04-10,19 | Sable légèrement argileux beige foncé à bloc de grés | |
| 10,19-10,30 | Sable grisâtre à quelques blocs de grés et à patine brune | |
| 10,30-10,35 | Sable légèrement argileux marron clair à rares cailloux | |
| 10,35-10,41 | Bloc de grès | |
| 10,41-10,50 | Sable légèrement argileux marron clair à rares cailloux | |

## Reportage photographique des sondages carottés

SC1 de 0-1,0m et de 3,5-5,5m




SC1 de 1,0-2,0m




SC1 de 2,0-3,5m



SC1 de 5,5m-8,5m




SC2 de 0-1,0m / 2,0-3,0m et 4,0-5,0m




SC2 de 1,0-2,0m




SC2 de 3,0-4,0m




SC2 de 5,3-6,3m




SC2 de 6,3-9,3m




SC2 de 9,3-10,5m



# ESSAIS DE PÉNÉTRATION DYNAMIQUE TYPE B

- Caractéristiques de battage

| | |
|---|---|
| **Poids du mouton** (kg) | 30,0 (PAGANI) |
| **Hauteur de chute** (cm) | 20,0 |
| **Section de la pointe** ($cm^2$) | 10,0 |
| **Poids d'une tige - 1m** (kg) | 3,0 |
| **Poids mort permanent** (kg) | 1,0 |

La formule des Hollandais a été appliquée pour la détermination des résistances dynamiques brutes.

**Essai :** PD1

Type d'ouvrage : Non défini
Réalisé le : 21/02/2025 à 09h52
GPS : 48.7732133333 , 2.2448133333
Altitude : 177.0 m

Profondeur visée : 0.000 m
Profondeur atteinte : 5.001 m
Préforage : 0.000 m
Nombre de coups : 161

**Aucune zone homogène définie**

**Caractéristiques pénétromètre :**

Matériel : GEOTOOL/MAPESOL
N° Serie : GTR790 2008/49
Sys. d'acquisition : MSBOXV2
Vérifié le : 26/11/2024
Type d'énergie : CONSTANTE
Norme : Non définie
Masse du mouton : 64.000kg
Hauteur de chute : 750mm
Section de pointe : 20.00cm²



**Essai :** PD2

Type d'ouvrage : Non défini
Réalisé le : 21/02/2025 à 10h16
GPS : 48.7733583333 , 2.2447933333
Altitude : 183.9 m

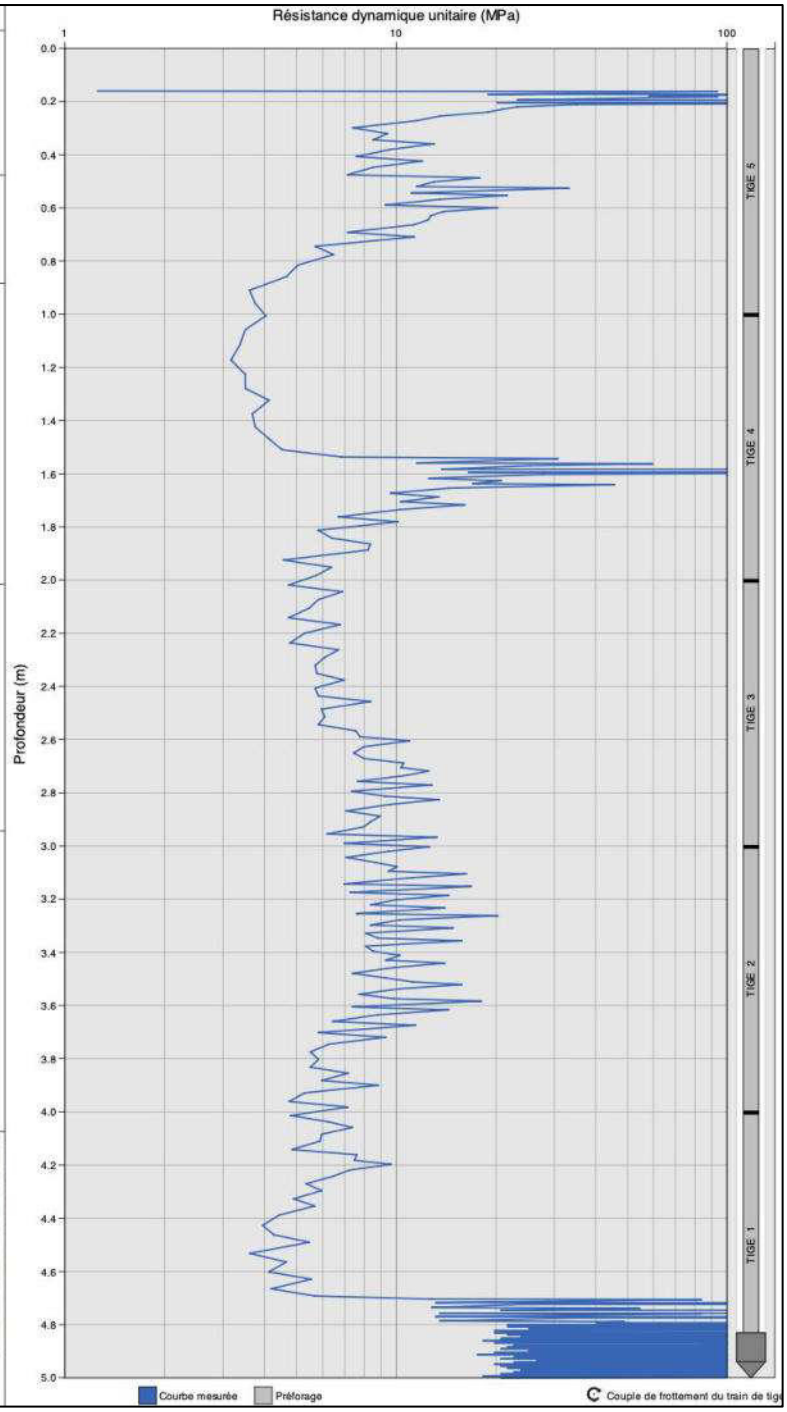
Profondeur visée : 0.000 m
Profondeur atteinte : 5.001 m
Préforage : 0.000 m
Nombre de coups : 306

**Aucune zone homogène définie**

**Caractéristiques pénétromètre :**

Matériel : GEOTOOL/MAPESOL
N° Serie : GTR790 2008/49
Sys. d'acquisition : MSBOXV2
Vérifié le : 26/11/2024
Type d'énergie : CONSTANTE
Norme : Non définie
Masse du mouton : 64.000kg
Hauteur de chute : 750mm
Section de pointe : 20.00cm²





**Essai :** PD3

Type d'ouvrage : Non défini
Réalisé le : 21/02/2025 à 12h20
GPS : 48.7735216667 , 2.2436116667
Altitude : 162.5 m

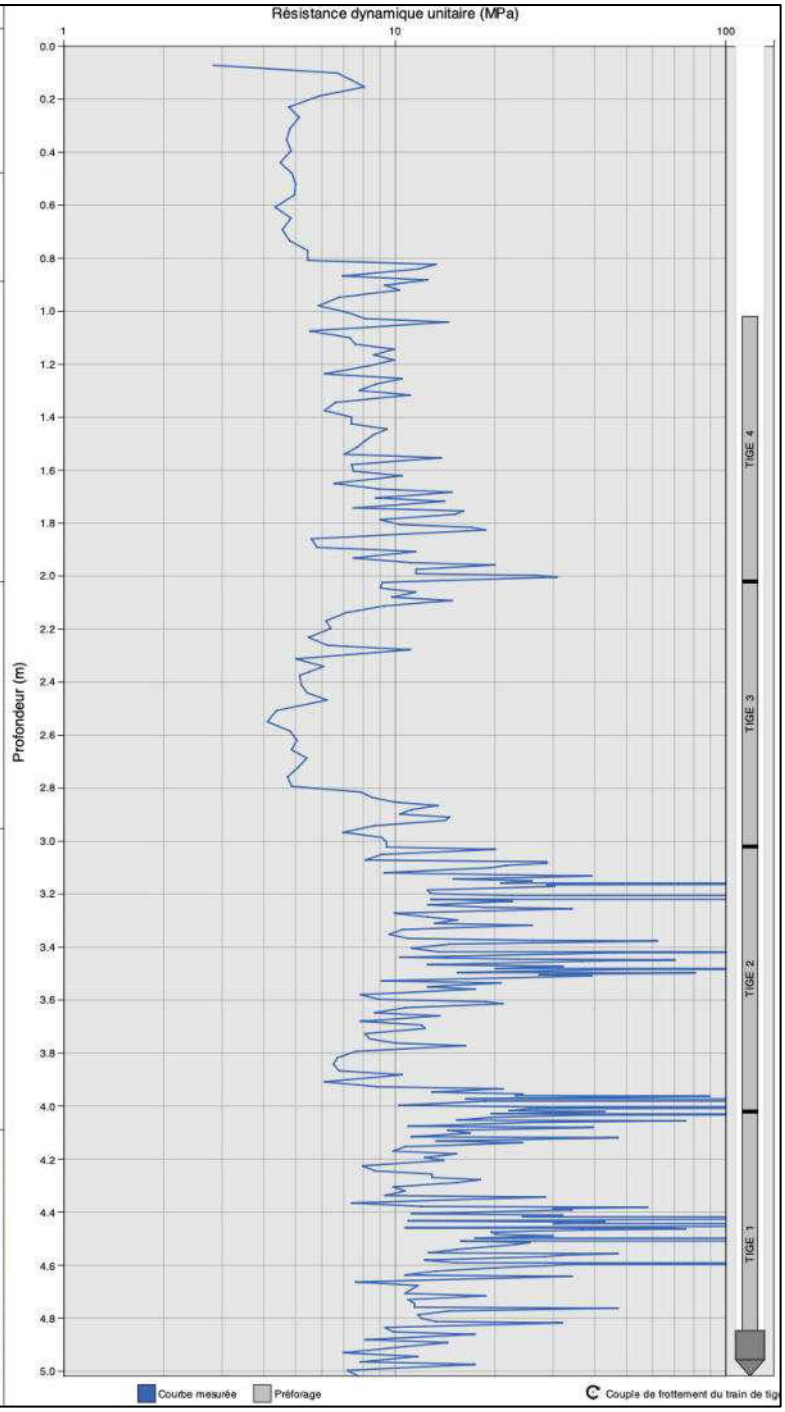
Profondeur visée : 0.000 m
Profondeur atteinte : 5.018 m
Préforage : 0.000 m
Nombre de coups : 306

**Aucune zone homogène définie**

**Caractéristiques pénétromètre :**

Matériel : GEOTOOL/MAPESOL
N° Serie : GTR790 2008/49
Sys. d'acquisition : MSBOXV2
Vérifié le : 26/11/2024
Type d'énergie : CONSTANTE
Norme : Non définie
Masse du mouton : 64.000kg
Hauteur de chute : 750mm
Section de pointe : 20.00cm²





**Essai :** PD4

Type d'ouvrage : Non défini
Réalisé le : 21/02/2025 à 11h52
GPS : 48.7735216667 , 2.2436116667
Altitude : 162.5 m

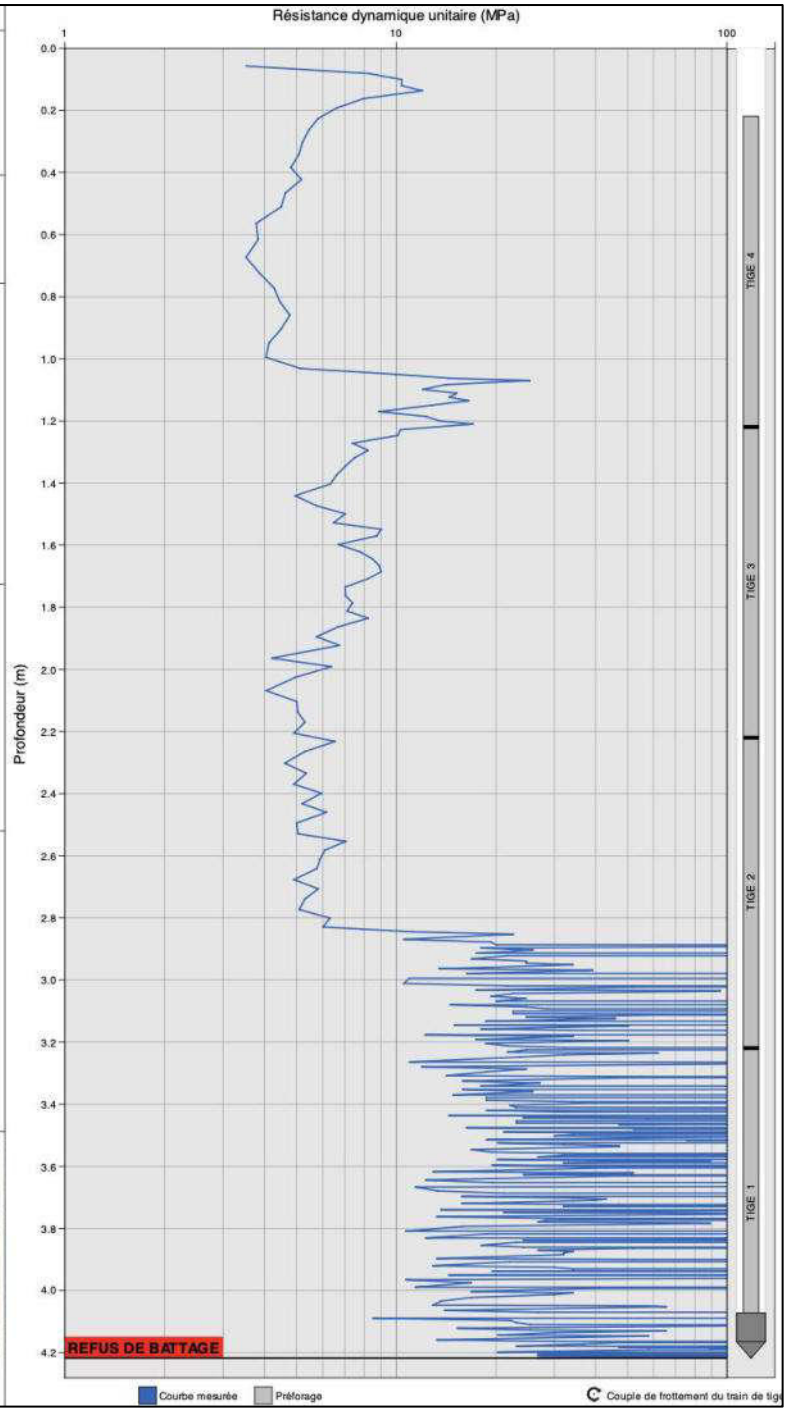
Profondeur visée : 0.000 m
Profondeur atteinte : 4.218 m
Préforage : 0.000 m
Nombre de coups : 353

**Aucune zone homogène définie**

**Caractéristiques pénétromètre :**

Matériel : GEOTOOL/MAPESOL
N° Serie : GTR790 2008/49
Sys. d'acquisition : MSBOXV2
Vérifié le : 26/11/2024
Type d'énergie : CONSTANTE
Norme : Non définie
Masse du mouton : 64.000kg
Hauteur de chute : 750mm
Section de pointe : 20.00cm²





**Essai :** PD5

Type d'ouvrage : Non défini
Réalisé le : 21/02/2025 à 11h20
GPS : 48.7735216667 , 2.2436116667
Altitude : 162.5 m

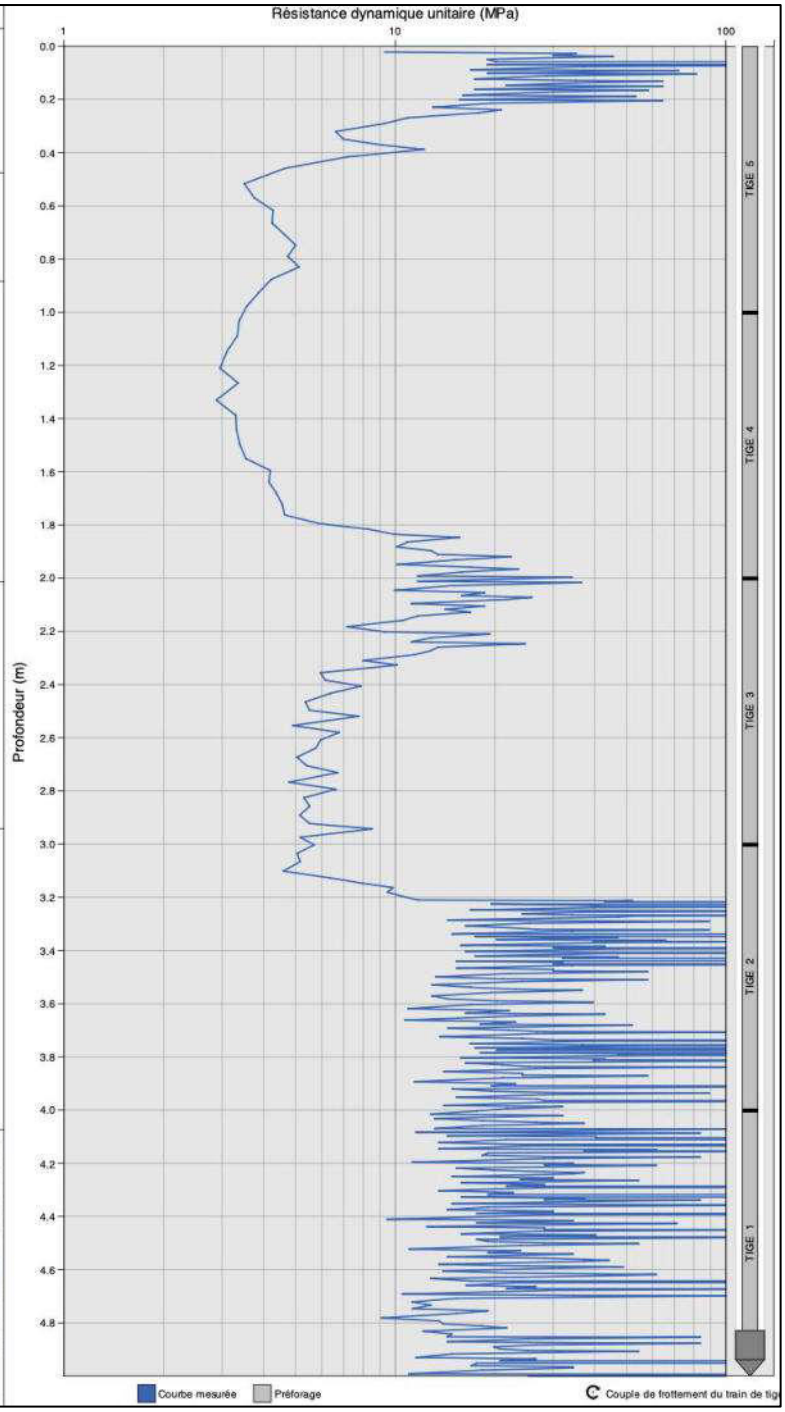
Profondeur visée : 0.000 m
Profondeur atteinte : 5.000 m
Préforage : 0.000 m
Nombre de coups : 427

**Aucune zone homogène définie**

**Caractéristiques pénétromètre :**

Matériel : GEOTOOL/MAPESOL
N° Serie : GTR790 2008/49
Sys. d'acquisition : MSBOXV2
Vérifié le : 26/11/2024
Type d'énergie : CONSTANTE
Norme : Non définie
Masse du mouton : 64.000kg
Hauteur de chute : 750mm
Section de pointe : 20.00cm²



**Essai :** PD6

Type d'ouvrage : Non défini
Réalisé le : 21/02/2025 à 10h51
GPS : 48.7735150000 , 2.2436033333
Altitude : 161.8 m

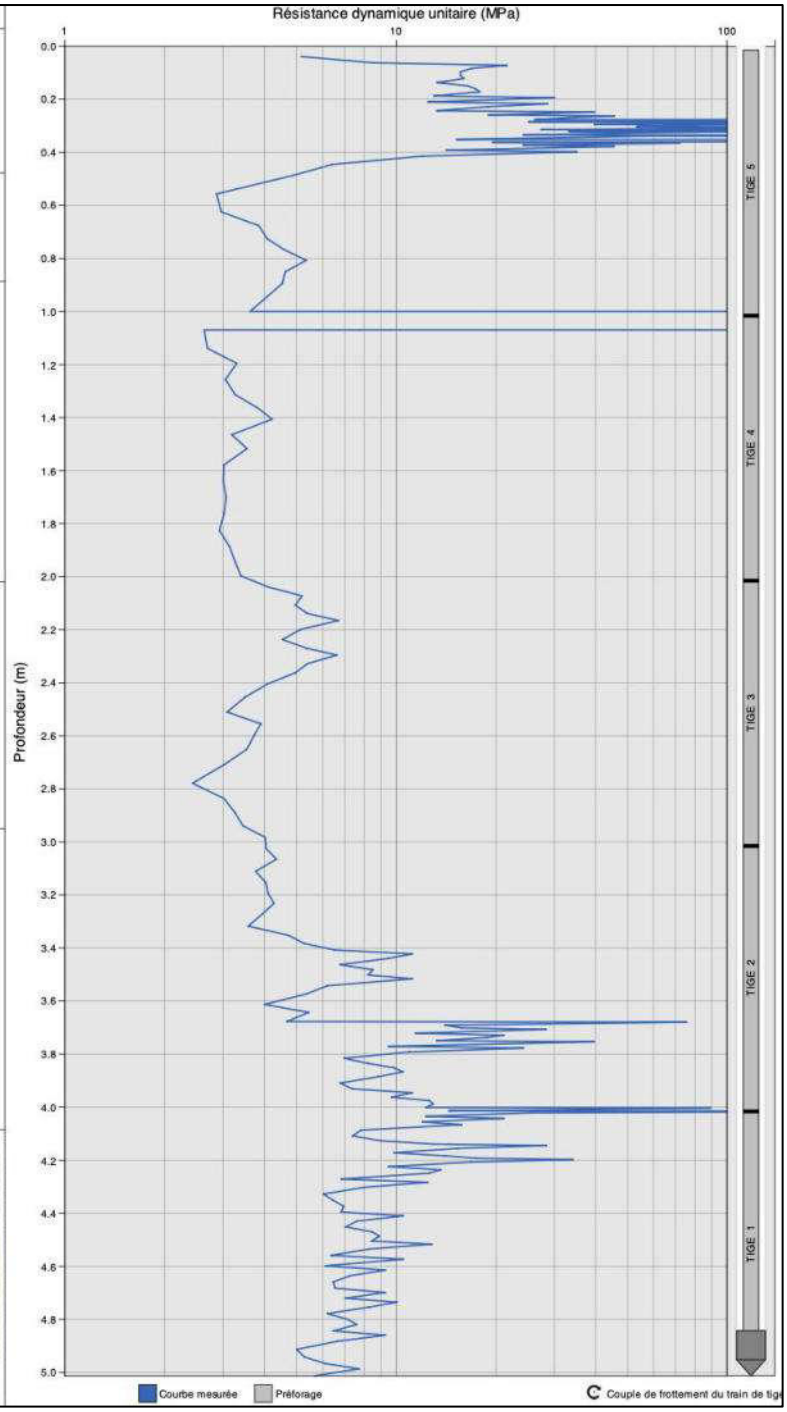
Profondeur visée : 0.000 m
Profondeur atteinte : 5.013 m
Préforage : 0.000 m
Nombre de coups : 210

**Aucune zone homogène définie**

**Caractéristiques pénétromètre :**

Matériel : GEOTOOL/MAPESOL
N° Serie : GTR790 2008/49
Sys. d'acquisition : MSBOXV2
Vérifié le : 26/11/2024
Type d'énergie : CONSTANTE
Norme : Non définie
Masse du mouton : 64.000kg
Hauteur de chute : 750mm
Section de pointe : 20.00cm²





# 8. ANNEXES NON NUMÉROTÉES

SOL CONSEIL
GROUPE VERTICAL SEA

# Dossier : 128850 LE PLESSIS ROBINSON

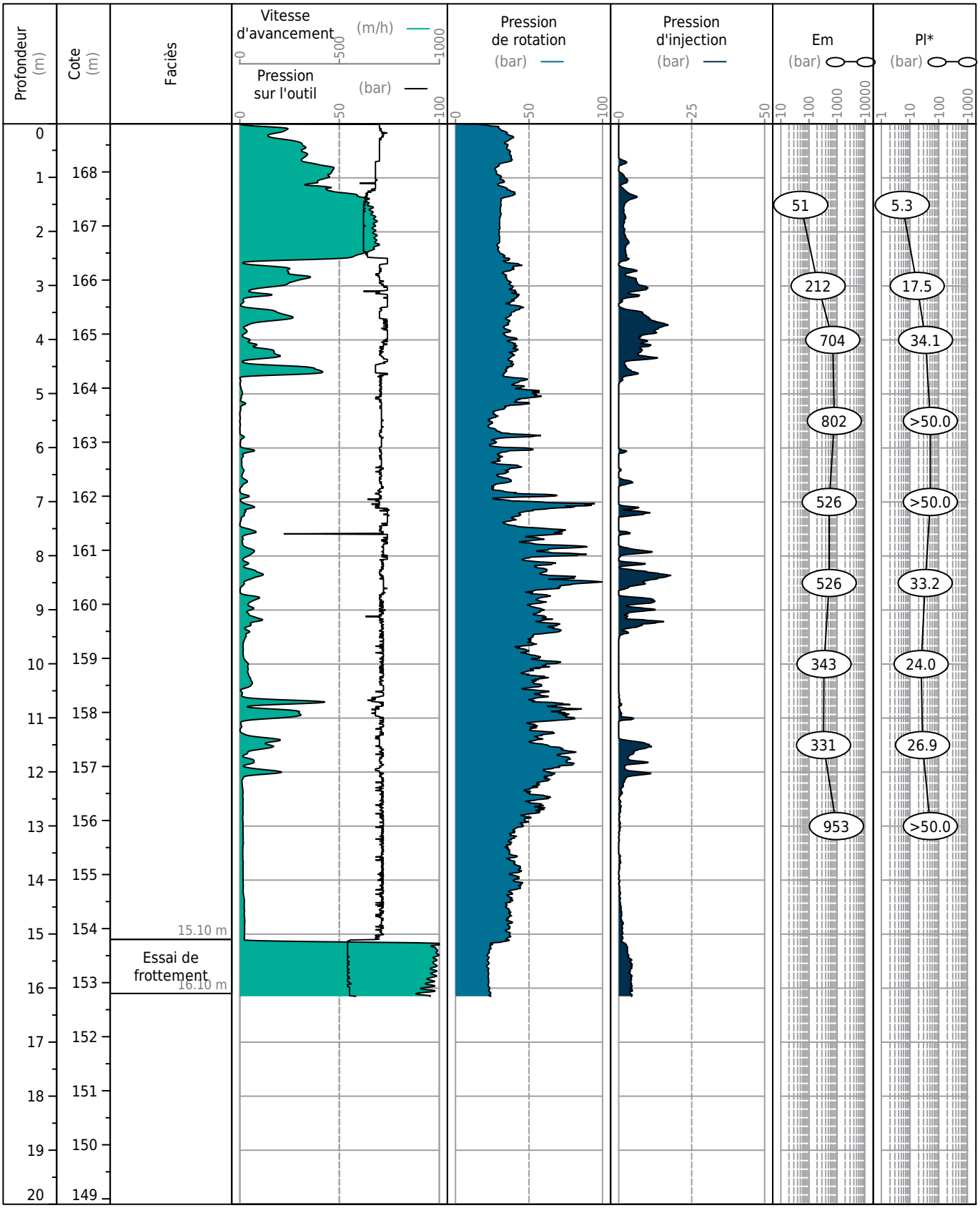
Echelle 1/100

Date : 29/01/2025

Profondeur : 16.15 m

Z : 168.90 m

## SONDAGE SP1




Obs. :

SOL CONSEIL
GROUPE VERTICAL SEA

# Dossier : 128850 LE PLESSIS ROBINSON

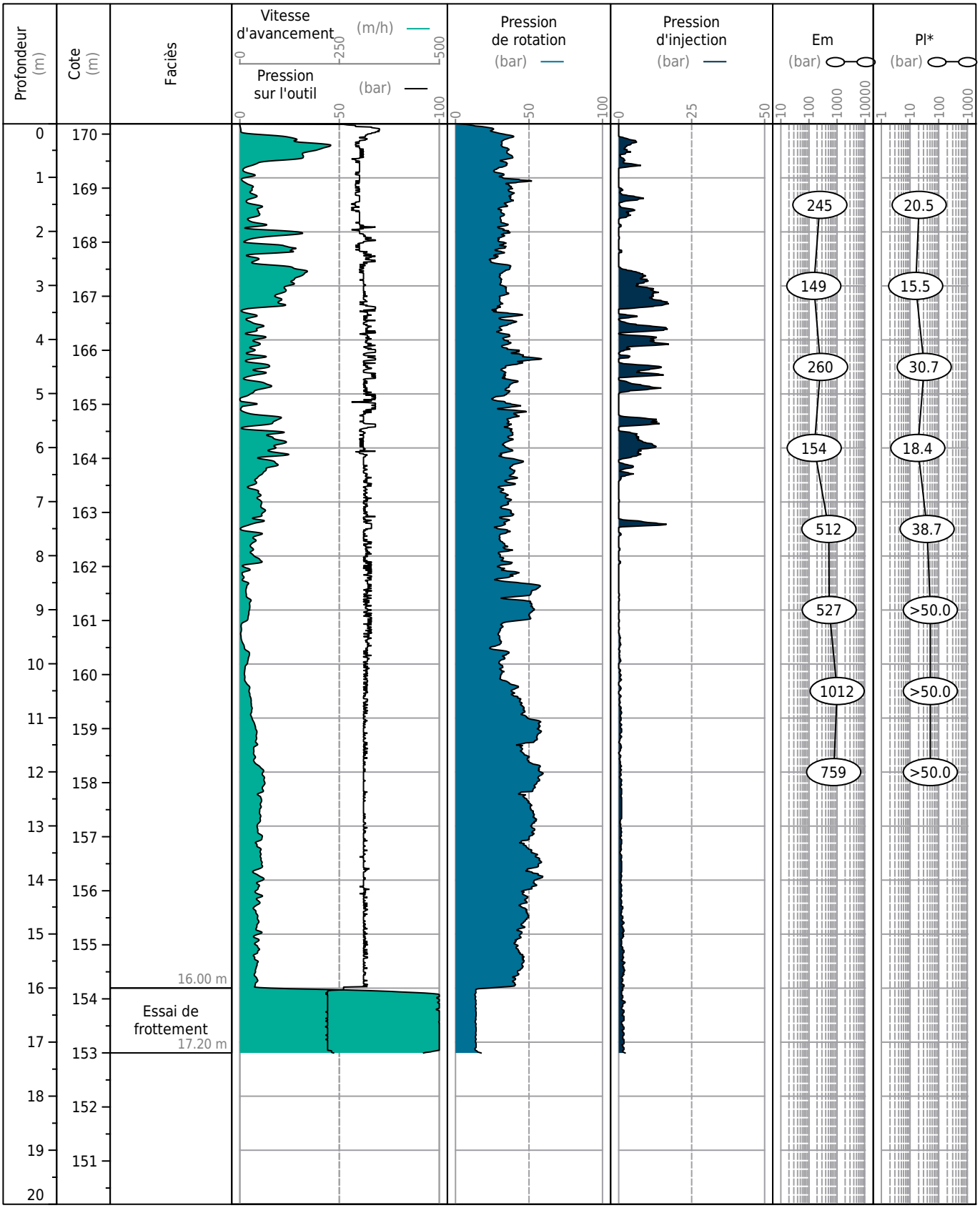
Echelle 1/100

Date : 19/02/2025

Profondeur : 17.20 m

Z : 170.20 m

## SONDAGE SP2




Obs. :

SOL CONSEIL
GROUPE VERTICAL SEA

# Dossier : 128850 LE PLESSIS ROBINSON

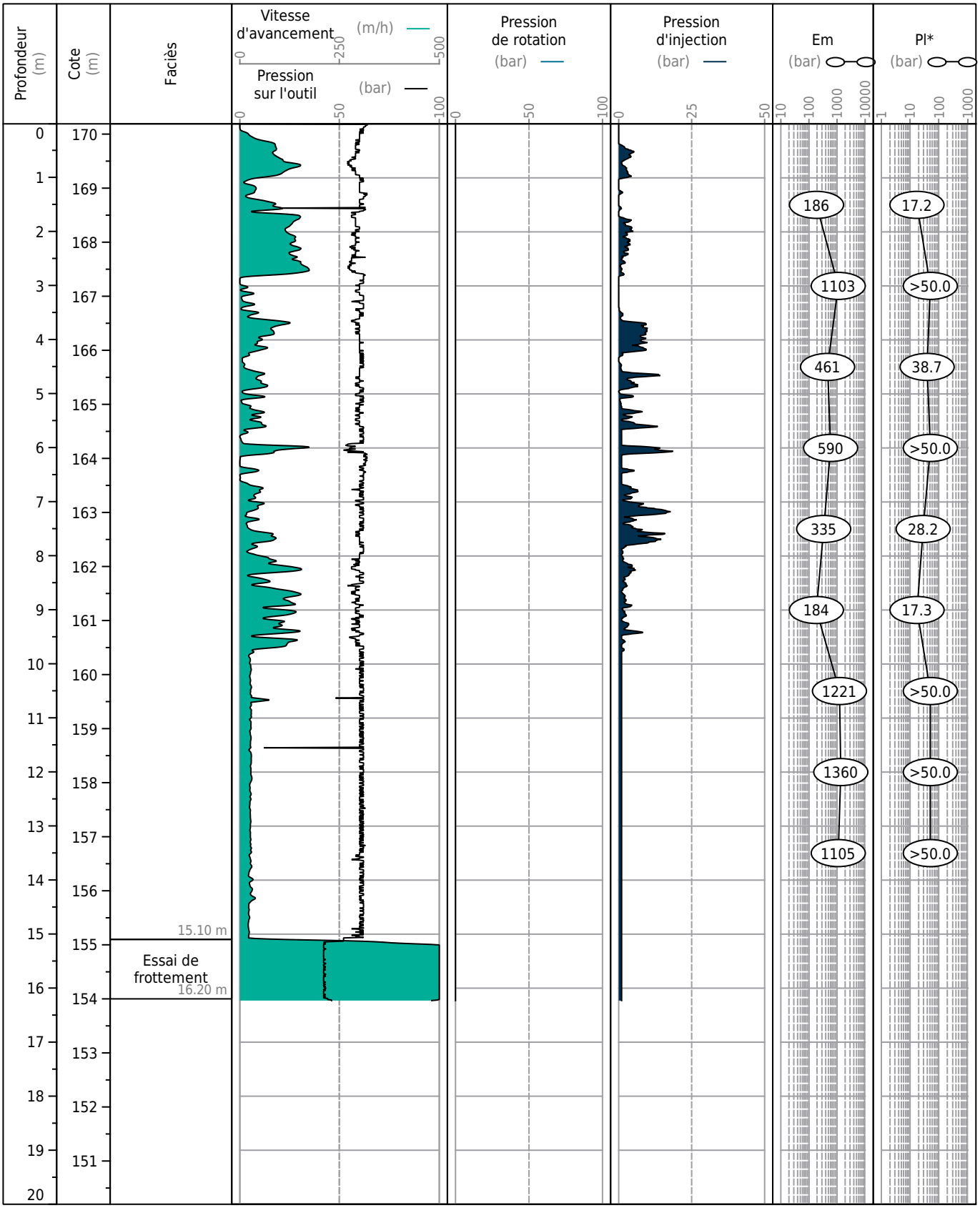
Echelle 1/100

Date : 21/02/2025

Profondeur : 16.23 m

Z : 170.20 m

## SONDAGE SP3




Obs. :

SOL CONSEIL
GROUPE VERTICAL SEA

# Dossier : 128850 LE PLESSIS ROBINSON

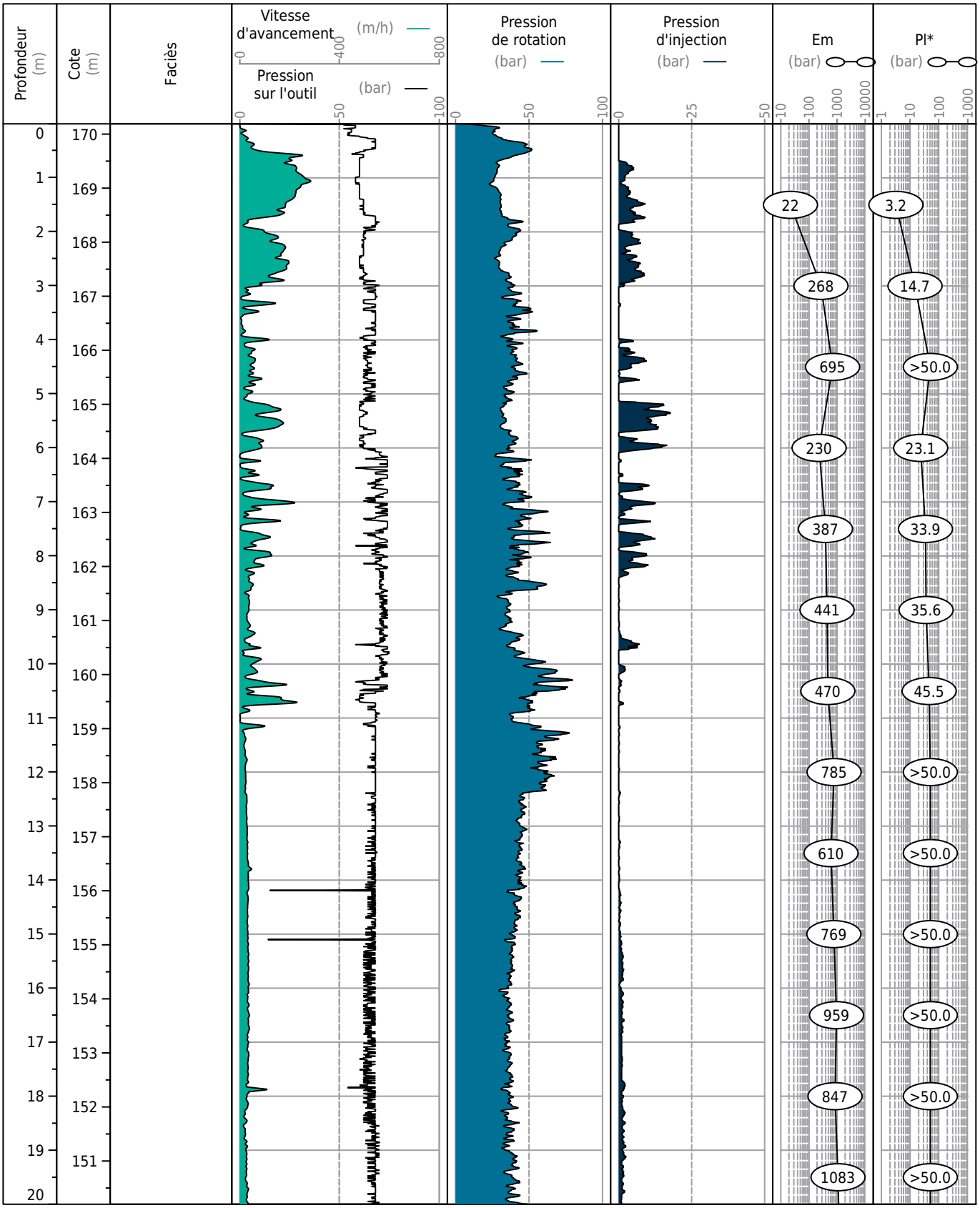
Echelle 1/100

Date : 07/02/2025

## SONDAGE SP4

Profondeur : 33.64 m

Z : 170.20 m




Obs. :

SOL CONSEIL
GROUPE VERTICAL SEA

# Dossier : 128850 LE PLESSIS ROBINSON

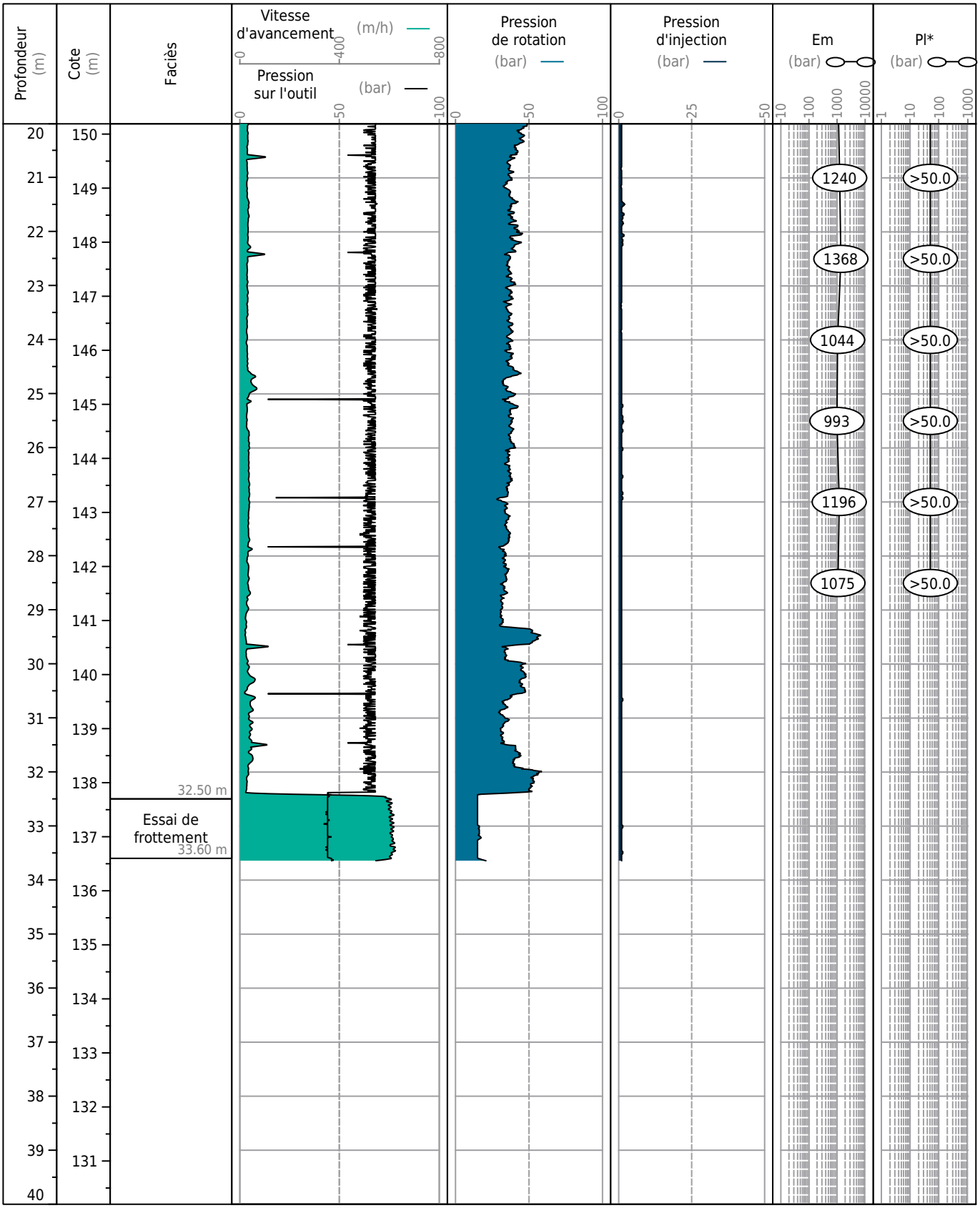
Echelle 1/100

Date : 07/02/2025

## SONDAGE SP4

Profondeur : 33.64 m

Z : 170.20 m




Obs. :

SOL CONSEIL
GROUPE VERTICAL SEA

# Dossier : 128850 LE PLESSIS ROBINSON

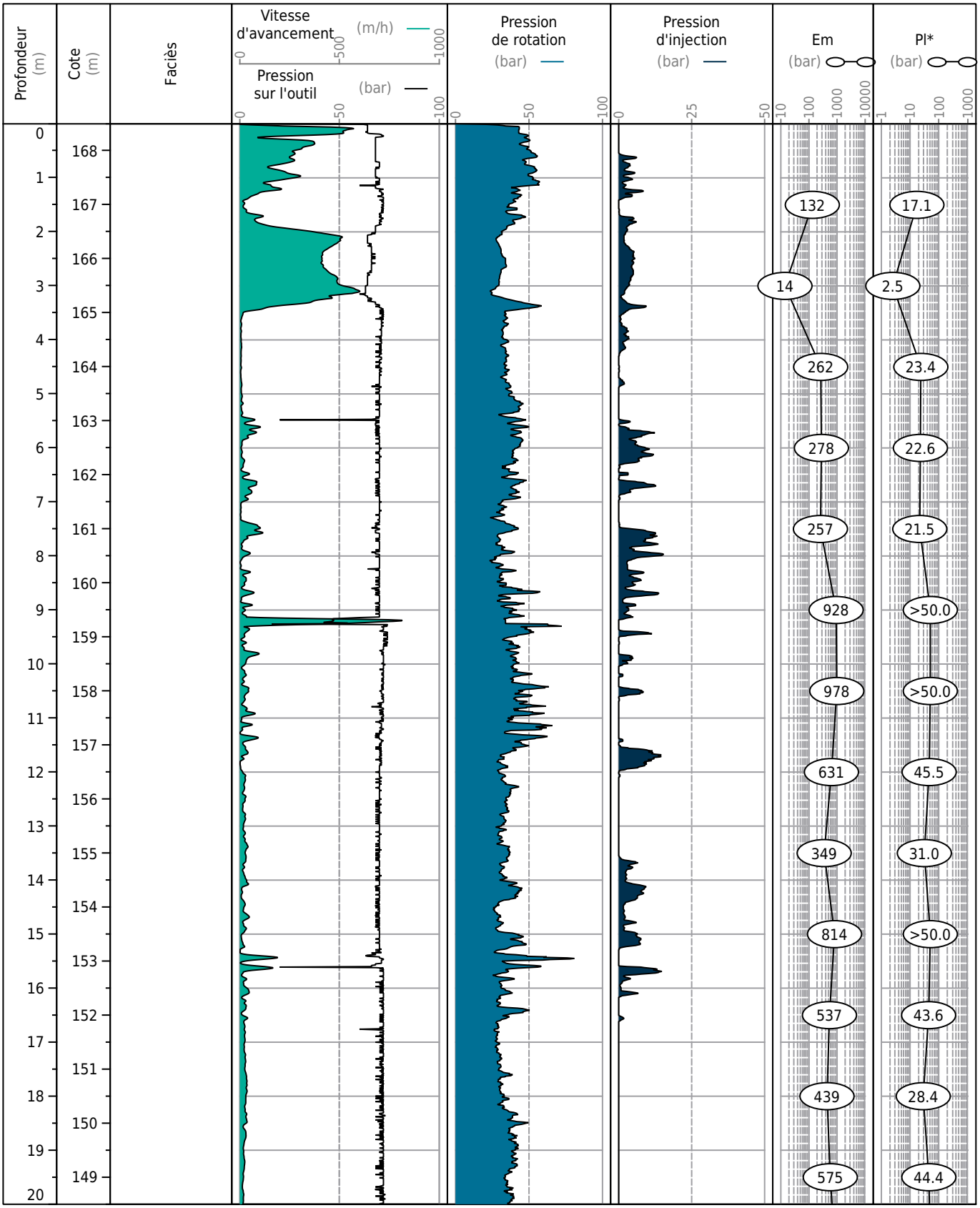
Echelle 1/100

Date : 04/02/2025

Profondeur : 31.50 m

Z : 168.50 m

## SONDAGE SP5




Obs. :

SOL CONSEIL
GROUPE VERTICAL SEA

# Dossier : 128850 LE PLESSIS ROBINSON

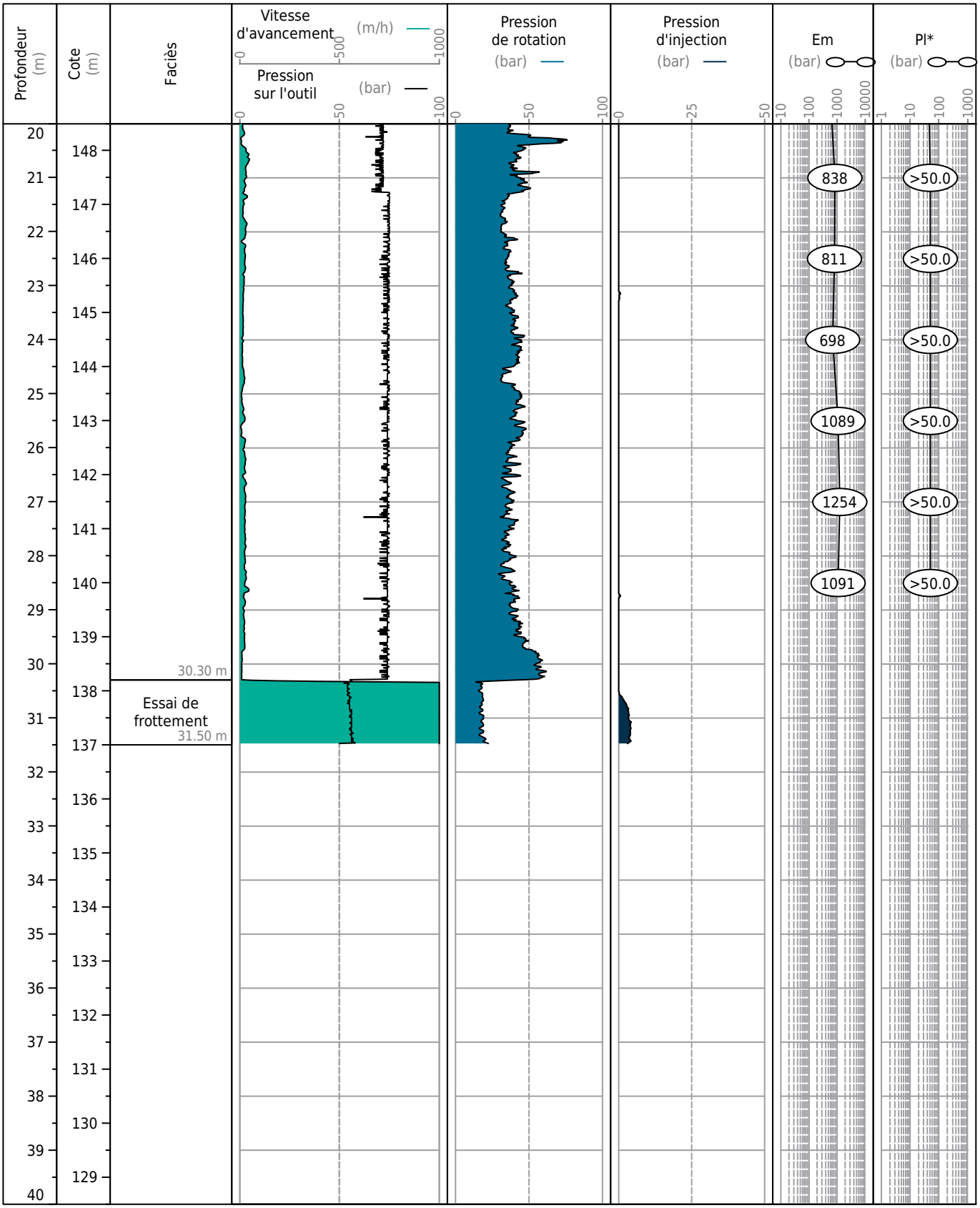
Echelle 1/100

Date : 04/02/2025

Profondeur : 31.50 m

Z : 168.50 m

## SONDAGE SP5




Obs. :

SOL CONSEIL
GROUPE VERTICAL SEA

# Dossier : 128850 LE PLESSIS ROBINSON

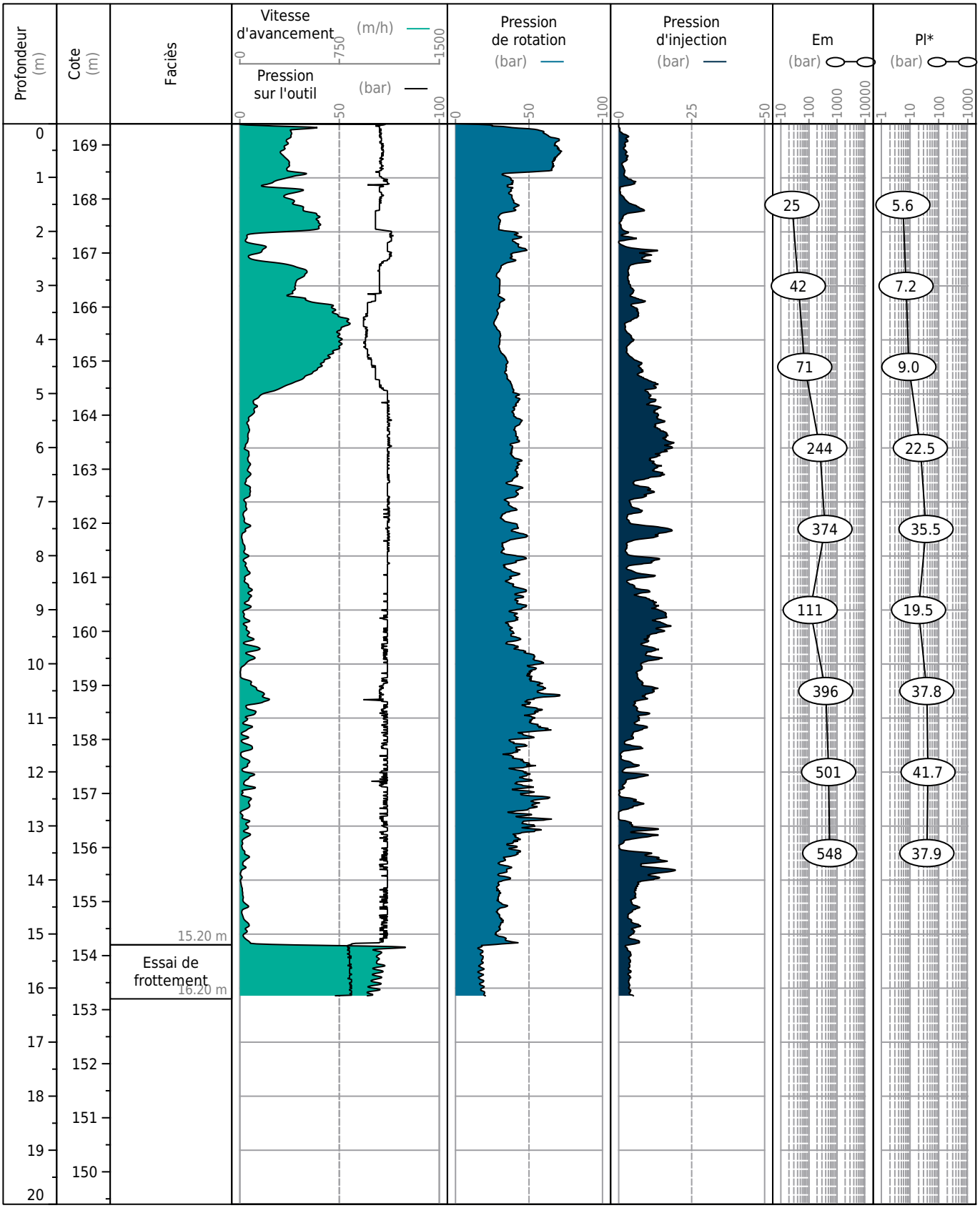
Echelle 1/100

Date : 06/02/2025

Profondeur : 16.20 m

Z : 169.40 m

## SONDAGE SP6




Obs. :

SOL CONSEIL
GROUPE VERTICAL SEA

# Dossier : 128850 LE PLESSIS ROBINSON

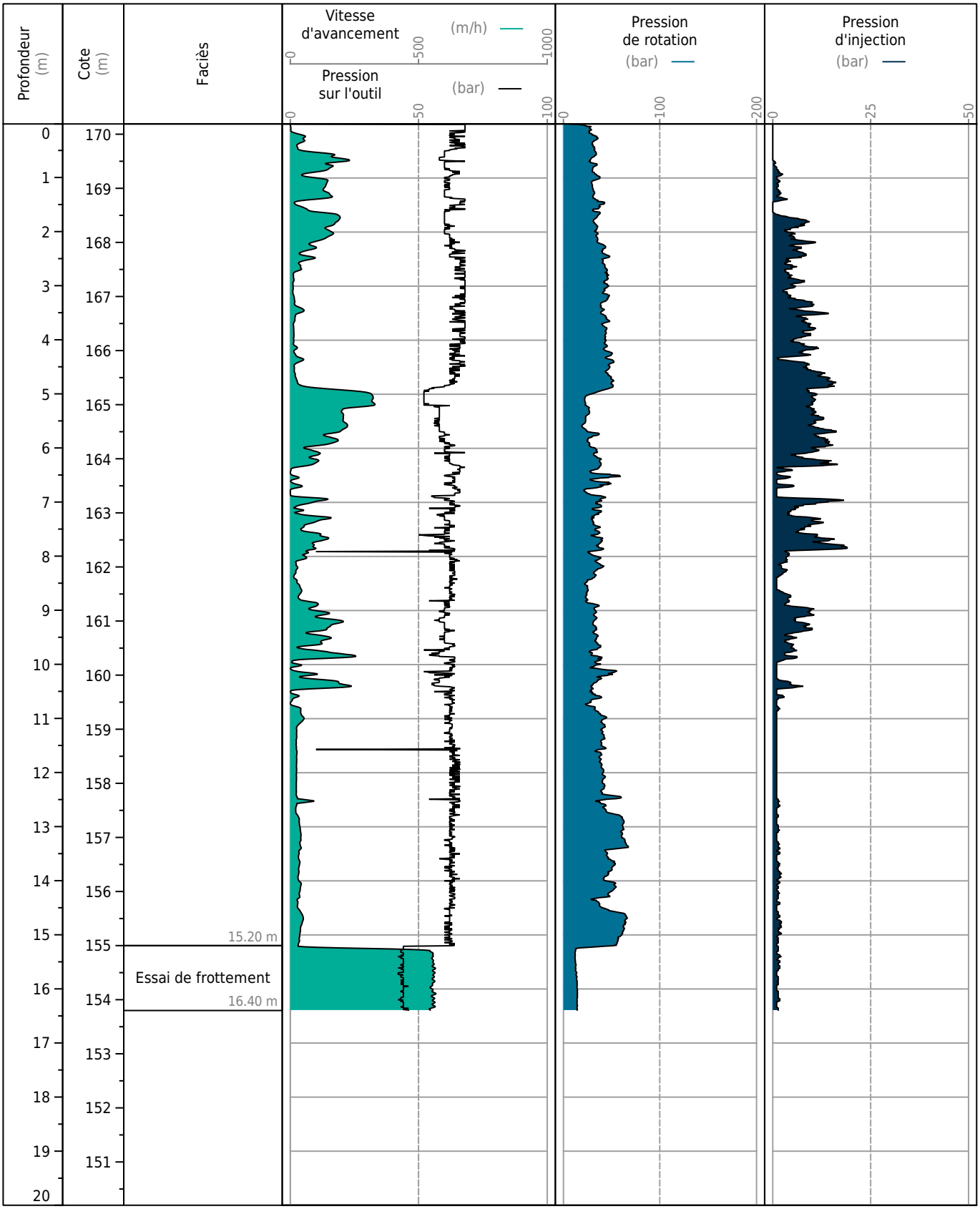
Echelle 1/100

Date : 21/02/2025

Profondeur : 16.40 m

Z : 170.20 m

## SONDAGE SD1




Obs. :

SOL CONSEIL
GROUPE VERTICAL SEA

# Dossier : 128850 LE PLESSIS ROBINSON

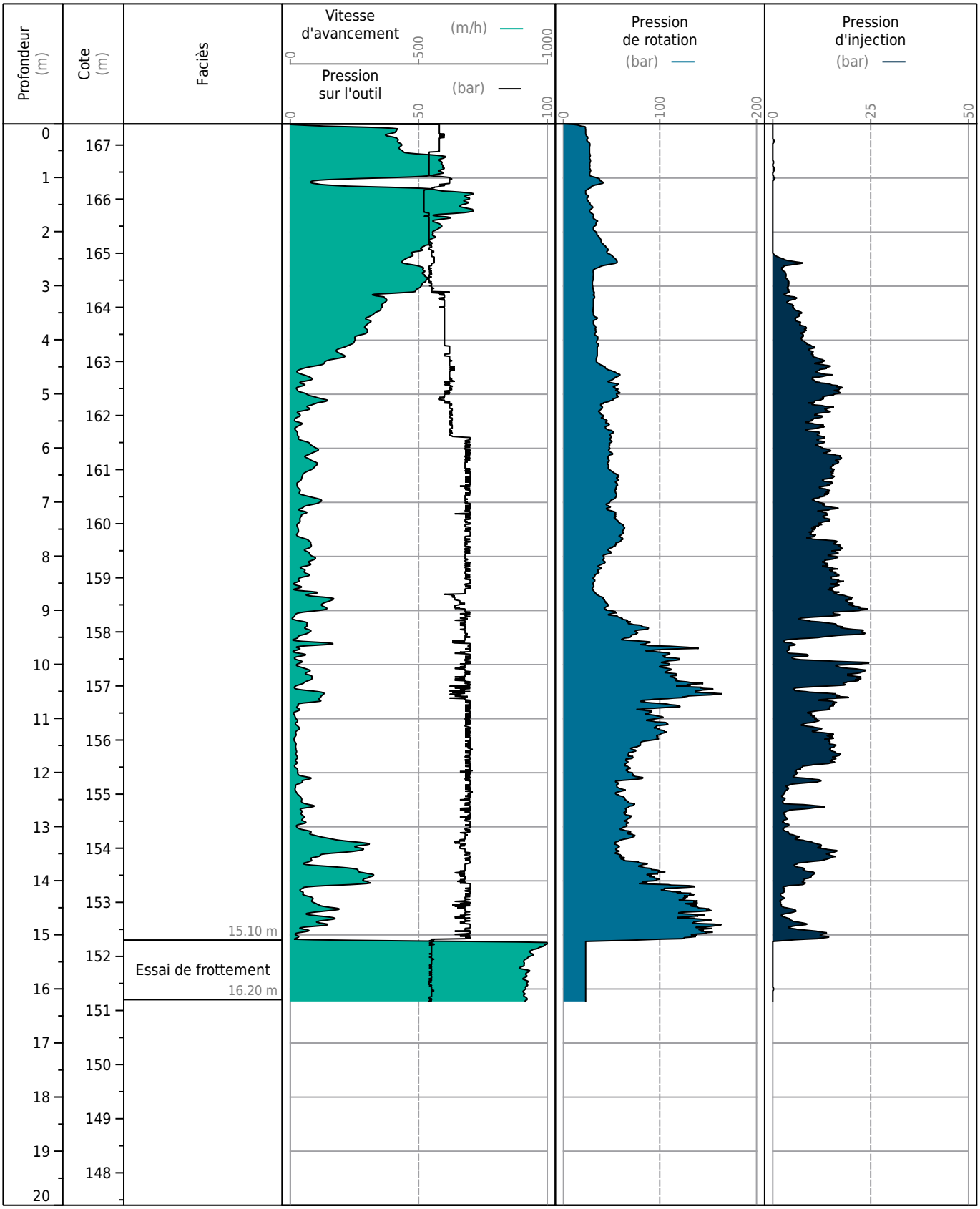
Echelle 1/100

Date : 04/02/2025

Profondeur : 16.23 m

Z : 167.40 m

## SONDAGE SD2




Obs. :

Accréditation n°1-1364
Portée disponible
sur www.cofrac.fr

WESSLING
part of ALS Limited
WESSLING France
ZI de Chesnes Tharabie
40 rue du Ruisseau • BP 50705
38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20
labo@wessling.fr • www.wessling.fr

WESSLING France, 40 rue du Ruisseau, 38070 Saint-Quentin-Fallavier Cedex

*SOL CONSEIL*
*Monsieur David COMPAORÉ*
*ZA de la bonde*
*11 rue René Cassin*
*91300 MASSY*

| | |
|---|---|
| N° rapport d'essai | ULY25-008930-1 |
| N° commande | ULY-08830-25 |
| Interlocuteur (interne) | D. Cardon |
| Téléphone | +33 164 471 475 |
| Courrier électronique | David.Cardon@wessling.fr |
| Date | 19.03.2025 |

# Rapport d'essai

## *128850 LPR*



Les résultats ne se rapportent qu'aux échantillons soumis à l'essai et tels qu'ils ont été reçus (dans le cas où le laboratoire n'a pas prélevé les échantillons).
Les résultats des paramètres couverts par l'accréditation EN ISO/CEI 17025 sont marqués d'un (A).
La portée d'accréditation COFRAC n°1-1364 essais du laboratoire WESSLING de Lyon (St Quentin Fallavier) est disponible sur le site www.cofrac.fr pour les résultats accrédités par ce laboratoire.
Le COFRAC est signataire des accords de reconnaissance mutuels de l'ILAC et de l'EA pour les activités d'essai.
Les organismes d'accréditation signataires de ces accords pour les activités d'essai reconnaissent comme dignes de confiance les rapports couverts par l'accréditation des autres organismes d'accréditation signataires des accords des activités d'essai.
Ce rapport d'essai ne peut être reproduit que sous son intégralité et avec l'autorisation des laboratoires WESSLING.
Les laboratoires WESSLING autorisent leurs clients à extraire tout ou partie des résultats d'essai envoyés à titre indicatif sous format excel uniquement à des fins de retraitement, de suivi et d'interprétation de données sans faire allusion à l'accréditation des résultats d'essai.
Les données fournies par le client sont sous sa responsabilité et identifiées en italique.

WESSLING
part of ALS Limited
WESSLING France
ZI de Chesnes Tharabie
40 rue du Ruisseau • BP 50705
38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20
labo@wessling.fr • www.wessling.fr

**Le 19.03.2025**

| **N° d'échantillon** | | **25-034138-01** | **25-034138-02** | **25-034138-03** | **25-034138-04** |
|---|---|---|---|---|---|
| **Désignation d'échantillon** | **Unité** | ***SC1 (1,21-1,8m)*** | ***SC1 (3,5-4,5m)*** | ***SC1 (6,79-7,20m)*** | ***SC2 (0,51-2,35m)*** |
| **Analyse physique** | | | | | |
| Matières sèches - NF ISO 11465 - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| Matière sèche | % masse MB | 75,3 (A) | 77,5 (A) | 80,0 (A) | 80,9 (A) |
| **Paramètres globaux / Indices** | | | | | |
| Degré d'acidité Baumann-Gully - DIN EN 16502 - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| Degré d'acidité | ml/kg MS | 32 (A) | 14 (A) | 17 (A) | 20 (A) |
| **Préparation d'échantillon** | | | | | |
| Minéralisation à l'acide chlorhydrique (agressivité vis-à-vis des bétons) - DIN 4030-2 - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| Minéralisé à l'acide chlorhydrique | | 18/03/2025 (A) | 18/03/2025 (A) | 18/03/2025 (A) | 18/03/2025 (A) |
| **Cations, anions et éléments non métalliques** | | | | | |
| Sulfates (SO4) - Méthode interne : SO4-IC-Agressivité béton - Réalisé par WESSLING Lyon (France) | | | | | |
| Sulfates (SO4) | mg/kg MS | <450 (A) | <450 (A) | <450 (A) | <450 (A) |

MS : Matières sèches
MB : Matières brutes
< : résultat inférieur à la limite de quantification

**Informations sur les échantillons**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Date de réception : | 13.03.2025 | 13.03.2025 | 13.03.2025 | 13.03.2025 |
| Type d'échantillon : | *Sol* | *Sol* | *Sol* | *Sol* |
| Date de prélèvement : | *12.03.2025* | *12.03.2025* | *12.03.2025* | *12.03.2025* |
| Heure de prélèvement : | *14:00* | *14:00* | *14:00* | *14:00* |
| Récipient : | 250ml VBrun WES002 | 250ml VBrun WES002 | 250ml VBrun WES002 | 250ml VBrun WES002 |
| Température à réception (C°) : | 9,7 | 9,7 | 9,7 | 9,7 |
| Début des analyses : | 13.03.2025 | 13.03.2025 | 13.03.2025 | 13.03.2025 |
| Fin des analyses : | 19.03.2025 | 19.03.2025 | 19.03.2025 | 19.03.2025 |

WESSLING
part of ALS Limited
WESSLING France
ZI de Chesnes Tharabie
40 rue du Ruisseau • BP 50705
38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20
labo@wessling.fr • www.wessling.fr

**Le 19.03.2025**

| **N° d'échantillon** | | **25-034138-05** | **25-034138-06** |
|---|---|---|---|
| **Désignation d'échantillon** | **Unité** | ***SC2 (5,3-5,65m)*** | ***SC2 (8,81-9,50m)*** |

### Analyse physique

Matières sèches - NF ISO 11465 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Matière sèche | % masse MB | 73,2 (A) | 73,2 (A) | | |

### Paramètres globaux / Indices

Degré d'acidité Baumann-Gully - DIN EN 16502 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Degré d'acidité | ml/kg MS | 22 (A) | <5 (A) | | |

### Préparation d'échantillon

Minéralisation à l'acide chlorhydrique (agressivité vis-à-vis des bétons) - DIN 4030-2 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Minéralisé à l'acide chlorhydrique | | 18/03/2025 (A) | 18/03/2025 (A) | | |

### Cations, anions et éléments non métalliques

Sulfates (SO4) - Méthode interne : SO4-IC-Agressivité béton - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Sulfates (SO4) | mg/kg MS | <450 (A) | <450 (A) | | |

MS : Matières sèches
MB : Matières brutes
< : résultat inférieur à la limite de quantification

### Informations sur les échantillons

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Date de réception : | | 13.03.2025 | 13.03.2025 | | |
| Type d'échantillon : | | *Sol* | *Sol* | | |
| Date de prélèvement : | | *12.03.2025* | *12.03.2025* | | |
| Heure de prélèvement : | | *14:00* | *14:00* | | |
| Récipient : | | 250ml VBrun WES002 | 250ml VBrun WES002 | | |
| Température à réception (C°) : | | 9,7 | 9,7 | | |
| Début des analyses : | | 13.03.2025 | 13.03.2025 | | |
| Fin des analyses : | | 19.03.2025 | 19.03.2025 | | |

WESSLING
part of ALS Limited
WESSLING France
ZI de Chesnes Tharabie
40 rue du Ruisseau • BP 50705
38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20
labo@wessling.fr • www.wessling.fr

**Le 19.03.2025**

**Informations sur vos résultats d'analyses :**

Les seuils de quantification fournis n'ont pas été recalculés d'après la matière sèche de l'échantillon.
Les seuils sont susceptibles d'être augmentés en fonction de la nature chimique de la matrice.
Seuls les résultats quantifiés (résultats égaux ou supérieurs à la LQ) sont pris en compte dans le calcul des sommes. Dans le cas contraire la somme est rendue "-/-".

Approuvé par :

Robin T´JAMPENS

Responsable Pôle Déchet / Directeur de site adjoint

Accréditation n°1-1364
Portée disponible
sur www.cofrac.fr

WESSLING
part of ALS Limited
WESSLING France
ZI de Chesnes Tharabie
40 rue du Ruisseau • BP 50705
38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20
labo@wessling.fr • www.wessling.fr

WESSLING France, 40 rue du Ruisseau, 38070 Saint-Quentin-Fallavier Cedex

*SOL CONSEIL*
*Monsieur David COMPAORÉ*
*ZA de la bonde*
*11 rue René Cassin*
*91300 MASSY*

| | |
|---|---|
| N° rapport d'essai | ULY25-008919-1 |
| N° commande | ULY-08832-25 |
| Interlocuteur (interne) | D. Cardon |
| Téléphone | +33 164 471 475 |
| Courrier électronique | David.Cardon@wessling.fr |
| Date | 18.03.2025 |

# Rapport d'essai

## *128850 LPR (eau)*



Les résultats ne se rapportent qu'aux échantillons soumis à l'essai et tels qu'ils ont été reçus (dans le cas où le laboratoire n'a pas prélevé les échantillons).
Les résultats des paramètres couverts par l'accréditation EN ISO/CEI 17025 sont marqués d'un (A).
La portée d'accréditation COFRAC n°1-1364 essais du laboratoire WESSLING de Lyon (St Quentin Fallavier) est disponible sur le site www.cofrac.fr pour les résultats accrédités par ce laboratoire.
La portée d'accréditation DAKKS n° D-PL-14162-01-00 des laboratoires WESSLING Allemands est disponible sur le site www.dakks.de pour les résultats accrédités par ces laboratoires.
Le COFRAC/DAKKS sont signataires des accords de reconnaissance mutuels de l'ILAC et de l'EA pour les activités d'essai.
Les organismes d'accréditation signataires de ces accords pour les activités d'essai reconnaissent comme dignes de confiance les rapports couverts par l'accréditation des autres organismes d'accréditation signataires des accords des activités d'essai.
Ce rapport d'essai ne peut être reproduit que sous son intégralité et avec l'autorisation des laboratoires WESSLING.
Les laboratoires WESSLING autorisent leurs clients à extraire tout ou partie des résultats d'essai envoyés à titre indicatif sous format excel uniquement à des fins de retraitement, de suivi et d'interprétation de données sans faire allusion à l'accréditation des résultats d'essai.
Les données fournies par le client sont sous sa responsabilité et identifiées en italique.

WESSLING
part of ALS Limited
WESSLING France
ZI de Chesnes Tharabie
40 rue du Ruisseau • BP 50705
38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20
labo@wessling.fr • www.wessling.fr

**Le 18.03.2025**

| **N° d'échantillon** | | **25-034150-01** |
|---|---|---|
| **Désignation d'échantillon** | **Unité** | ***PZ2*** |

Capacité acide/base sur eau/lixiviat - DIN 38409 H7 (2005-12) - Réalisé par WESSLING Altenberge (Allemagne)

| | | |
|---|---|---|
| Alcalinité pH 4,3 | mmol/l E/L | 2,95 (A) |

Alcalinité TA,TAC (Calcul) - NF EN ISO 9963-1 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

| | | |
|---|---|---|
| Carbonates (CO3) | mg/L E/L | <10,0 (A) |
| Hydrogénocarbonates (HCO3) | mg/L E/L | 180,0 (A) |
| Titre alcalimétrique complet (TAC) | °f E/L | 14 (A) |
| Alcalinité libre (Titre Alcalimétrique - TA) | °f E/L | 0 (A) |

**Sur lixiviat filtré**

Anions dissous (filtration à 0,2 µm) - Méthode interne : ANIONS - IC - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

| | | |
|---|---|---|
| Sulfates (SO4) | mg/l E/L | 27 (A) |

Ammonium (NH4) - NF EN ISO 11732 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

| | | |
|---|---|---|
| Ammonium (NH4) | mg/l E/L | <0,1 (A) |
| Azote ammoniacal (NH4-N) | mg/l E/L | <0,078 |

Métaux dissous (ICP/MS) - NF EN ISO 17294-2 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

| | | |
|---|---|---|
| Magnésium (Mg) | mg/l E/L | 5,0 (A) |
| Calcium (Ca) | mg/l E/L | 74 (A) |

**Sur lixiviat centrifugé**

Dioxyde de carbone agressif sur eau / lixiviat - DIN 38404-10-M4 (1995-04) - Réalisé par WESSLING Altenberge (Allemagne)

| | | |
|---|---|---|
| Dioxyde de carbone agressif | mg/l E/L | <1,0 (A) |

**Analyse physico-chimique**

pH - NF EN ISO 10523 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

| | | |
|---|---|---|
| pH | E/L | 8,1 (A) |
| Température de mesure du pH | °C E/L | 18,3 |

E/L : Eau/lixiviat
< : résultat inférieur à la limite de quantification

**Informations sur les échantillons**

| | |
|---|---|
| Date de réception : | 13.03.2025 |
| Type d'échantillon : | *Eau douce* |
| Date de prélèvement : | *12.03.2025* |
| Heure de prélèvement : | *14:00* |
| Récipient : | 500ml Verre WES004+2*250ml Verre WES020+3*60ml PE WES101+60ml PE/H2SO4 WES111+60ml PE/HNO3 WES112 |
| Température à réception (C°) : | 6,5 |
| Début des analyses : | 13.03.2025 |
| Fin des analyses : | 18.03.2025 |

WESSLING
part of ALS Limited
WESSLING France
ZI de Chesnes Tharabie
40 rue du Ruisseau • BP 50705
38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20
labo@wessling.fr • www.wessling.fr

**Le 18.03.2025**

**Informations sur vos résultats d'analyses :**

Les seuils de quantification fournis n'ont pas été recalculés d'après la matière sèche de l'échantillon.
Les seuils sont susceptibles d'être augmentés en fonction de la nature chimique de la matrice.
Seuls les résultats quantifiés (résultats égaux ou supérieurs à la LQ) sont pris en compte dans le calcul des sommes. Dans le cas contraire la somme est rendue "-/-".

Approuvé par :
Jean-Francois CAMPENS
Président

SOL CONSEIL
GROUPE VERTICAL SEA

**Département Laboratoire**
10 rue René CASSIN 91300 MASSY
Tel : 01 60 11 04 10 Fax : 01 60 11 13 08

Massy, le : 31/03/2025
**N° Document : 128850 SC MAS 05a - G01**

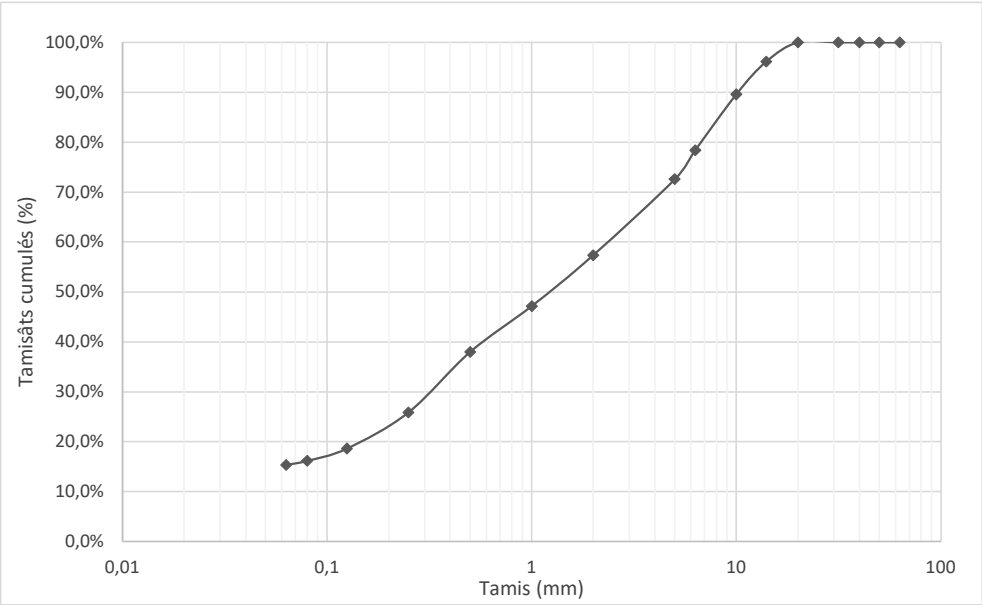
# PROCES VERBAL D'ESSAIS
## IDENTIFICATION ET CLASSIFICATION GTR SUIVANT NF P 11-300

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Client :** | **EMERIGE TERTIAIRE** | **Date de prélèvement :** | 12/03/2025 |
| **Affaire :** | **22 Avenue Galilée 92350 Le Plessis-Robinson** | **Date des essais :** | 18/03/2025 |
| | | **Echantillon :** | **SC2 : 0.04 à 0.29 m** |
| **Dossier :** | **128850 SC MAS 05a** | **Type :** | **Grave sablo-limoneuse** |

### Analyse granulométrique (NF P 94-056)

Teneur en eau : **12,3%**

| Tamis mm | Tamisat cumulé (% massique sec) |
|---|---|
| **63** | 100,0% |
| **50** | 100,0% |
| **40** | 100,0% |
| **31,5** | 100,0% |
| **20** | 100,0% |
| **14** | 96,1% |
| **10** | 89,6% |
| **6,3** | 78,4% |
| **5** | 72,6% |
| **2** | 57,3% |
| **1** | 47,1% |
| **0,5** | 38,0% |
| **0,25** | 25,9% |
| **0,125** | 18,6% |
| **0,08** | 16,2% |
| **0,063** | 15,3% |




### Valeur au bleu de méthylène d'un sol VBS (NF P 94-068)

| | | |
|---|---|---|
| Masse humide de l'échantillon (0/5) : | 72,4 | g |
| Teneur en eau de la fraction 0/5 | 15,1% | % |
| Fraction 0/5 au sein de 0/D | 72,6% | % |
| Masse de bleu de méthylène introduite : | 0,50 | g |
| **Valeur au Bleu (pour 100g de mat. secs) :** | **0,6** | g |

### Valeur au bleu de méthylène d'une grave MB (NF EN 933-9)

| | | |
|---|---|---|
| Masse humide de l'échantillon (0/2) : | NR | g |
| Teneur en eau de la fraction 0/2 | NR | % |
| Masse de bleu de méthylène introduite : | NR | g |
| **Valeur au Bleu (pour 1 kg de mat. secs) :** | **NR** | g |

### Interprétation des essais et Classification GTR

| Classification GTR 1992 (NF P 11-300) | Classification GTR 2023 (NF P 11-300) | Rhéologie générale de cette classe de matériau |
|---|---|---|
| **B5** | **I1** | **La proportion de fines et la faible plasticité de ces derniers, rapprochent beaucoup le comportement de ces sols de celui des sols A1.** |

**Sylvain JAKUBIAK**
Technicien

**Frédéric GOUBARD**
Chef de section laboratoire - Pôle études

SOL CONSEIL
GROUPE VERTICAL SEA

**Département Laboratoire**
10 rue René CASSIN 91300 MASSY
Tel : 01 60 11 04 10 Fax : 01 60 11 13 08

Massy, le : 31/03/2025
**N° Document : 128850 SC MAS 05a - G02**

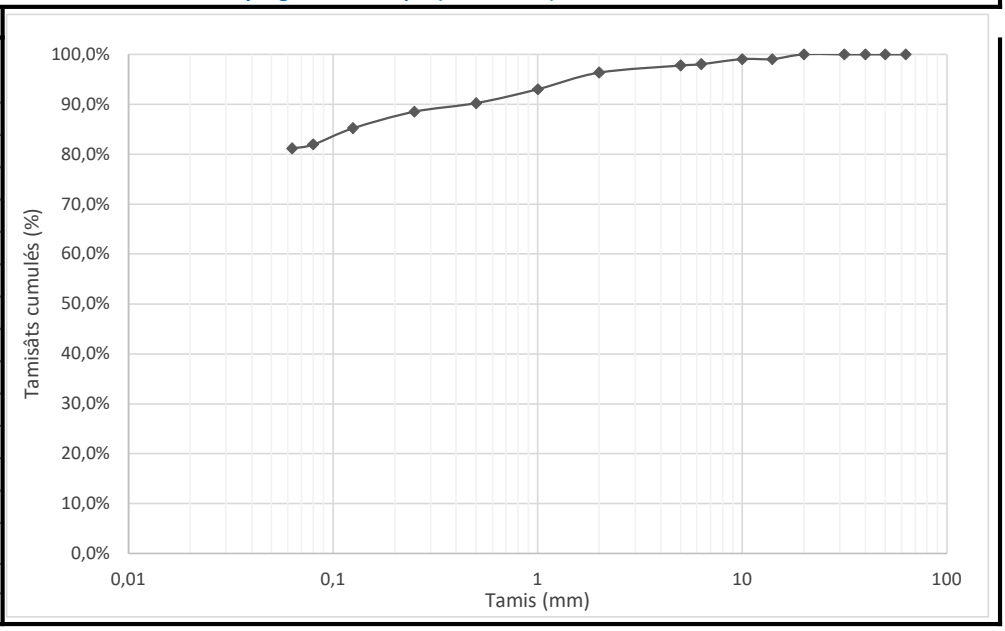
# PROCES VERBAL D'ESSAIS
## IDENTIFICATION ET CLASSIFICATION GTR SUIVANT NF P 11-300

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Client :** | **EMERIGE TERTIAIRE** | **Date de prélèvement :** | 12/03/2025 |
| **Affaire :** | **22 Avenue Galilée 92350 Le Plessis-Robinson** | **Date des essais :** | 18/03/2025 |
| | | **Echantillon :** | **SC1 : 0.60 à 0.90 m** |
| **Dossier :** | **128850 SC MAS 05a** | **Type :** | **Limon marron** |

### Analyse granulométrique (NF P 94-056)

Teneur en eau : **12,4%**

| Tamis mm | Tamisat cumulé (% massique sec) |
|---|---|
| **63** | 100,0% |
| **50** | 100,0% |
| **40** | 100,0% |
| **31,5** | 100,0% |
| **20** | 100,0% |
| **14** | 99,1% |
| **10** | 99,1% |
| **6,3** | 98,0% |
| **5** | 97,8% |
| **2** | 96,3% |
| **1** | 93,0% |
| **0,5** | 90,2% |
| **0,25** | 88,5% |
| **0,125** | 85,2% |
| **0,08** | 81,9% |
| **0,063** | 81,1% |




### Valeur au bleu de méthylène d'un sol VBS (NF P 94-068)

| | | |
|---|---|---|
| Masse humide de l'échantillon (0/5) : | 38,6 | g |
| Teneur en eau de la fraction 0/5 | 12,0% | % |
| Fraction 0/5 au sein de 0/D | 97,8% | % |
| Masse de bleu de méthylène introduite : | 1,20 | g |
| **Valeur au Bleu (pour 100g de mat. secs) :** | **3,4** | **g** |

### Valeur au bleu de méthylène d'une grave MB (NF EN 933-9)

| | | |
|---|---|---|
| Masse humide de l'échantillon (0/2) : | NR | g |
| Teneur en eau de la fraction 0/2 | NR | % |
| Masse de bleu de méthylène introduite : | NR | g |
| **Valeur au Bleu (pour 1 kg de mat. secs) :** | **NR** | **g** |

### Interprétation des essais et Classification GTR

| Classification GTR 1992 (NF P 11-300) | Classification GTR 2023 (NF P 11-300) | Rhéologie générale de cette classe de matériau |
|---|---|---|
| **A2** | **F2** | **Limon marron. Le caractère moyen des sols de cette sous-classe fait qu'ils se prêtent à l'emploi de la plus large gamme d'outils de terrassement (si la teneur en eau n'est pas trop élevée).** |

**Sylvain JAKUBIAK**
Technicien

**Frédéric GOUBARD**
Chef de section laboratoire - Pôle études

SOL CONSEIL
GROUPE VERTICAL SEA

**Département Laboratoire**
10 rue René CASSIN 91300 MASSY
Tel : 01 60 11 04 10 Fax : 01 60 11 13 08

Massy, le : 31/03/2025
**N° Document : 128850 SC MAS 05a - G03**

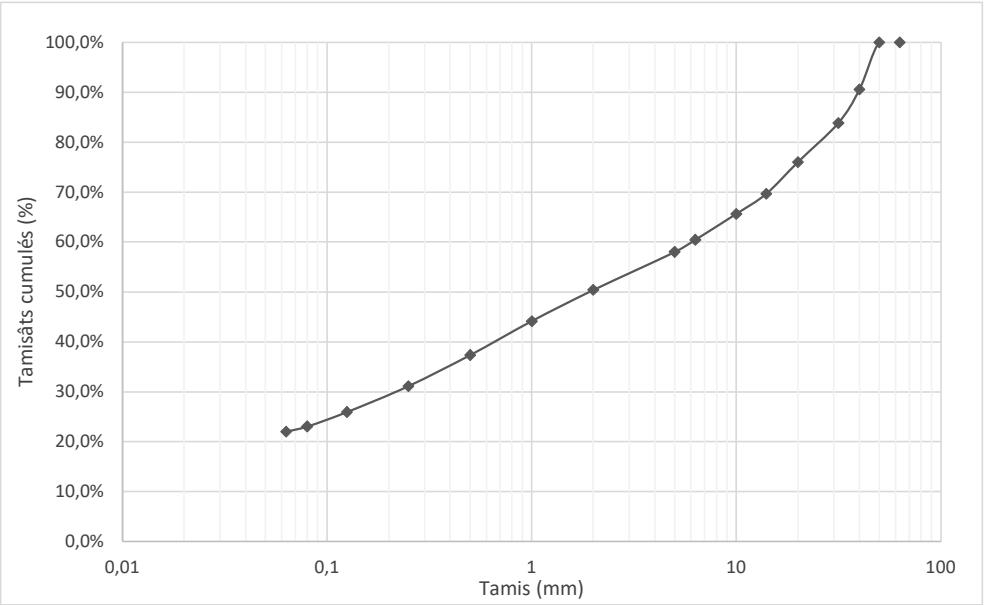
# PROCES VERBAL D'ESSAIS
## IDENTIFICATION ET CLASSIFICATION GTR SUIVANT NF P 11-300

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Client :** | **EMERIGE TERTIAIRE** | **Date de prélèvement :** | 12/03/2025 |
| **Affaire :** | **22 Avenue Galilée 92350 Le Plessis-Robinson** | **Date des essais :** | 18/03/2025 |
| | | **Echantillon :** | **SC2 : 5.30 à 5.70 m** |
| **Dossier :** | **128850 SC MAS 05a** | **Type :** | **Sable gravelo-limoneux beige** |

### Analyse granulométrique (NF P 94-056)

Teneur en eau : **27,4%**

| Tamis mm | Tamisat cumulé (% massique sec) |
|---|---|
| **63** | 100,0% |
| **50** | 100,0% |
| **40** | 90,5% |
| **31,5** | 83,8% |
| **20** | 76,0% |
| **14** | 69,7% |
| **10** | 65,6% |
| **6,3** | 60,4% |
| **5** | 58,0% |
| **2** | 50,4% |
| **1** | 44,2% |
| **0,5** | 37,3% |
| **0,25** | 31,1% |
| **0,125** | 25,9% |
| **0,08** | 23,0% |
| **0,063** | 22,0% |




### Valeur au bleu de méthylène d'un sol VBS (NF P 94-068)

| | | |
|---|---|---|
| Masse humide de l'échantillon (0/5) : | 75,9 | g |
| Teneur en eau de la fraction 0/5 | 31,2% | % |
| Fraction 0/5 au sein de 0/D | 58,0% | % |
| Masse de bleu de méthylène introduite : | 1,35 | g |
| **Valeur au Bleu (pour 100g de mat. secs) :** | **1,4** | **g** |

### Valeur au bleu de méthylène d'une grave MB (NF EN 933-9)

| | | |
|---|---|---|
| Masse humide de l'échantillon (0/2) : | NR | g |
| Teneur en eau de la fraction 0/2 | NR | % |
| Masse de bleu de méthylène introduite : | NR | g |
| **Valeur au Bleu (pour 1 kg de mat. secs) :** | **NR** | **g** |

### Interprétation des essais et Classification GTR

| Classification GTR 1992 (NF P 11-300) | Classification GTR 2023 (NF P 11-300) | Rhéologie générale de cette classe de matériau |
|---|---|---|
| **B5** | **I1** | **La proportion de fines et la faible plasticité de ces derniers, rapprochent beaucoup le comportement de ces sols de celui des sols A1.** |

**Sylvain JAKUBIAK**
Technicien

**Frédéric GOUBARD**
Chef de section laboratoire - Pôle études

SOL CONSEIL
GROUPE VERTICAL SEA

**Département Laboratoire**
10 rue René CASSIN 91300 MASSY
Tel : 01 60 11 04 10 Fax : 01 60 11 13 08

Massy, le : 31/03/2025
**N° Document : 128850 SC MAS 05a - G04**

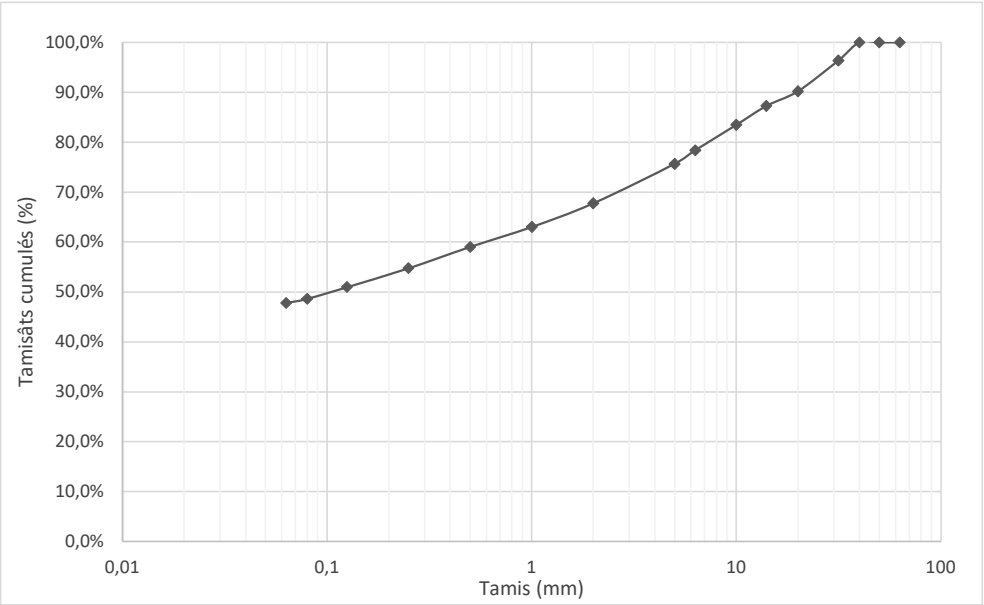
# PROCES VERBAL D'ESSAIS
## IDENTIFICATION ET CLASSIFICATION GTR SUIVANT NF P 11-300

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Client :** | **EMERIGE TERTIAIRE** | **Date de prélèvement :** | 12/03/2025 |
| **Affaire :** | **22 Avenue Galilée 92350 Le Plessis-Robinson** | **Date des essais :** | 18/03/2025 |
| | | **Echantillon :** | **SC2 : 1.07 à 1.51 m** |
| **Dossier :** | **128850 SC MAS 05a** | **Type :** | **Argile à meulière sablo-graveleuse marron clair** |

### Analyse granulométrique (NF P 94-056)

Teneur en eau : **22,9%**

| Tamis mm | Tamisat cumulé (% massique sec) |
|---|---|
| **63** | 100,0% |
| **50** | 100,0% |
| **40** | 100,0% |
| **31,5** | 96,3% |
| **20** | 90,2% |
| **14** | 87,2% |
| **10** | 83,5% |
| **6,3** | 78,4% |
| **5** | 75,7% |
| **2** | 67,7% |
| **1** | 63,0% |
| **0,5** | 59,0% |
| **0,25** | 54,7% |
| **0,125** | 51,0% |
| **0,08** | 48,6% |
| **0,063** | 47,8% |




### Valeur au bleu de méthylène d'un sol VBS (NF P 94-068)

| | | |
|---|---|---|
| Masse humide de l'échantillon (0/5) : | NR | g |
| Teneur en eau de la fraction 0/5 | NR | % |
| Fraction 0/5 au sein de 0/D | NR | % |
| Masse de bleu de méthylène introduite : | NR | g |
| **Valeur au Bleu (pour 100g de mat. secs) :** | **NR** | g |

### Limites d'Atterberg (NF P 94-051)

| | | |
|---|---|---|
| Limite de liquidité : | $W_L$ = | 64,9 % |
| Limite de Plasticité | $W_P$ = | 23,3 % |
| Indice de Plasticité | $I_P$ = | 41,6 |
| Indice de consistance : | $I_C$ = | 0,97 |

### Interprétation des essais et Classification GTR

| Classification GTR 1992 (NF P 11-300) | Classification GTR 2023 (NF P 11-300) | Rhéologie générale de cette classe de matériau |
|---|---|---|
| **A4** | **F4h** | **Argile à meulières. Ces sols sont très cohérents et presque imperméables : s'ils changent de teneur en eau, c'est extrêmement lentement et avec d'importants retraits ou gonflements. Leur emploi en remblai ou en couche de forme n'est normalement pas envisagé.** |

**Sylvain JAKUBIAK**
Technicien

**Frédéric GOUBARD**
Chef de section laboratoire - Pôle études

SOL CONSEIL
GROUPE VERTICAL SEA

**Département Laboratoire**
10 rue René CASSIN 91300 MASSY
Tel : 01 60 11 04 10 Fax : 01 60 11 13 08

Massy, le : 31/03/2025
**N° Document : 128850 SC MAS 05a - G05**

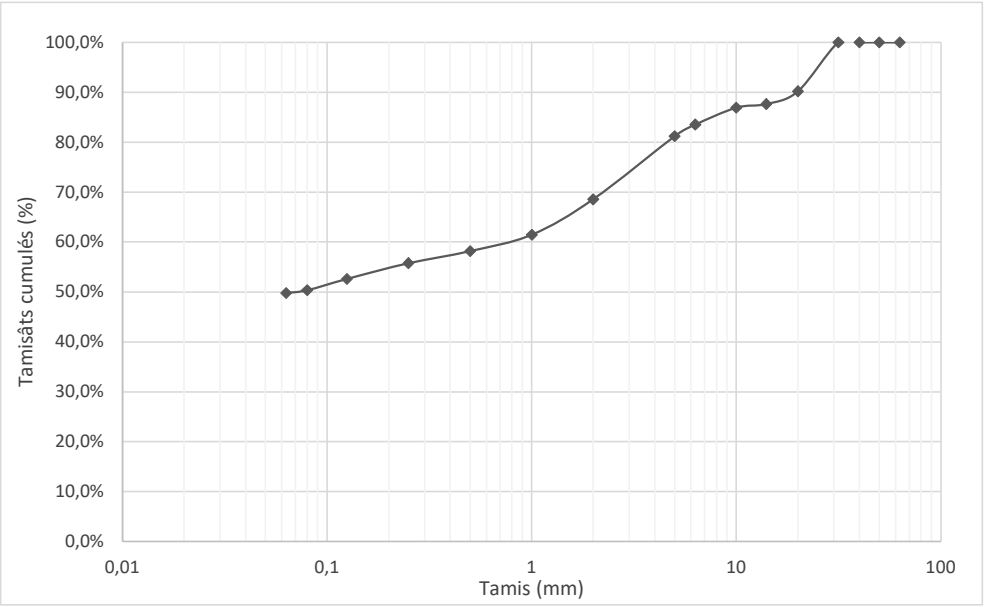
# PROCES VERBAL D'ESSAIS
## IDENTIFICATION ET CLASSIFICATION GTR SUIVANT NF P 11-300

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Client :** | **EMERIGE TERTIAIRE** | **Date de prélèvement :** | 12/03/2025 |
| **Affaire :** | **22 Avenue Galilée 92350 Le Plessis-Robinson** | **Date des essais :** | 18/03/2025 |
| | | **Echantillon :** | **SC1 : 1.00 à 1.21 m** |
| **Dossier :** | **128850 SC MAS 05a** | **Type :** | **Argile à meulière sablo-graveleuse marron à ocre** |

### Analyse granulométrique (NF P 94-056)

Teneur en eau : **12,8%**

| Tamis mm | Tamisat cumulé (% massique sec) |
|---|---|
| **63** | 100,0% |
| **50** | 100,0% |
| **40** | 100,0% |
| **31,5** | 100,0% |
| **20** | 90,2% |
| **14** | 87,6% |
| **10** | 86,9% |
| **6,3** | 83,5% |
| **5** | 81,2% |
| **2** | 68,6% |
| **1** | 61,4% |
| **0,5** | 58,2% |
| **0,25** | 55,7% |
| **0,125** | 52,6% |
| **0,08** | 50,3% |
| **0,063** | 49,8% |




### Valeur au bleu de méthylène d'un sol VBS (NF P 94-068)

| | | |
|---|---|---|
| Masse humide de l'échantillon (0/5) : | NR | g |
| Teneur en eau de la fraction 0/5 | NR | % |
| Fraction 0/5 au sein de 0/D | NR | % |
| Masse de bleu de méthylène introduite : | NR | g |
| **Valeur au Bleu (pour 100g de mat. secs) :** | **NR** | g |

### Limites d'Atterberg (NF P 94-051)

| | | |
|---|---|---|
| Limite de liquidité : | $W_L$ = | 63,6 % |
| Limite de Plasticité | $W_P$ = | 24 % |
| Indice de Plasticité | $I_P$ = | 39,6 |
| Indice de consistance : | $I_C$ = | 1,26 |

### Interprétation des essais et Classification GTR

| Classification GTR 1992 (NF P 11-300) | Classification GTR 2023 (NF P 11-300) | Rhéologie générale de cette classe de matériau |
|---|---|---|
| **A3s** | **F3ts** | **Argile à meulières. Ces sols sont très cohérents à teneur en eau moyenne et faible, et collants ou glissants à l'état humide. Leur perméabilité très réduite rend leurs variations de teneur en eau très lentes, en place. Une augmentation de teneur en eau assez importante est nécessaire pour changer notablement leur consistance.** |

**Sylvain JAKUBIAK**
Technicien

**Frédéric GOUBARD**
Chef de section laboratoire - Pôle études

AFFAIRE: **Le Plessis Robinson** DATE: **01/04/2025**
DOSSIER: **128850**

**PROCES-VERBAL D'ESSAI**

# DETERMINATION DES LIMITES D'ATTERBERG

**CONFORMEMENT A LA NORME NFP: 94-051**

*SONDAGE :* **SC1** *NATURE:* **Argile plastique rouge-ocre à veines grisâtres graveleuse à meulières(cm)**

Wnat= **13.7** % **quartz,pisolithes de fer**

*N° ECHANTILLON:* peu sableuse ,déshydratée

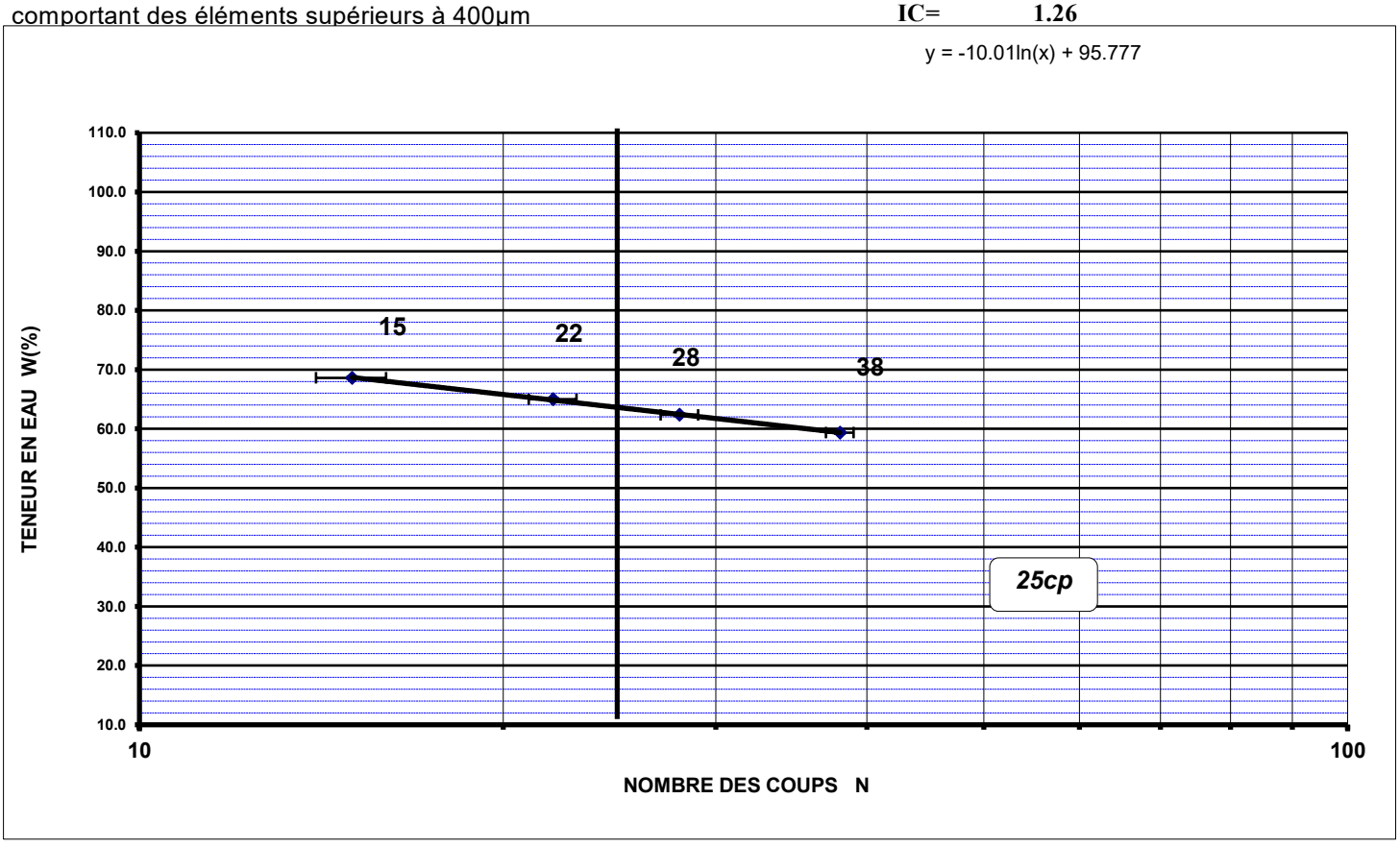
*PROFONDEUR:* **1.0à1.21m** lisse et grasse

| | | | LIQUIDITE A LA COUPELLE DE CASAGRANDE | | | | PLASTICITE AU ROULEAU | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| NOMBRE DE COUPS | | | 15 | 22 | 28 | 38 | 1 er essai | 2 ème essai |
| NUMERO DE LA TARE | | | I13 | I5 | I4 | I35 | I94 | I176 |
| POIDS TOTAL HUMIDE | (g) | A | 25.17 | 24.01 | 22.64 | 22.37 | 7.42 | 7.92 |
| POIDS TOTAL SEC | (g) | B | 16.49 | 16.05 | 15.42 | 15.46 | 6.68 | 7.13 |
| POIDS DE LA TARE | (g) | C | 3.84 | 3.80 | 3.84 | 3.82 | 3.63 | 3.79 |
| POIDS D'EAU INTERSTITIELLE | (g) | We = A - B | 8.68 | 7.96 | 7.22 | 6.91 | 0.74 | 0.79 |
| POIDS SEC | (g) | Ws = B - C | 12.65 | 12.25 | 11.58 | 11.64 | 3.05 | 3.34 |
| TENEUR EN EAU | (%) | W = 100 We/Ws | **68.6** | **65.0** | **62.3** | **59.4** | **24.3** | **23.7** |
| MOYENNE | (%) | W moy | **66.8** | | **60.9** | | **24.0** | |

**RESULTATS:**

**WL= 63.6 %**
**WP= 24.0 %**
**IP= 39.6 %**
**IC= 1.26**

NB:Wn teneur en eau du sol dans son état naturel comportant des éléments supérieurs à 400µm



AFFAIRE: **Le Plessis Robinson** DATE: **01/04/2025**
DOSSIER: **128850**

**PROCES-VERBAL D'ESSAI**

# DETERMINATION DES LIMITES D'ATTERBERG

**CONFORMEMENT A LA NORME NFP: 94-051**

*SONDAGE :* **SC2** *NATURE:* **Argile plastique bariolée marron-ocre-gris graveleuse à meulières(cm),quartz,oxydes**

Wnat= **24.7** % **très hydratée**

*N° ECHANTILLON:*

*PROFONDEUR:* **1.07à1.51m**

lisse et grasse

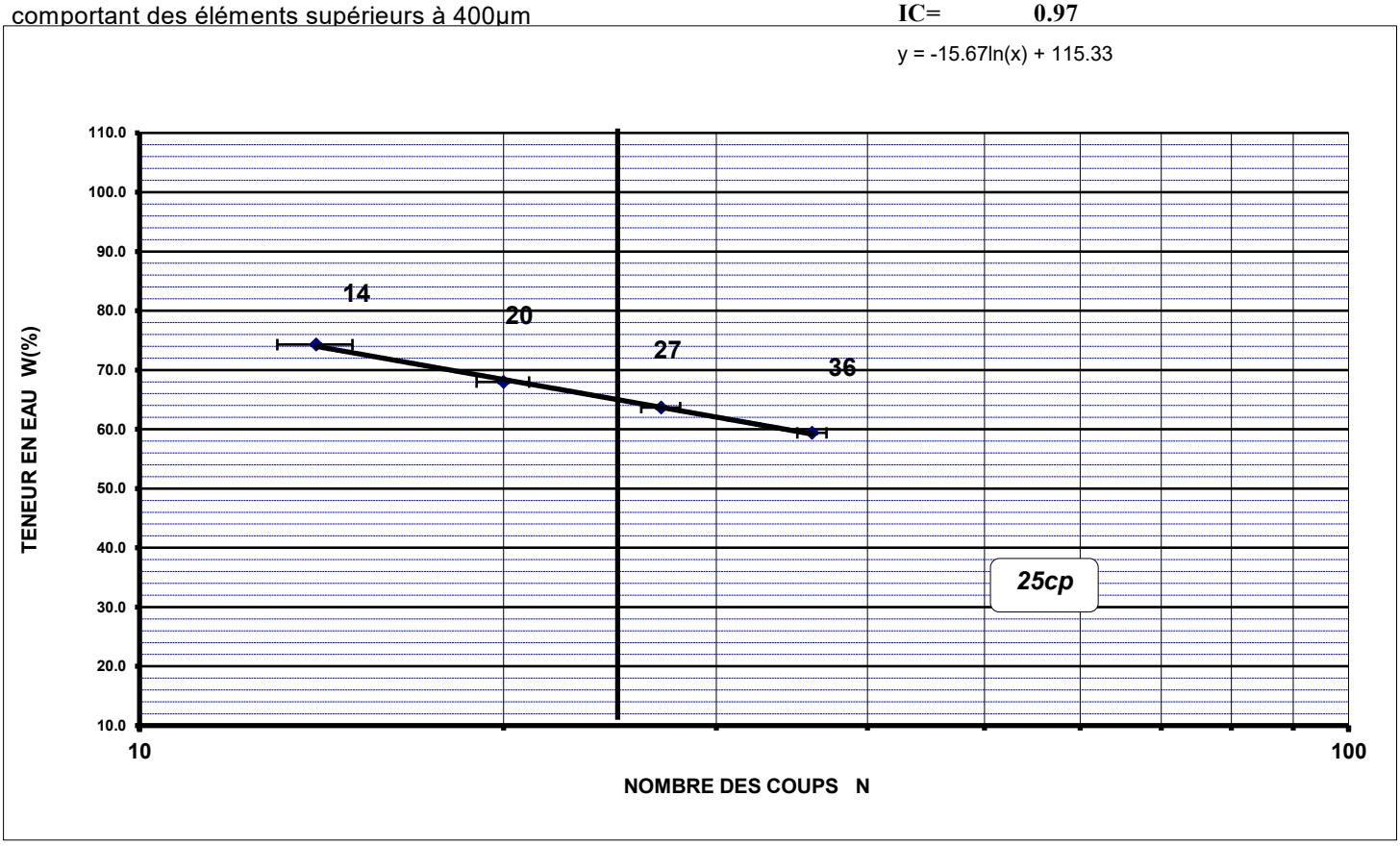
| | | | *LIQUIDITE* A LA COUPELLE DE CASAGRANDE | | | | *PLASTICITE* AU ROULEAU | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| NOMBRE DE COUPS | | | 14 | 20 | 27 | 36 | 1 er essai | 2 ème essai |
| NUMERO DE LA TARE | | | I169 | I44 | I108 | I54 | I169 | I95 |
| POIDS TOTAL HUMIDE | (g) | A | 24.30 | 22.90 | 22.64 | 24.54 | 6.93 | 7.70 |
| POIDS TOTAL SEC | (g) | B | 15.61 | 15.18 | 15.16 | 16.82 | 6.32 | 6.94 |
| POIDS DE LA TARE | (g) | C | 3.91 | 3.82 | 3.41 | 3.82 | 3.69 | 3.68 |
| POIDS D'EAU INTERSTITIELLE | (g) | We = A - B | 8.69 | 7.72 | 7.48 | 7.72 | 0.61 | 0.76 |
| POIDS SEC | (g) | Ws = B - C | 11.7 | 11.36 | 11.75 | 13 | 2.63 | 3.26 |
| TENEUR EN EAU | (%) | W = 100 We/Ws | **74.3** | **68.0** | **63.7** | **59.4** | **23.2** | **23.3** |
| MOYENNE | (%) | W moy | **71.1** | | **61.5** | | **23.3** | |

**RESULTATS:**

**WL= 64.9 %**
**WP= 23.3 %**
**IP= 41.6 %**
**IC= 0.97**

NB:Wn teneur en eau du sol dans son état naturel comportant des éléments supérieurs à 400µm

y = -15.67ln(x) + 115.33



# CISAILLEMENT RECTILIGNE A LA BOITE - CISAILLEMENT DIRECT
## REALISE CONFORMEMENT A LA NORME NF P 94-071-1
**CD(consolidé drainé)**

| | | | |
|---|---|---|---|
| Site: **Le Plessis Robinson** | Sondage n°: **SC1** | | U0(Kpa): 0 |
| | profondeur (m): **1.6** | | date essai: 2-Apr-25 |
| | $\sigma'_{v0}$(Kpa): 30 | | N° dossier: **128850-MAS** |

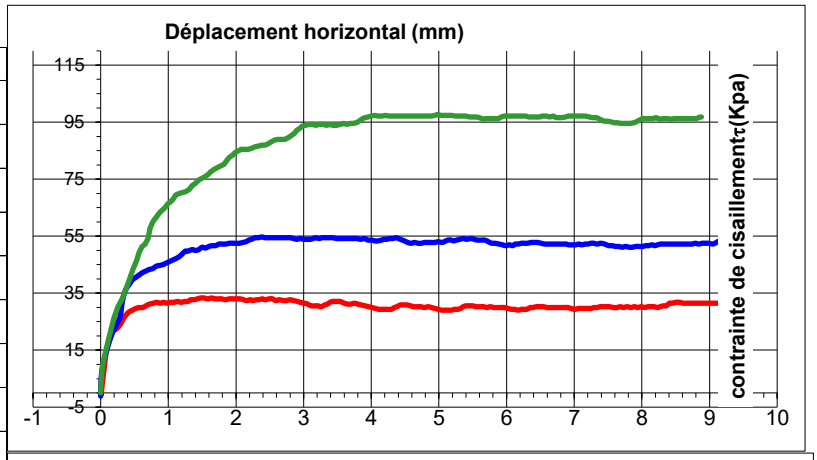
**Nature terrain:** Argile plastique rouge-ocre à veines grises gravleuse à meulières(cm),quartz et oxydes ,molle

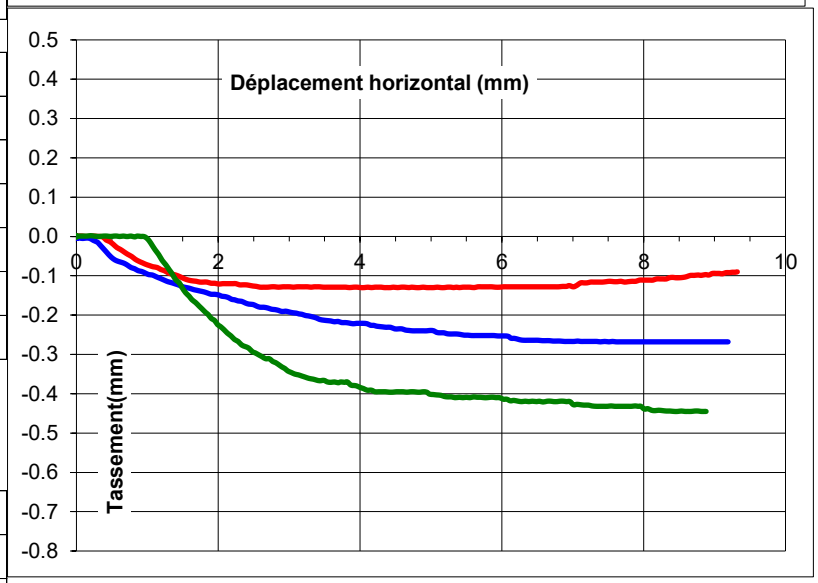
**Wn=25.8%**

semi-recosntitué écrété à 5mm

### Caractéristiques des éprouvettes

| Valeurs initiales | A | B | C | D |
|---|---|---|---|---|
| $H_0$(mm): | 24 | 24 | 24 | |
| $L_0$(mm): | 60 | 60 | 60 | |
| w(%): | 27% | 26% | 25% | |
| $\gamma_h$(KN/m3): | 18.59 | 18.31 | 18.76 | |
| $\gamma_d$(KN/m3): | 14.64 | 14.48 | 14.97 | |
| $\gamma_s$(KN/m3): | 27.00 | 27.00 | 27.00 | |
| Sr(%): | 87% | 83% | 85% | |
| e= | 0.84 | 0.86 | 0.80 | |
| ontrainte normale σ(KPA)= | 56.1 | 103.3 | 200.6 | |
| **Après consolidation** | | | | |
| H(mm): | 25 | 23.5 | 23 | |
| $\gamma_d$(KN/m3): | 19.397 | 19.029 | 19.17 | |
| t100(min) | 10 | 10 | 10 | |
| Vitesse( mm/min): | 0.01 | 0.01 | 0.01 | |
| **Après cisaillement** | | | | |
| w(%): | 32% | 31% | 28% | |



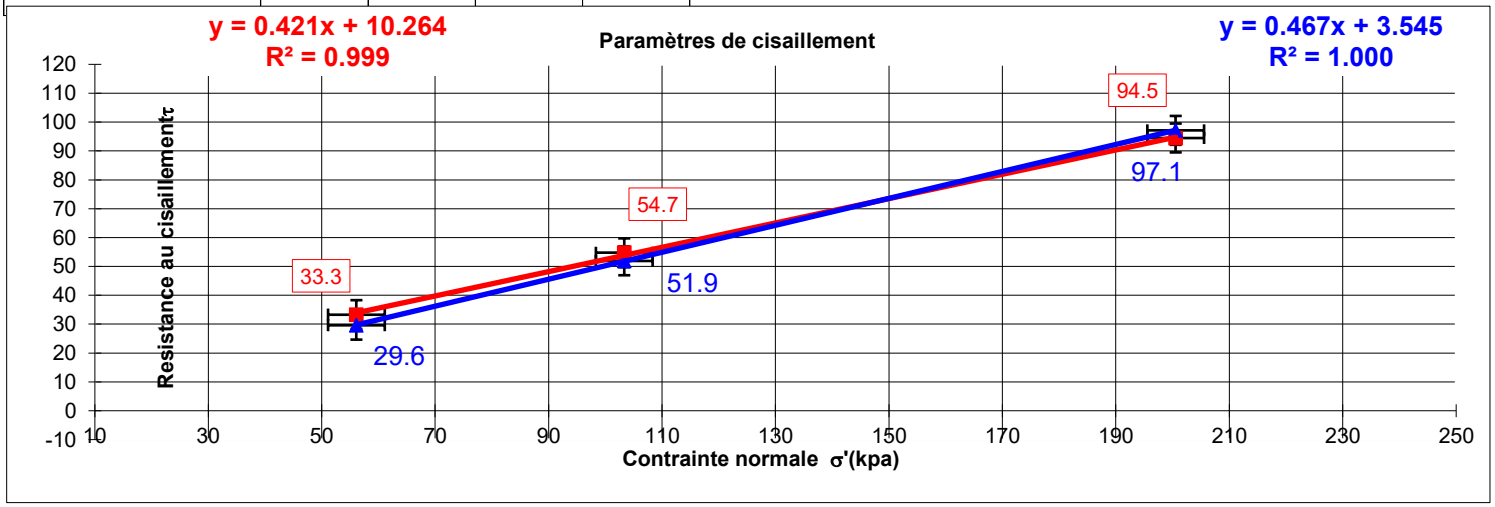




### Paramètres de resistance au cisaillement

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $\tau_{f.p}$ (Kpa): | 33.3 | 54.7 | 94.5 | |
| $\delta l_{f.p}$ (mm): | 1.5 | 2.4 | 3.6 | |
| | | | | |
| $\tau_{f.f}$ (Kpa): | 29.6 | 51.9 | 97.1 | |
| $\delta l_{f.f}$ (mm): | 6 | 6 | 6 | |

### Résultats

| | C'(Kpa): | Φ:'(degré) |
|---|---|---|
| AU PIC | 10 | 23 |
| Etat Final | 4 | 25 |



# CISAILLEMENT RECTILIGNE A LA BOITE - CISAILLEMENT DIRECT
## REALISE CONFORMEMENT A LA NORME NF P 94-071-1

**CD(consolidé drainé)**

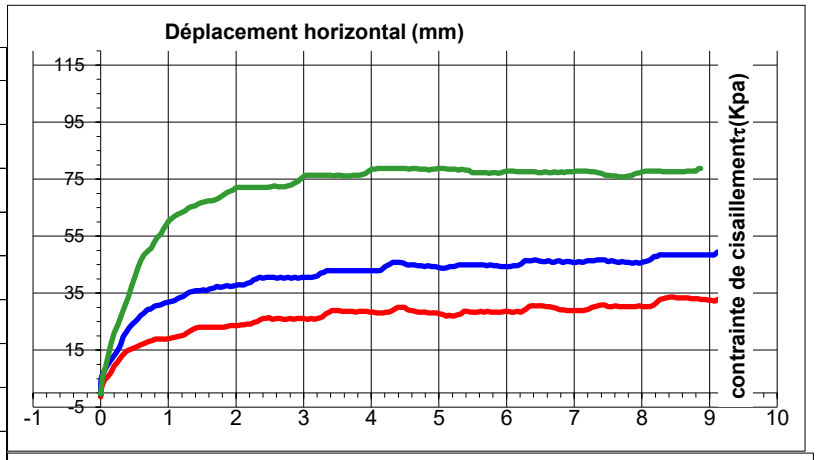
| Site: | Sondage n°: SC1 | | U0(Kpa): 0 |
|---|---|---|---|
| **Le Plessis Robinson** | profondeur (m): **2.6** | | date essai: 2-Apr-25 |
| | $\sigma'_{v0}$(Kpa): 48 | | N° dossier: **128850-MAS** |

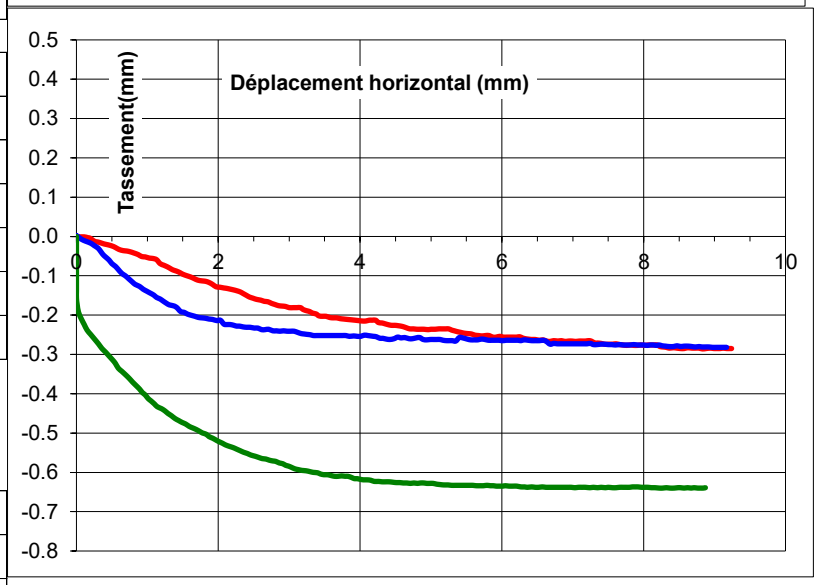
**Nature terrain:** Argile plastique brun-ocre -rouge graveleuse à meulières(cm),quartz et oxydes ,très saturée

**Wn=29.0%** semi-recosntitué écrété à 5mm collante

**Caractéristiques des éprouvettes**

| **Valeurs initiales** | A | B | C | D |
|---|---|---|---|---|
| $H_0$(mm): | 24 | 24 | 24 | |
| $L_0$(mm): | 60 | 60 | 60 | |
| w(%): | 31% | 33% | 31% | |
| $\gamma_h$(KN/m3): | 18.35 | 18.39 | 18.32 | |
| $\gamma_d$(KN/m3): | 14.05 | 13.85 | 14.01 | |
| $\gamma_s$(KN/m3): | 27.00 | 27.00 | 27.00 | |
| Sr(%): | 90% | 93% | 90% | |
| e= | 0.92 | 0.95 | 0.93 | |
| ontrainte normale σ(KPA)= | 56.1 | 103.3 | 200.6 | |
| **Après consolidation** | | | | |
| H(mm): | 24 | 23 | 22 | |
| $\gamma_d$(KN/m3): | 18.711 | 18.605 | 18.405 | |
| t100(min) | 8 | 8 | 8 | |
| Vitesse( mm/min): | 0.02 | 0.02 | 0.02 | |
| **Après cisaillement** | | | | |
| w(%): | 33% | 34% | 31% | |



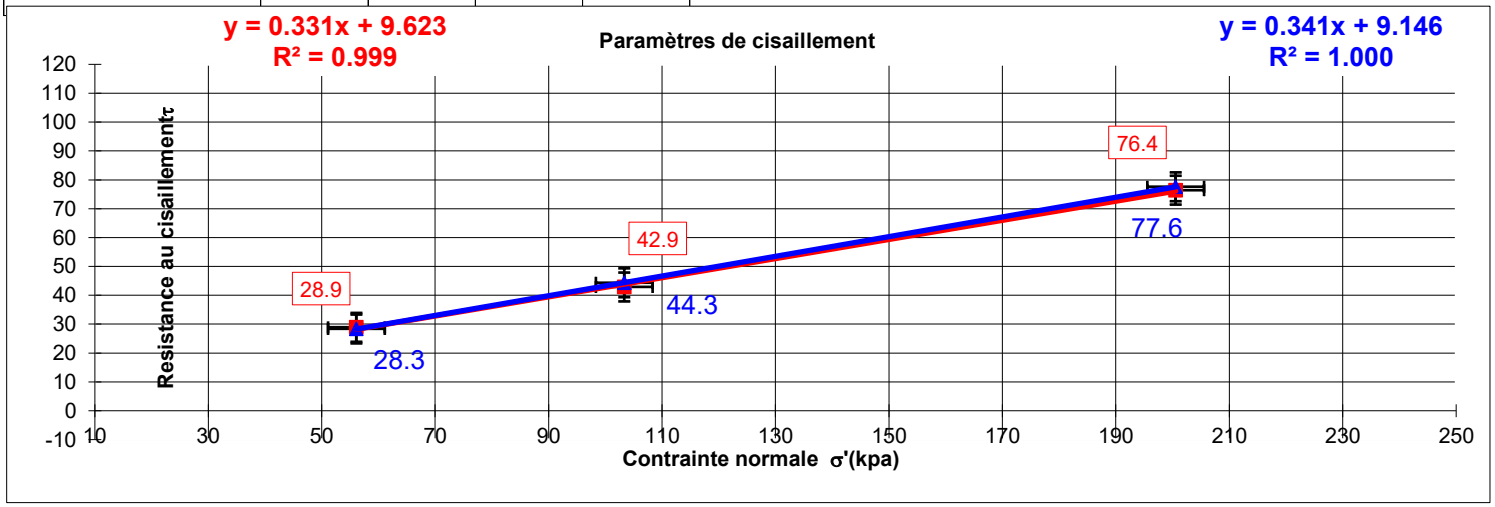




**Paramètres de resistance au cisaillement**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $\tau_{f.p}$ (Kpa): | 28.9 | 42.9 | 76.4 | |
| $\delta l_{f.p}$ (mm): | 3.4 | 3.3 | 3.0 | |
| | | | | |
| $\tau_{f.f}$ (Kpa): | 28.3 | 44.3 | 77.6 | |
| $\delta l_{f.f}$ (mm): | 6 | 6 | 6 | |

**Résultats**

| | C'(Kpa): | Φ:'(degré) |
|---|---|---|
| AU PIC | 10 | 18 |
| Etat Final | 9 | 19 |



# CISAILLEMENT RECTILIGNE A LA BOITE - CISAILLEMENT DIRECT
## REALISE CONFORMEMENT A LA NORME NF P 94-071-1

**CD(consolidé drainé)**

| | | | |
|---|---|---|---|
| Site: **Le Plessis Robinson** | Sondage n°: **SC2** | | U0(Kpa): 0 |
| | profondeur (m): **3.6** | | date essai: 2-Apr-25 |
| | $\sigma'_{v0}$(Kpa): 64 | | N° dossier: **128850-MAS** |

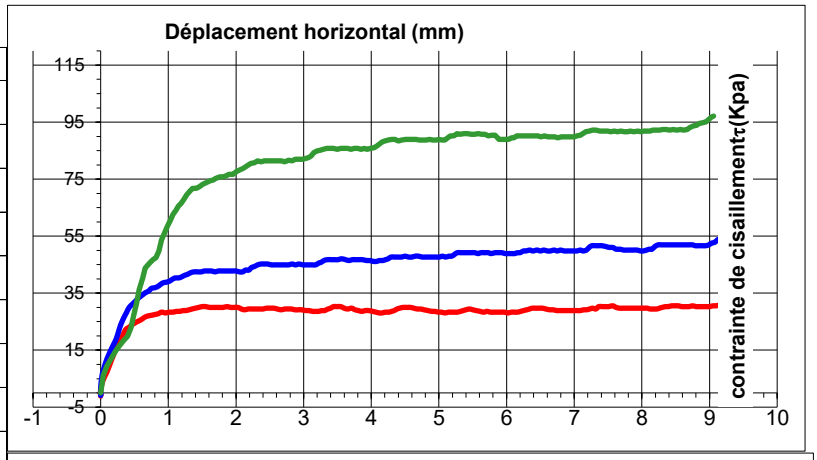
**Nature terrain:** Argile plastique marron-ocre à veines gris-vert très graveleuse meulières(cm),saturée,molle

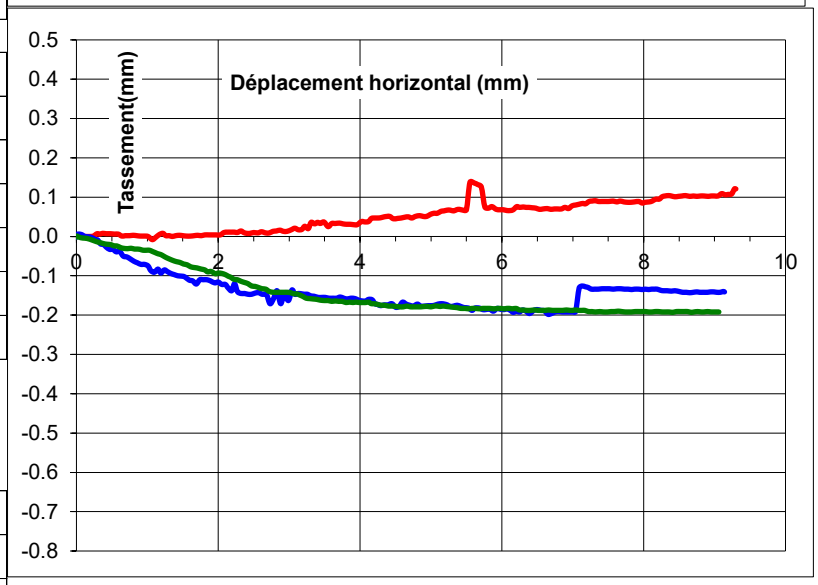
**Wn=30.0%**

semi-recosntitué écrété à 5mm

### Caractéristiques des éprouvettes

| Valeurs initiales | A | B | C | D |
|---|---|---|---|---|
| $H_0$(mm): | 24 | 24 | 24 | |
| $L_0$(mm): | 60 | 60 | 60 | |
| w(%): | 35% | 34% | 32% | |
| $\gamma_h$(KN/m3): | 17.30 | 17.47 | 18.18 | |
| $\gamma_d$(KN/m3): | 12.84 | 13.03 | 13.76 | |
| $\gamma_s$(KN/m3): | 27.00 | 27.00 | 27.00 | |
| Sr(%): | 85% | 86% | 90% | |
| e= | 1.10 | 1.07 | 0.96 | |
| ontrainte normale $\sigma_n$(KPA)= | 56.1 | 103.3 | 200.6 | |
| **Après consolidation** | | | | |
| H(mm): | 23 | 22 | 21.5 | |
| $\gamma_d$(KN/m3): | 17.735 | 17.73 | 18.306 | |
| t100(min) | 10 | 10 | 10 | |
| Vitesse( mm/min): | 0.01 | 0.01 | 0.01 | |
| **Après cisaillement** | | | | |
| w(%): | 38% | 36% | 33% | |



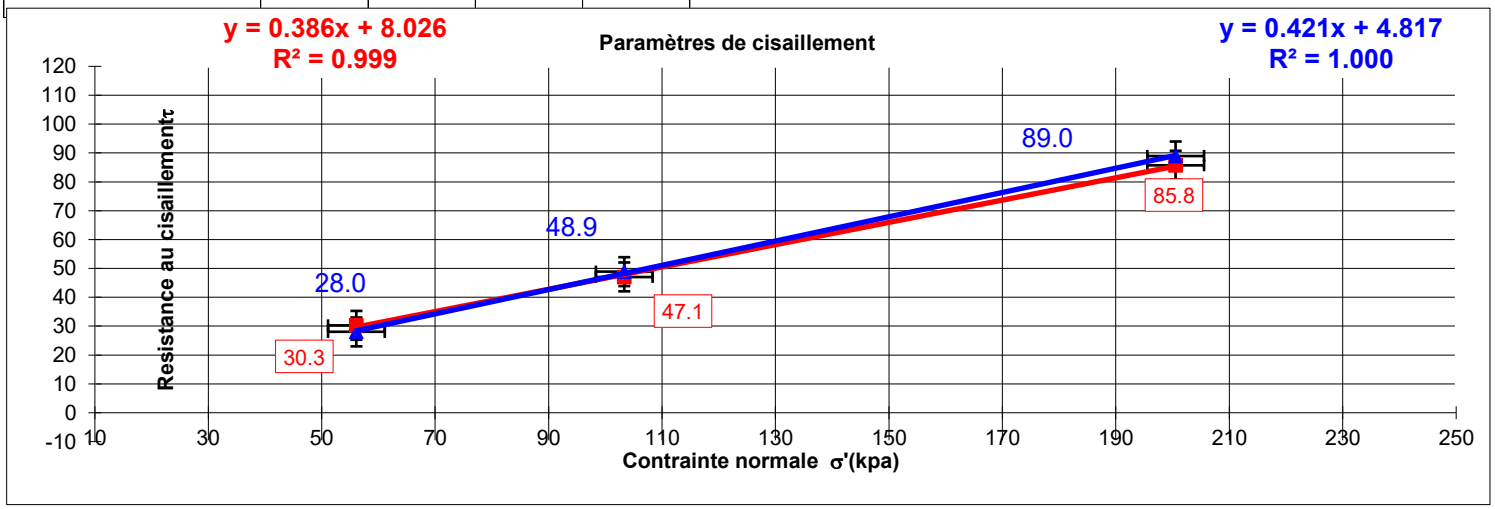




### Paramètres de resistance au cisaillement

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $\tau_{f.p}$ (Kpa): | 30.3 | 47.1 | 85.8 | |
| $\delta l_{f.p}$ (mm): | 1.5 | 3.6 | 3.3 | |
| | | | | |
| $\tau_{f.f}$ (Kpa): | 28.0 | 48.9 | 89.0 | |
| $\delta l_{f.f}$ (mm): | 6 | 6 | 6 | |

### Résultats

| | C'(Kpa): | Φ:'(degré) |
|---|---|---|
| AU PIC | 8 | 21 |
| Etat Final | 5 | 23 |



# CISAILLEMENT RECTILIGNE A LA BOITE - CISAILLEMENT DIRECT
## REALISE CONFORMEMENT A LA NORME NF P 94-071-1

**CD(consolidé drainé)**

| Site: | Sondage n°: SC2 | | U0(Kpa): 0 |
|---|---|---|---|
| **Le Plessis Robinson** | profondeur (m): **6** | | date essai: 2-Apr-25 |
| | $\sigma'_{v0}$(Kpa): 114 | | N° dossier: **128850-MAS** |

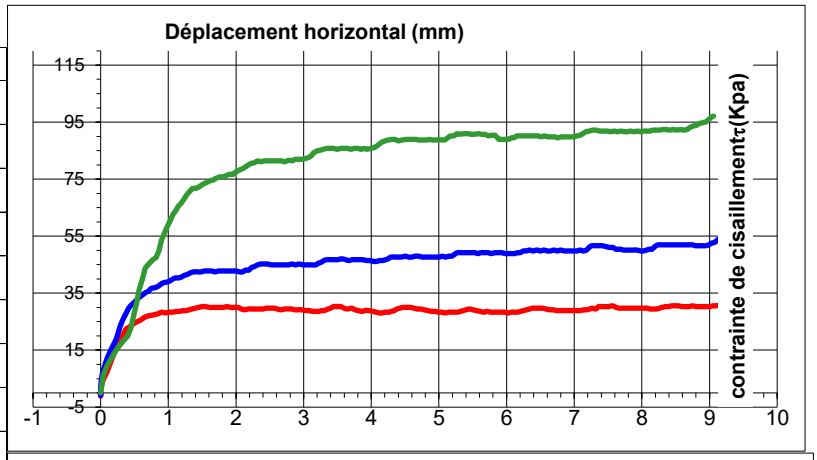
**Nature terrain:** Argile plastique marron-ocre gris en bourrage graviers meulières(cm)quartz gros sel,saturée,molle

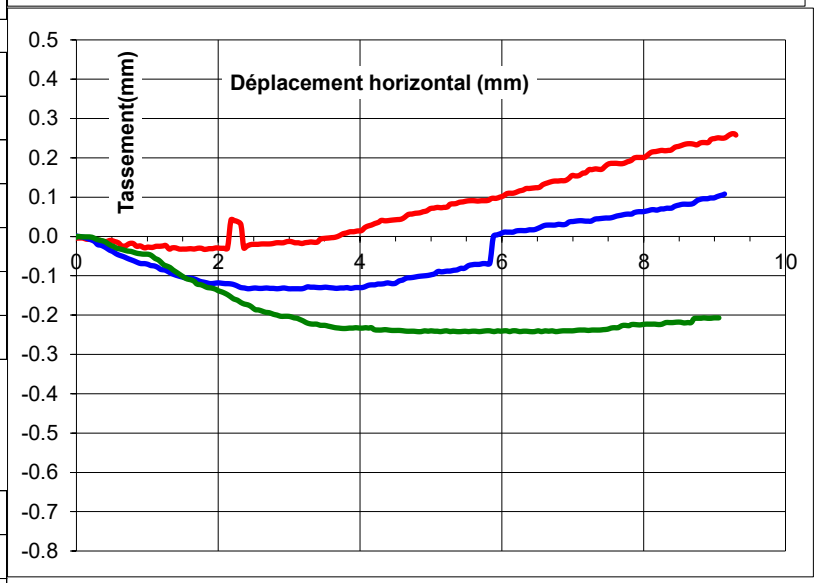
**Wn=33.2%**

semi-recosntitué écrété à 5mm

### Caractéristiques des éprouvettes

| Valeurs initiales | A | B | C | D |
|---|---|---|---|---|
| $H_0$(mm): | 24 | 24 | 24 | |
| $L_0$(mm): | 60 | 60 | 60 | |
| w(%): | 34% | 33% | 33% | |
| $\gamma_h$(KN/m3): | 19.22 | 18.52 | 19.02 | |
| $\gamma_d$(KN/m3): | 14.38 | 13.92 | 14.30 | |
| $\gamma_s$(KN/m3): | 27.00 | 27.00 | 27.00 | |
| Sr(%): | 100% | 95% | 100% | |
| e= | 0.88 | 0.94 | 0.89 | |
| ontrainte normale $\sigma_n$(KPA)= | 56.1 | 106.1 | 211.7 | |
| **Après consolidation** | | | | |
| H(mm): | 23 | 22 | 21.5 | |
| $\gamma_d$(KN/m3): | 17.735 | 17.73 | 18.306 | |
| t100(min) | 8 | 8 | 8 | |
| Vitesse( mm/min): | 0.02 | 0.02 | 0.02 | |
| **Après cisaillement** | | | | |
| w(%): | 23% | 27% | 28% | |




### Paramètres de resistance au cisaillement

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $\tau_{f.p}$ (Kpa): | 30.3 | 47.1 | 85.8 | |
| $\delta l_{f.p}$ (mm): | 1.5 | 3.6 | 3.3 | |
| | | | | |
| $\tau_{f.f}$ (Kpa): | 28.0 | 48.9 | 89.0 | |
| $\delta l_{f.f}$ (mm): | 6 | 6 | 6 | |
| | | | | |
| | | | | |

### Résultats

| | C'(Kpa): | Φ:'(degré) |
|---|---|---|
| AU PIC | 10 | 20 |
| Etat Final | 7 | 21 |

