



# RAPPORT

## Étude Géotechnique de conception

### Phase Avant-Projet (G2 AVP)

## Construction d'un bâtiment Modulaire CAMBRAI 6 rue Rambouillet

| Référence : 2023/12225/LILLE/01 |          |                               |                    | Mission G2 Phase AVP        |             |              |
|---------------------------------|----------|-------------------------------|--------------------|-----------------------------|-------------|--------------|
| Indice                          | Date     | Modifications<br>Observations | Nbre pages         | Établi par                  | Vérifié par | Approuvé par |
|                                 |          |                               | Texte +<br>annexes |                             |             |              |
| 0                               | 02/06/25 | Première<br>émission          | 39 + annexes       | V. CAPPELLU /<br>V. RAMEAUX | P. BERTHIER | P. BERTHIER  |
| A                               |          |                               |                    |                             |             |              |
| B                               |          |                               |                    |                             |             |              |
| C                               |          |                               |                    |                             |             |              |

**Nb :** l'indice le plus récent de la même mission, annule et remplace les indices précédents

**AGENCE PARIS**  
 50 Rue Pierre Curie  
 78370 PLAISIR  
 Tél : 01.61.37.28.60  
 Mail : agence.paris@geotec.fr

**Siège social :**  
 9 bld de l'Europe 21800 QUETIGNY  
 Tél. : 03.80.48.93.20  
 SAS au capital de 952 200 € - Siret 778 196501 00028  
 Code NAF 7112B – Qualité OPQIBI  
 Membre SYNTEC, USG et UPDS - www.geotec.fr

# SOMMAIRE

|                                                                               |           |
|-------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1. CADRE D'INTERVENTION .....</b>                                          | <b>4</b>  |
| 1.1 INTERVENANTS .....                                                        | 4         |
| 1.2 PROJET, DOCUMENTS REÇUS ET HYPOTHESES .....                               | 4         |
| 1.3 MISSION .....                                                             | 6         |
| 1.4 REMARQUES .....                                                           | 6         |
| <b>2. CONTEXTE DU SITE ET CONTENU DE LA RECONNAISSANCE .....</b>              | <b>7</b>  |
| 2.1 LE SITE .....                                                             | 7         |
| 2.1.1 Historique du site .....                                                | 7         |
| 2.1.2 Etat actuel .....                                                       | 8         |
| 2.2 PREMIERE APPROCHE DE LA ZONE D'INFLUENCE GÉOTECHNIQUE .....               | 9         |
| 2.3 CONTENU DE LA RECONNAISSANCE .....                                        | 9         |
| 2.4 IMPLANTATION ET NIVELLEMENT DES SONDAGES .....                            | 9         |
| <b>3. CADRE GEOLOGIQUE – RESULTATS DE LA RECONNAISSANCE .....</b>             | <b>10</b> |
| 3.1 NATURE ET CARACTERISTIQUES DES SOLS .....                                 | 11        |
| 3.2 ESSAIS EN LABORATOIRE .....                                               | 13        |
| 3.3 RISQUES NATURELS ET ANTHROPIQUES .....                                    | 14        |
| 3.4 DONNEES SISMIQUES – RISQUE DE LIQUEFACTION .....                          | 15        |
| 3.5 HYDROGÉOLOGIE .....                                                       | 19        |
| 3.5.1 Mesures ponctuelles .....                                               | 19        |
| 3.5.2 Analyse de l'agressivité de l'eau vis-à-vis des bétons .....            | 19        |
| 3.6 POLLUTION .....                                                           | 20        |
| 3.7 PREMIERE APPROCHE DU MODELE GEOTECHNIQUE .....                            | 21        |
| <b>4. TERRASSEMENTS .....</b>                                                 | <b>22</b> |
| 4.1 PROJET ENVISAGÉ .....                                                     | 22        |
| 4.2 CONTRAINTES DU SITE .....                                                 | 22        |
| 4.3 EXTRACTION .....                                                          | 22        |
| 4.4 MISE HORS D'EAU .....                                                     | 23        |
| 4.4.1 Phase provisoire .....                                                  | 23        |
| 4.4.2 Phase définitive .....                                                  | 23        |
| <b>5. ETUDE DES OUVRAGES GÉOTECHNIQUES .....</b>                              | <b>24</b> |
| 5.1 FONDATIONS PROFONDES (NF P94-262 EUROCODE 7 – FONDATIONS PROFONDES) ..... | 24        |
| 5.1.1 Choix de la méthode de calcul .....                                     | 24        |
| 5.1.2 Exemple de prédimensionnement de micropieu – au droit de CPT2 .....     | 25        |

|            |                                                                               |           |
|------------|-------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 5.1.3      | Frottement négatif .....                                                      | 26        |
| 5.1.4      | Effet de groupe.....                                                          | 26        |
| 5.1.5      | Tassements .....                                                              | 26        |
| 5.1.6      | Sujétions d'exécution.....                                                    | 26        |
| 5.1.7      | Contrôles .....                                                               | 27        |
| <b>5.2</b> | <b>DALLES PORTEES.....</b>                                                    | <b>27</b> |
| <b>6.</b>  | <b>RECOMMANDATIONS POUR LA MISE AU POINT DU PROJET .....</b>                  | <b>28</b> |
|            | <b>CONDITIONS GENERALES.....</b>                                              | <b>29</b> |
|            | <b>ENCHAÎNEMENT DES MISSIONS D'INGENIERIE GEOTECHNIQUE.....</b>               | <b>32</b> |
|            | <b>TABLEAU 2 - CLASSIFICATION DES MISSIONS D'INGENIERIE GEOTECHNIQUE.....</b> | <b>33</b> |
|            | <b>ANNEXES .....</b>                                                          | <b>35</b> |
|            | <b>ANNEXE 1 – PLAN DE SITUATION .....</b>                                     | <b>36</b> |
|            | <b>ANNEXE 2 – PLAN D'IMPLANTATION .....</b>                                   | <b>37</b> |
|            | <b>ANNEXE 3 – SONDAGES ET ESSAIS .....</b>                                    | <b>38</b> |
|            | <b>ANNEXE 4 – ESSAIS EN LABORATOIRE.....</b>                                  | <b>39</b> |

## 1. CADRE D'INTERVENTION

### 1.1 INTERVENANTS

A la demande et pour le compte de l'Université Polytechnique Hauts-de France (UPHF) de Cambrai, Géotec a réalisé la présente étude sur le site suivant : 6 rue Rambouillet, commune de CAMBRAI.

### 1.2 PROJET, DOCUMENTS REÇUS ET HYPOTHESES

Les documents suivants ont été mis à la disposition de GÉOTEC :

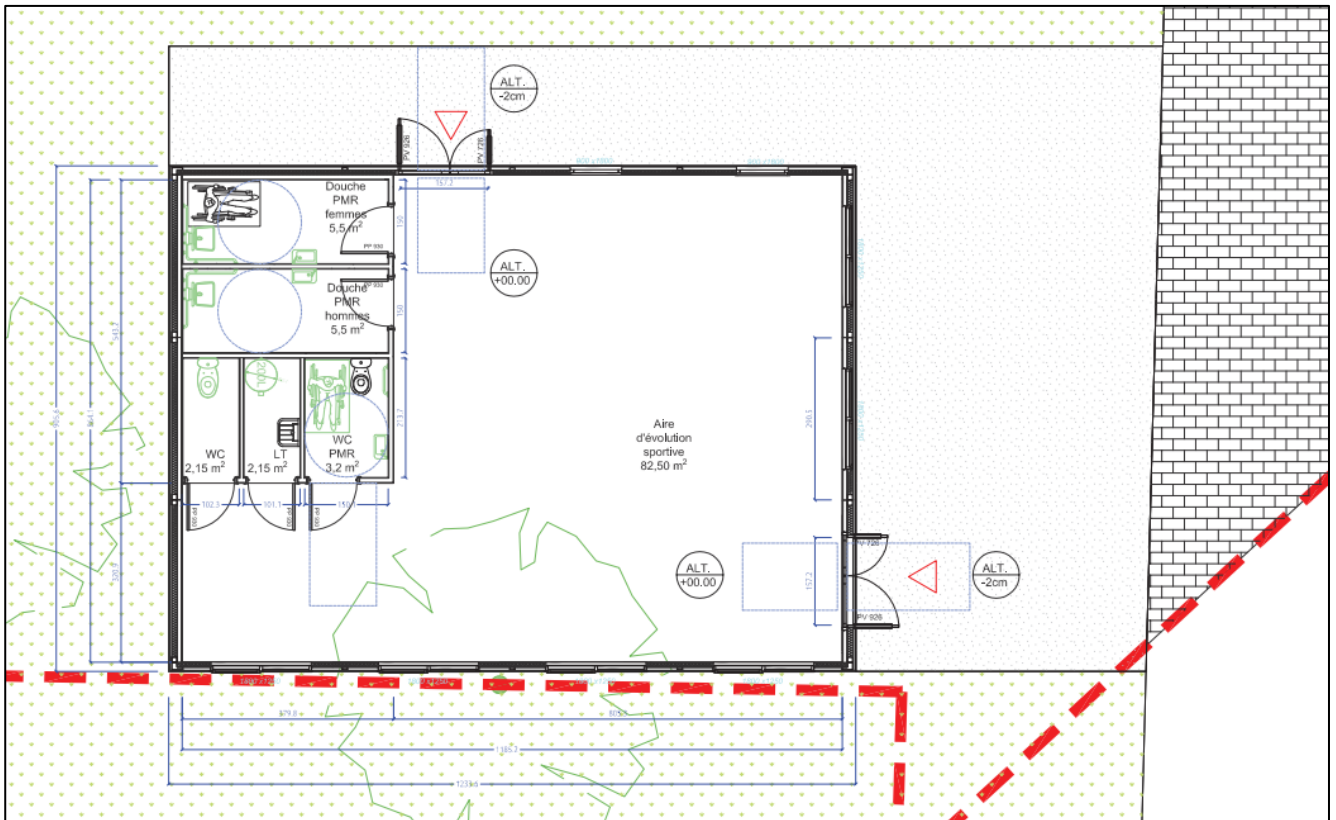
| Document                                            | Émetteur      | Référence | Date    | Échelle | Cote altimétrique | Remarques                    |
|-----------------------------------------------------|---------------|-----------|---------|---------|-------------------|------------------------------|
| Préconisations pour études géotechnique G2AVP/G2PRO | Groupe Projex | -         | 11/2023 | -       | -                 | -                            |
| Plan de situation du projet                         |               | -         |         | -       | -                 | -                            |
| Plan d'implantation prévisionnel des sondages       |               | -         |         | -       | -                 | -                            |
| Permis de construire                                | Atelier 204   | -         | 01/2024 | oui     | non               | Plans et coupes projet ind 0 |
| Plans projet                                        |               | -         | 06/2024 | 1/100   | non               | Implantation projet modifiée |

Le projet consiste en un bâtiment modulaire de type simple RDC à usage de salle de sport avec douches et sanitaires. Son emprise au sol est de 110 m<sup>2</sup> environ.



Vue projet





*Plan de masse projet*

D'après les plans transmis, nous supposons que le niveau du RdC est prévu du Terrain Actuel (noté TA dans tout le rapport).

En l'absence d'éléments précis, Les charges ELS transmises par la structure sont supposées être limitées à :

- 200 kN / poteau ( $\approx 20$  t)
- 50 kN / ml pour les murs porteurs ( $\approx 5$  t/ ml)
- 5 kN / m² pour les dallages ( $\approx 0.5$  t/m²)

Ces charges devront être calculées avec précision par le BET Structures ou l'entreprise, et transmises à GÉOTEC si elles diffèrent de celles prises par hypothèse.

Les référentiels retenus par le maître d'Ouvrage dans le cadre du présent projet sont l'Eurocode 7 et 8.

### 1.3 MISSION

Conformément à son offre Réf. 2023/12225/LILLE/01 du 07/02/2025, GÉOTEC a reçu une mission de conception géotechnique, phase avant-projet (G2 AVP).

Des investigations géotechniques ont été réalisées par GÉOTEC dans le cadre de la présente mission d'étude géotechnique de conception phase avant-projet G2 AVP selon les termes de la norme NF P 94-500 révisée en novembre 2013, relative aux missions géotechniques (extraits joints).

Il est rappelé que la phase avant-projet de la mission d'étude géotechnique de conception G2 doit être complétée par les phases projet et DCE/ACT puis par des missions de réalisation G3 (étude et suivi d'exécution réalisés par le géotechnicien de l'entreprise) et G4 (supervision géotechnique d'exécution) afin de limiter les aléas géotechniques qui peuvent apparaître en cours ou après réception des ouvrages. GÉOTEC reste à la disposition des intervenants, et notamment de l'équipe de maîtrise d'œuvre, pour l'exécution des missions complémentaires de conception G2 et G4, la mission G3 étant réalisée par les entreprises de travaux.

L'exploitation et l'utilisation de ce rapport doivent respecter les « Conditions générales » données en fin de rapport.

### 1.4 REMARQUES

Toutes les abréviations utilisées dans ce rapport sont conformes à la norme XP 94-010 hormis les suivantes :

- Rd : résistance dynamique apparente (formule des Hollandais)
- RDC : rez-de-chaussée
- TA : terrain actuel
- NGF : nivellement général de la France défini selon l'IGN69
- GNSS : géolocalisation et navigation par un système de satellites
- RTK : real time kinematic (cinématique en temps réel)
- DDT : direction départementale des territoires
- DDTM : direction départementale des territoires et de la Mer

## 2. CONTEXTE DU SITE ET CONTENU DE LA RECONNAISSANCE

### 2.1 LE SITE

#### 2.1.1 Historique du site

L'occupation antérieure du site, et plus particulièrement de la zone d'implantation du bâtiment modulaire projeté ne nous a pas été précisée dans le cadre de cette étude. À titre indicatif, l'examen de photographies aériennes du site, prises entre 1930 et aujourd'hui, révèle les occupations successives suivantes :

Les premières photographies aériennes révèlent la présence d'une usine desservie par des voies ferrées au niveau de la zone d'étude. À partir de 1966, ces voies ferrées sont progressivement démantelées.

On observe également la présence d'un cercle blanc à l'emplacement prévu pour l'implantation du bâtiment (dalle en béton repérée en sondage ?).



Entre 1966 et 1988, de nombreux bâtiments de l'usine sont démolis, seuls quelques-uns sont conservés. Ces bâtiments sauvegardés sont ensuite réhabilités pour accueillir les locaux de l'UPHF. Par la suite, de nouvelles constructions sont réalisées afin d'héberger les différentes activités de l'université.

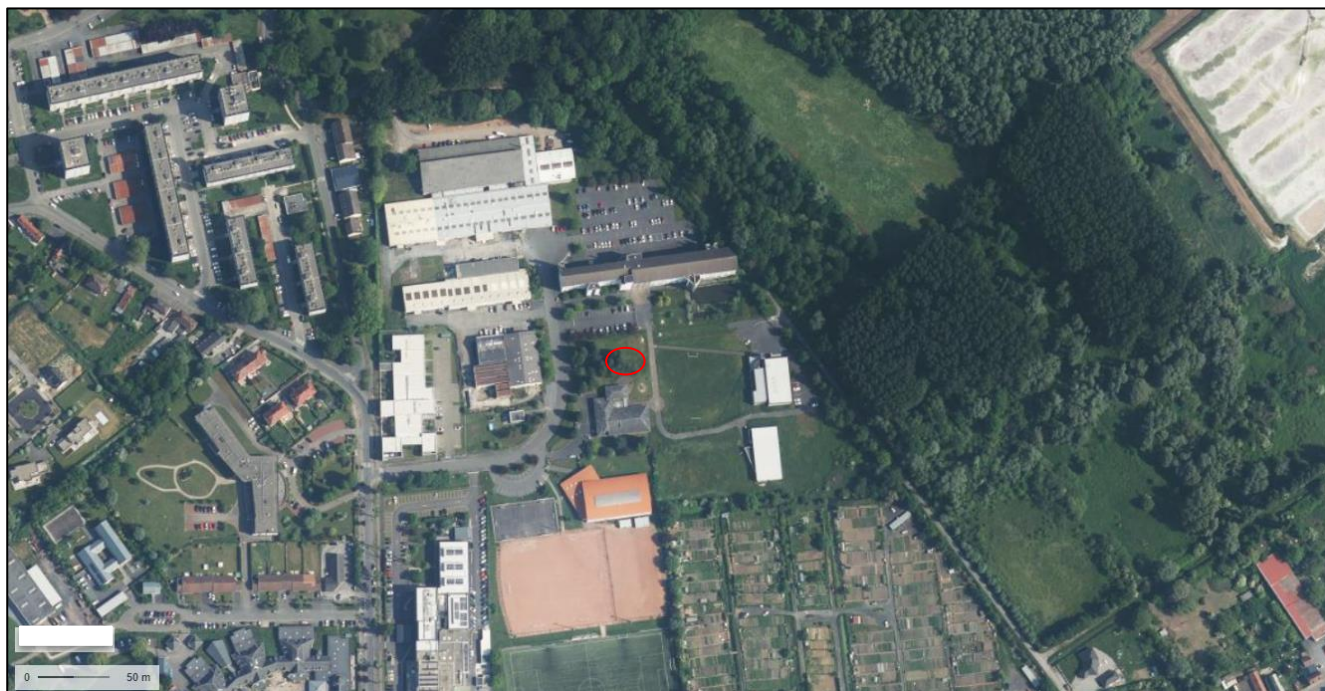




### 2.1.2 Etat actuel

Le terrain étudié se trouve au 6 rue du Rambouillet à CAMBRAI, il est entouré par les locaux de l'université et correspond à la parcelle cadastrale 202 de la section AL. Il est délimité par :

- Des bâtiments industriels en partie Nord ;
- Une zone boisée en partie Est ;
- Des habitations et leur jardin en partie Sud ;
- Un EHPAD en partie Ouest.



Vue aérienne

Le terrain est sensiblement plat, son altitude actuelle est de l'ordre de 42 m NGF selon les relevés GPS effectués sur site lors de nos investigations.

## 2.2 PREMIERE APPROCHE DE LA ZONE D'INFLUENCE GÉOTECHNIQUE

La zone d'influence géotechnique (ZIG) ne se limite pas qu'à la parcelle intéressée par le projet.

La ZIG intéresse également :

- Les ouvrages mitoyens suivants (interface entre fondations / terrassements),
- Les parcelles mitoyennes (interface entre fondations / terrassements),
- Les chaussées mitoyennes (chemin d'accès aux bâtiments) (terrassements),
- L'environnement périmétrique du site (terrassements / pompage et son cône d'influence / stabilité de pente).

## 2.3 CONTENU DE LA RECONNAISSANCE

La campagne de reconnaissance définie par GEOTEC a consisté en l'exécution de :

- **2 sondages géologiques** (ST1 et ST2) en diamètre 63 mm. Ces sondages ont atteint une profondeur de 10.00 m/TA. Ils ont permis de visualiser la nature des sols traversés et de prélever des échantillons pour analyses en laboratoire. Le sondage ST1 (réalisé en mai 2024) a permis la réalisation de :
  - **1 piézomètre** (PZ1) de 10 m crépiné de 1.00 à 10.00 m/TA et coiffé en tête d'une protection métallique cadénassée. (Réalisé en mai 2024)
- **2 essais au pénétromètre statique lourd** (CPT1 et CPT2) poussés au refus à une profondeur de 15.50 m/TA.
- **des analyses de laboratoire** ont été réalisées sur des échantillons représentatif :
  - 2 teneurs en eau ;
  - 2 déterminations des limites d'Atterberg ;
  - 2 teneurs en matière organique ;
  - 1 analyse d'agressivité du sol vis-à-vis du béton ;
  - 1 analyse d'agressivité de l'eau vis-à-vis du béton.

**Nota : 3 avants trou** de 0.70 m ont été effectués pour permettre la réalisation des sondages ST2, CPT1 et CPT2.

**Nota :** Le sondage ST1 et le piézomètre ont été réalisés en mai 2024. Suite à la modification de l'implantation du projet le restant des sondages a été réalisé en mars/avril 2025.

## 2.4 IMPLANTATION ET NIVELLEMENT DES SONDAGES

La position des sondages et essais figure sur le schéma d'implantation en annexe 2.

Les sondages ont été implantés par nos soins, dans des zones accessibles à nos machines, en fonction des réseaux enterrés et des revêtements existants. Une détection des réseaux enterrés a été réalisée par la société Adré Réseaux.



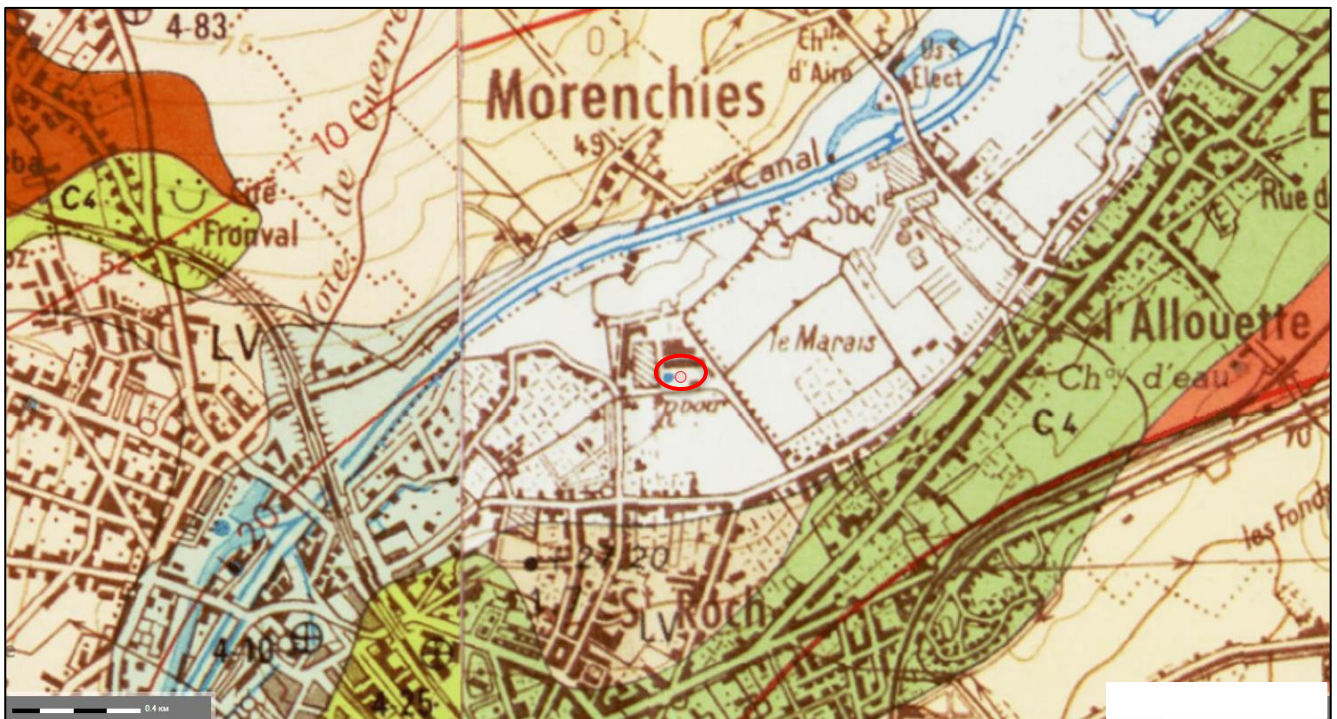
Les sondages ont été relevés à l'aide d'un GPS professionnel en planimétrie (X et Y en Lambert 93 CC50) et en altimétrie (Z en NGF).

Les profondeurs sont comptées par rapport au Terrain Actuel (TA).

### 3. CADRE GEOLOGIQUE – RESULTATS DE LA RECONNAISSANCE

D'après la carte géologique de Cambrai au 1/50000 et notre connaissance de ce secteur, la géologie attendue est la suivante :

- Un recouvrement de remblais dû à l'occupation du site ;
- Les alluvions modernes de la plaine de l'Escaut (tourbe, sable et graviers) ;
- Les argiles du Landénien ;
- Ou directement la craie du Sénonien.



*Extrait de la carte géologique de Cambrai au 1/50000ème*

### 3.1 NATURE ET CARACTERISTIQUES DES SOLS

La campagne de reconnaissance a mis en évidence les formations suivantes sous **un remblais de terre végétale** de l'ordre de 10 cm d'épaisseur et d'une **dalle béton** observé en ST2, CPT1 et CPT2 et supposé en ST1 jusqu'à une profondeur de l'ordre de 0.20 m/TA :

- un **remblai limoneux / argileux beige à marron noirâtre pouvant présenter des débris de brique et des cailloutis** identifié et supposé au droit de l'ensemble des sondages jusqu'à des profondeurs comprises entre 1.00 et 1.50 m/TA.
- Ses caractéristiques mécaniques sont hétérogènes.
- une **argile +/- limoneuse brun grisâtre pouvant présenter de cailloutis et une odeur vasarde** identifiée et supposée au droit de l'ensemble des sondages jusqu'à des profondeurs comprises entre 2.50 et 3.20 m/TA. On peut attribuer cette formation aux alluvions modernes de la plaine de l'Escaut.
- Ses caractéristiques mécaniques sont très faibles à faibles (argiles très molles à molles selon l'Eurocode 7) :

$$0.4 \leq q_c \leq 1.5 \text{ MPa}$$

- **Un ensemble de tourbes noirâtre et de limons/argiles tourbeuses noirâtre pouvant présenter des graves** identifié et supposé dans tous les sondages jusqu'à des profondeurs comprises entre 5.50 et 6.50 m/TA. On peut attribuer cette formation aux alluvions modernes de la plaine de l'Escaut.
- Ses caractéristiques mécaniques sont très faibles (argiles / limons très mous selon l'Eurocode 7) :

$$0.40 \leq q_c \leq 1.0 \text{ MPa}$$

- **Un ensemble de sables et graviers argileux marron / d'alluvions limono-graveleuses marron-grisâtre** identifié et supposé au droit de sondages ST1/PZ, CPT1 et CPT2 jusqu'à des profondeurs comprises entre 7.00 et 10.20 m/TA. On peut attribuer cette formation aux alluvions de la plaine de l'Escaut.
- Ses caractéristiques mécaniques sont moyennes à bonnes (sables moyennement denses à denses selon l'Eurocode 7) :

$$2.50 \leq q_c \leq 24.0 \text{ MPa}$$

- **Une craie altérée / limon crayeux beige à blanc jaunâtre pouvant présenter des débris de silex** identifiée jusqu'à l'arrêt des sondages ST1/PZ et ST2 à une profondeur de 10.00 m/TA et supposé jusqu'aux refus des essais CTT1 et CPT2 à une profondeur de 15.50 m/TA. On peut attribuer cette formation à la craie du Sénonien.
- Ses caractéristiques mécaniques sont moyennes (Craie altérée selon l'Eurocode 7):

$$4.0 \leq q_c \leq 16.0 \text{ MPa}$$

La stratigraphie relevée au droit de chaque sondage est résumée dans le tableau suivant :\*

|                                                                           | ST1/PZ         |                        | CPT1*          |                        | ST2            |                        | CPT2*          |                        |
|---------------------------------------------------------------------------|----------------|------------------------|----------------|------------------------|----------------|------------------------|----------------|------------------------|
|                                                                           | Prof/TA<br>(m) | Cote<br>réf/NGF<br>(m) | Prof/TA<br>(m) | Cote<br>réf/NGF<br>(m) | Prof/TA<br>(m) | Cote<br>réf/NGF<br>(m) | Prof/TA<br>(m) | Cote<br>réf/NGF<br>(m) |
| <b>Remblais</b>                                                           | 0              | 42.03                  | 0              | 42.04                  | 0              | 42.11                  | 0              | 41.96                  |
| <b>Argiles +/-<br/>limoneuse</b>                                          | 1.10           | 40.93                  | 1.40           | 40.64                  | 1.00           | 41.11                  | 1.50           | 40.46                  |
| <b>Tourbe à<br/>argile/limon<br/>tourbeux</b>                             | 3.00           | 39.03                  | 3.20           | 38.84                  | 3.00           | 39.11                  | 2.50           | 39.46                  |
| <b>Sables et<br/>graviers /<br/>Alluvions<br/>limono-<br/>graveleuses</b> | 5.50           | 36.53                  | 5.40           | 36.64                  | 6.50           | 35.61                  | 5.20           | 36.26                  |
| <b>Limon crayeux<br/>/ craie altérée</b>                                  | 7.00           | 35.03                  | 8.20           | 33.84                  | 9.50           | 32.61                  | 10.20          | 31.76                  |
|                                                                           | > 10.00        | < 32.03                | > 15.50        | < 26.54                | > 10.00        | < 32.11                | > 15.50        | < 26.46                |

\* coupe établie par interprétation des essais pénétrométriques.

Compte tenu de la méthode de forage semi-destructive à la tarière en diamètre 63 mm, les limites entre chaque faciès ne peuvent pas être identifiées de façon précise. En particulier, la limite entre les remblais et les alluvions sous-jacentes peut être imprécise. De même, la limite entre les alluvions et le substratum crayeux est floue et progressive. Afin de lever cette incertitude, nous conseillons la réalisation de sondages carotté lors de la période de préparation du chantier.

Nota : Ce tableau n'implique en rien qu'il ne puisse exister d'anomalie de la stratigraphie entre sondages. En particulier, la position exacte des interfaces entre couches ne saurait se déduire d'une simple extrapolation des relevés de sondages.

### 3.2 ESSAIS EN LABORATOIRE

Deux identifications GTR ont été réalisées sur des échantillons de **limons et d'argile limoneuse**. Elles permettent de classer ces matériaux en **A2th** selon le GTR92 et en **F2th** selon le GTR24. Il s'agit de sols fins sensibles aux variations hydriques.

Les essais en laboratoire ont donné les résultats suivants :

| Sondage                                     | ST2            | ST2                              |
|---------------------------------------------|----------------|----------------------------------|
| <b>Nature de l'échantillon</b>              | Limon grisâtre | Argile limoneuse (odeur vasarde) |
| <b>Profondeur (m/TA)</b>                    | 1.00 – 2.50    | 2.50 – 3.00                      |
| <b>Teneur en eau (%)</b>                    | 24.5           | 39.6                             |
| <b>Passant à 80 µm (%)</b>                  | 94.9           | 99.1                             |
| <b>Indice de Plasticité (I<sub>p</sub>)</b> | 14.9           | 19.9                             |
| <b>Classe GTR 1998</b>                      | <b>A2 th</b>   | <b>A2 th</b>                     |
| <b>Classe GTR 2023</b>                      | F2th           | F2th                             |

D'après le diagramme de plasticité, ces sols sont peu plastiques à plastiques. Les échantillons prélevés en ST2 entre 1.00 et 2.50 m/TA se trouvent proche la zone des argiles gonflantes, les échantillons prélevés en ST2 entre 2.50 et 3.00 m/TA se trouvent dans la zone des argiles gonflantes. Ces matériaux sont donc sujets au phénomène de retrait et de gonflement en cas de variations de la teneur en eau.

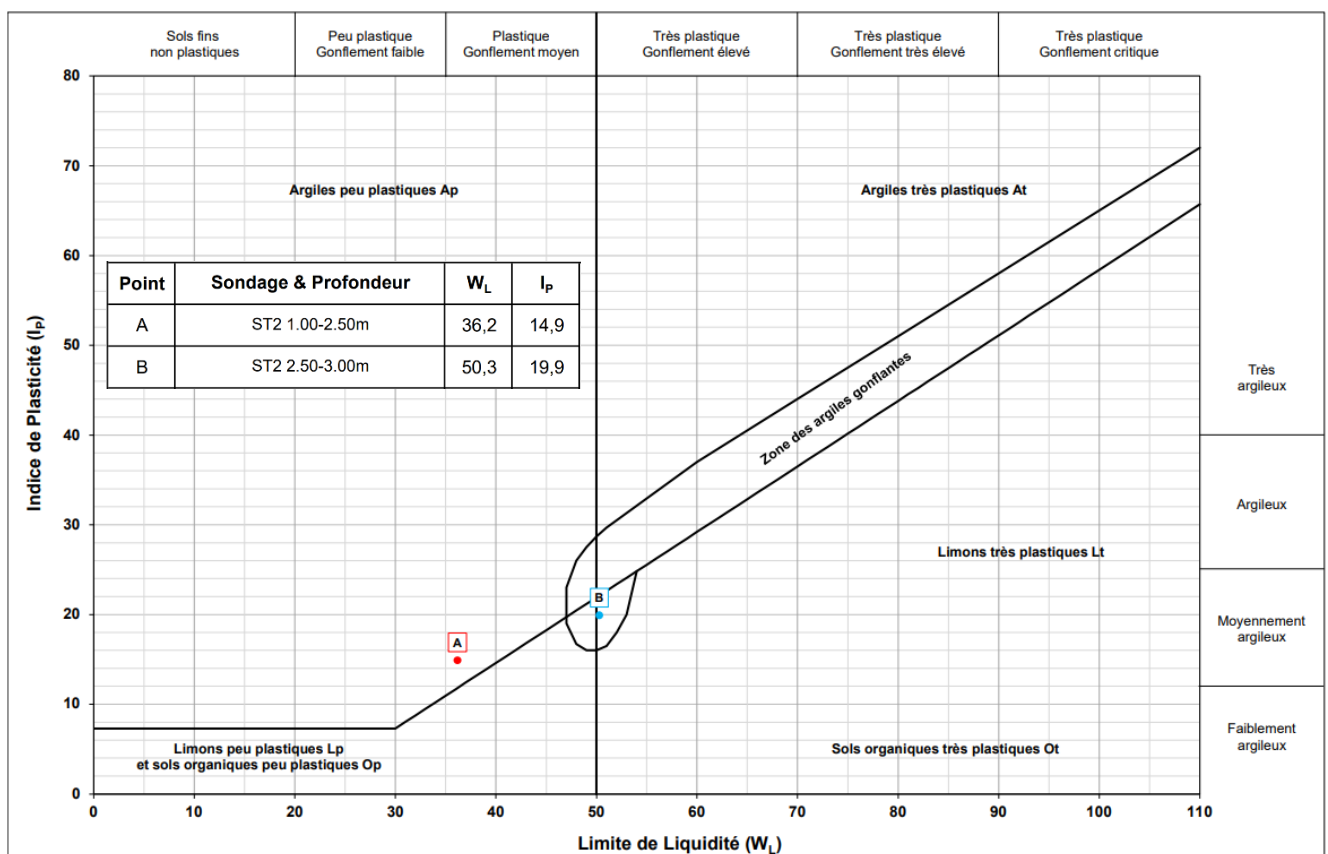


Diagramme de plasticité



### Teneur en matière organique :

| Sondage                        | ST2             | ST2                            |
|--------------------------------|-----------------|--------------------------------|
| <b>Nature de l'échantillon</b> | Tourbe noirâtre | Limon tourbeux marron grisâtre |
| <b>Profondeur (m/TA)</b>       | 3.00 – 4.50     | 4.50 – 6.50                    |
| <b>Matière sèche (%)</b>       | 30.4            | 64.5                           |
| <b>Matière organique (%)</b>   | 33.9            | 5.2                            |
| <b>Classe GTR 1998</b>         | <b>F12</b>      | <b>F11</b>                     |

### Analyses agressivité des sols vis-à-vis du béton :

L'analyse physico-chimiques menée sur un échantillon de tourbe noirâtre prélevé en ST2 entre 3.00 et 4.50 m/TA indique une agressivité des sols vis-à-vis du béton en **XA1 (sol à faible agressivité chimique)**. Il conviendra d'en prendre compte dans le choix du béton.

### Analyses agressivité de l'eau vis-à-vis du béton :

L'analyse physico-chimiques menée sur un échantillon d'eau souterraine prélevé en SP1 indique une agressivité des sols vis-à-vis du béton **< XA1 (eau non agressive)**.

## 3.3 RISQUES NATURELS ET ANTHROPIQUES

La consultation du site de prévention des risques majeurs ([www.georisques.gouv.fr](http://www.georisques.gouv.fr)) a permis d'identifier un certain nombre de risques que peut présenter le site étudié.

### ➤ Arrêtés de catastrophe naturelle

D'après le site ([www.georisques.gouv.fr](http://www.georisques.gouv.fr)), la commune étudiée a fait l'objet de 10 arrêtés de catastrophe naturelle entre 1989 et 2008.

| Code national CATNAT | Date début événement | Date fin événement | Date publication arrêté | Date publication joa | Libellé risque joa                |
|----------------------|----------------------|--------------------|-------------------------|----------------------|-----------------------------------|
| INTE0100678A         | 09/04/2001           | 09/04/2001         | 03/12/2001              | 19/12/2001           | Mouvement de Terrain              |
| INTE0200199A         | 01/04/2001           | 22/06/2001         | 26/04/2002              | 05/05/2002           | Inondations Remontée Nappe        |
| INTE9400642A         | 01/01/1990           | 30/09/1993         | 12/01/1995              | 31/01/1995           | Sécheresse                        |
| INTE9500497A         | 10/07/1995           | 12/07/1995         | 28/09/1995              | 15/10/1995           | Inondations et/ou Coulées de Boue |
| INTE9800443A         | 01/10/1993           | 31/12/1997         | 19/11/1998              | 11/12/1998           | Sécheresse                        |
| INTE9900161A         | 30/11/1998           | 30/11/1998         | 16/04/1999              | 02/05/1999           | Effondrement et/ou Affaissement   |
| INTE9900627A         | 25/12/1999           | 29/12/1999         | 29/12/1999              | 30/12/1999           | Inondations et/ou Coulées de Boue |
| INTE9900627A         | 25/12/1999           | 29/12/1999         | 29/12/1999              | 30/12/1999           | Mouvement de Terrain              |
| IOCE0829053A         | 03/08/2008           | 03/08/2008         | 05/12/2008              | 10/12/2008           | Inondations et/ou Coulées de Boue |
| MDIE900017A          | 01/06/1989           | 31/12/1989         | 04/12/1990              | 15/12/1990           | Sécheresse                        |

### ➤ Risque de remblais anthropiques

Compte tenu de l'historique du site, la présence de remblais est probable et a été observée dans l'ensemble des sondages. Ces derniers pourront également contenir des vestiges de construction (fondation, blocs, **dalle béton**, anciens réseaux, ...).

➤ **Risque de mouvements de terrain**

Aucun mouvement de terrain n'est référencé à proximité du projet.

➤ **Risque de cavités souterraines**

La commune de Cambrai est concernée par la présence de cavités souterraines. On note la présence de nombreuses cavités en centre-ville, cependant, aucune d'entre elles n'est recensée dans un rayon de 800 mètres autour de la zone d'étude.

Le substratum crayeux sous-jacent est sujet à la karstification. Il est toujours possible, dans un tel environnement, de rencontrer des cavités vides ou remplies de sédiments divers qui n'auraient pas été mises en évidence par les sondages.

Le toit du substratum correspond à une surface d'érosion. Par conséquent, il sera toujours possible de rencontrer des surprofondeurs ou des remontées du toit du substratum plus importantes que celles observées dans nos sondages.

➤ **Risque de retrait /gonflement des argiles**

Le site se trouve en zone d'aléa **moyen** concernant le risque de retrait/gonflement des argiles.



➤ **Risque d'inondation**

La commune de Cambrais n'est soumise à aucun Plan de Prévention du Risque Naturel inondation (PPRI) et ne fait partie d'aucun Territoire à Risque important d'Inondation (TRI).

### 3.4 DONNEES SISMIQUES – RISQUE DE LIQUEFACTION

Les analyses sont menées suivant l'EC8 et les recommandations de l'AFPS.

➤ **Zone de sismicité**

Le terrain se situe en zone de sismicité n°3 (**modéré**) selon les décrets n° 2010-1254 et 2010-1255 du 22 octobre 2010 codifiés dans les articles R.563-1 à 8 et D.563-8-1 du code de l'Environnement.

➤ **Catégorie d'importance de l'ouvrage**

Selon l'article R.563-3 du Code de l'Environnement, la classe dite "**à risque normal**" comprend les bâtiments, équipements et installations pour lesquels les conséquences d'un séisme demeurent circonscrites à leurs occupants et à leur voisinage immédiat.

Les catégories d'importance sont précisées pour les bâtiments dits « à risque normal » dans l'arrêté du 22 octobre 2010 modifié et décrites dans le tableau suivant.

Le bâtiment projeté (bâtiment modulaire pour une salle de sport) est supposé de catégorie d'importance **III** (**à confirmer par le maître d'ouvrage**).

| Catégorie d'importance | Description                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| I                      | ■ Bâtiments dans lesquels il n'y a aucune activité humaine nécessitant un séjour de longue durée.                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| II                     | ■ Habitations individuelles.<br>■ Établissements recevant du public (ERP) de catégories 4 et 5.<br>■ Habitations collectives de hauteur inférieure à 28 m.<br>■ Bureaux ou établissements commerciaux non ERP, h ≤ 28 m, max. 300 pers.<br>■ Bâtiments industriels pouvant accueillir au plus 300 personnes.<br>■ Parcs de stationnement ouverts au public.                                                   |
| III                    | ■ ERP de catégories 1, 2 et 3.<br>■ Habitations collectives et bureaux, h > 28 m.<br>■ Bâtiments pouvant accueillir plus de 300 personnes.<br>■ Établissements sanitaires et sociaux.<br>■ Centres de production collective d'énergie.<br>■ Établissements scolaires.                                                                                                                                         |
| IV                     | ■ Bâtiments indispensables à la sécurité civile, la défense nationale et le maintien de l'ordre public.<br>■ Bâtiments assurant le maintien des communications, la production et le stockage d'eau potable, la distribution publique de l'énergie.<br>■ Bâtiments assurant le contrôle de la sécurité aérienne.<br>■ Établissements de santé nécessaires à la gestion de crise.<br>■ Centres météorologiques. |

Catégorie d'importance des bâtiments de classe « à risque normal »

### ➤ Prise en compte des règles parasismiques

L'application des règles parasismiques est obligatoire pour un ouvrage de catégorie d'importance III en zone sismique n°3.

A noter que si le bâtiment est de catégorie d'importance II, l'application des règles parasismiques ne serait pas nécessaire.

|        | I | II | III | IV |
|--------|---|----|-----|----|
| Zone 1 |   |    |     |    |
| Zone 2 |   |    |     |    |
| Zone 3 |   |    |     |    |
| Zone 4 |   |    |     |    |
| Zone 5 |   |    |     |    |

|  |                    |                                                                  |                                                                  |
|--|--------------------|------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|
|  | aucune exigence    |                                                                  |                                                                  |
|  |                    | Eurocode 8 <sup>3</sup><br>a <sub>gr</sub> =0,7 m/s <sup>2</sup> | Eurocode 8 <sup>3</sup><br>a <sub>gr</sub> =0,7 m/s <sup>2</sup> |
|  | PS-MI <sup>1</sup> | Eurocode 8 <sup>3</sup><br>a <sub>gr</sub> =1,1 m/s <sup>2</sup> | Eurocode 8 <sup>3</sup><br>a <sub>gr</sub> =1,1 m/s <sup>2</sup> |
|  | PS-MI <sup>1</sup> | Eurocode 8 <sup>3</sup><br>a <sub>gr</sub> =1,6 m/s <sup>2</sup> | Eurocode 8 <sup>3</sup><br>a <sub>gr</sub> =1,6 m/s <sup>2</sup> |
|  | CP-MI <sup>2</sup> | Eurocode 8 <sup>3</sup><br>a <sub>gr</sub> =3 m/s <sup>2</sup>   | Eurocode 8 <sup>3</sup><br>a <sub>gr</sub> =3 m/s <sup>2</sup>   |

<sup>1</sup> Application possible (en dispense de l'Eurocode 8) des PS-MI sous réserve du respect des conditions de la norme PS-MI  
<sup>2</sup> Application possible du guide CP-MI sous réserve du respect des conditions du guide  
<sup>3</sup> Application obligatoire des règles Eurocode 8

Application des règles de construction parasismique applicables aux bâtiments « à risque normal »

### ➤ Accélération de référence au rocher et de calcul

Selon l'article 4 de l'arrêté du 22 octobre 2010 relatif aux règles de construction parasismique applicables aux bâtiments de la classe dite « à risque normal », l'accélération maximale de référence au niveau d'un sol rocheux, dénommée a<sub>gr</sub>, vaut **1,1 m/s<sup>2</sup>** en zone de sismicité 3.

| Zone de sismicité | Niveau d'aléa | a <sub>gr</sub> (m/s <sup>2</sup> ) |
|-------------------|---------------|-------------------------------------|
| Zone 1            | Très faible   | 0,4                                 |
| Zone 2            | Faible        | 0,7                                 |
| Zone 3            | Modéré        | 1,1                                 |
| Zone 4            | Moyen         | 1,6                                 |
| Zone 5            | Fort          | 3,0                                 |

Accélération maximale de référence en fonction de la zone de sismicité

| Catégorie d'importance | γ <sub>i</sub> |
|------------------------|----------------|
| I                      | 0,8            |
| II                     | 1,0            |
| III                    | 1,2            |
| IV                     | 1,4            |

Coefficient d'importance en fonction de la catégorie d'importance

L'accélération horizontale de calcul au niveau d'un sol de type rocheux (classe A au sens de la norme NF EN 1998-1 septembre 2005 dite EC8-1), a<sub>g</sub>, est égale à a<sub>gr</sub> multipliée par le coefficient d'importance γ<sub>i</sub> du bâtiment soit :

$$a_g = a_{gr} \cdot \gamma_i = 1,1 \times 1,2$$

$$a_g = 1,32 \text{ m/s}^2$$

### ➤ Classe de sol

Selon l'article 3.1.2 « Identification des classes de sol » de l'EC8-1, l'identification des classes de sols nécessite la détermination de la vitesse des ondes de cisaillement sur les 30 mètres supérieurs, ou des mesures de l'indice de pénétration  $N_{SPT}$ . En l'absence de telles mesures, en première approche à partir de corrélation avec les essais réalisés et selon notre connaissance du contexte local, on pourra retenir :

**Classe du sol : E\* ;**  
 Paramètre du sol : **S = 1,8**

| Classes de sol | S (zones 1 à 4) | S (zone 5) |
|----------------|-----------------|------------|
| A              | 1               | 1          |
| B              | 1,35            | 1,2        |
| C              | 1,5             | 1,15       |
| D              | 1,6             | 1,35       |
| E              | 1,8             | 1,4        |

*Paramètre de sol S en fonction de la classe de sol*

\*en supposant le toit du substratum sismique dans la craie saine à moins de 20 m de profondeur et correspondant au refus au CPT ( $v_s > 800$  m/s).

### ➤ Risque de liquéfaction

Rappel: la liquéfaction du sol est un processus dans lequel les terrains sous nappe perdent temporairement la totalité ou une partie de leur résistance, lorsqu'ils sont soumis à une sollicitation sismique. Typiquement, les formations sableuses lâches, saturées et de granulométrie uniforme et les formations fines très peu plastiques sont les sols les plus susceptibles de présenter ce risque.

En zone de sismicité 3, l'analyse de la liquéfaction est requise (arrêté du 22 octobre 2010 relatif à la prévention des risques sismiques applicables aux bâtiments de la classe dite « à risque normal »).

### ➤ Analyse quantitative du risque de liquéfaction

Dans notre cas, on étudie le risque de liquéfaction dans les formations superficielles sous nappe surmontant la craie saine.

Selon les exigences de l'EC8, l'analyse de la liquéfaction est requise à partir d'une zone de sismicité 3 pour les ouvrages de catégorie d'importance II à IV. En l'absence d'annexes nationales basées sur l'essai de pénétration statique CPT (l'annexe B présente des diagrammes empiriques basés sur l'indice SPT). L'analyse qualitative de la liquéfaction sera menée à l'aide d'un tableur selon la méthode du NCEER (National Center of Earthquake Engineering Research).

Dans cette approche, on compare la contrainte de cisaillement normalisée induite par le séisme  $\tau_{av}$ , appelée Cyclic Stress Ratio (CSR), à la contrainte critique du sol déduite par corrélation expérimentale à partir des essais CPT (taux de résistance cyclique du sol noté CRR, calculé à partir de la résistance de pointe  $q_c$  selon la méthode NCEER). On vérifie que  $\tau_{av}$  reste inférieure à une fraction  $\lambda = 0.8$  de la contrainte critique du sol (coefficient de sécurité de 1.25 défini par l'EC8) soit  $F_s = CRR / CSR \geq 1,25$ .

On se ramènera à un séisme de magnitude  $M_s = 5.5$  en zone 3, soit un facteur de correction de magnitude  $CM = 2.86$  selon le tableau B.1 de l'annexe B de l'EC8-5.

Les calculs ont été menés sur micro-ordinateur à partir des résultats des sondages CPT n°1 et 2, pour les données suivantes :

- Bâtiment de catégorie d'importance III, soit  $a_g = a_{gr} \times \gamma_I = 1,32$  m/s<sup>2</sup>
- Site de classe E avec  $S = 1,8$ , d'où :



$$\alpha \cdot S = \frac{a_g}{g} \cdot S = \frac{1,32 \cdot 1,8}{9,81} \approx 0,24 > 0,15$$

- $\alpha \cdot S$  correspond à l'accélération maximale horizontale de surface (en valeur de g).
- Niveau fini du terrain proche du terrain actuel,
- Nappe vers 1,00 m de profondeur/TA saturant les sols fins suspects à la liquéfaction (en première approche, sur la base des sondages réalisés et des données disponibles).

Dans le cas où les données et/ou les hypothèses ci-dessus ne sont plus exactes, les calculs sont à reprendre et la conclusion doit être revue.

L'analyse du risque de liquéfaction au droit des différents essais de pénétration statique amène aux résultats suivants :

| Essai              | CPT1                                                                                                                                                               | CPT2                                                                                                                                                                |
|--------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Analyse et graphes | <p><b>FS</b></p> <p><i>FS &lt; 1,25 : Potentiellement liquéfiable</i><br/><i>FS ≥ 1,25 Non liquéfiable</i></p> <p>— FS = CRR / CSR — Nappe<br/>- - - FS = 1,25</p> | <p><b>FS</b></p> <p><i>FS &lt; 1,25 : Potentiellement liquéfiable</i><br/><i>FS ≥ 1,25 Non liquéfiable</i></p> <p>— FS = CRR / CSR — Nappe<br/>- - - FS = 1,25</p>  |
| FS ≥ 1,25 ?        | Oui quelques lentilles (<0.1m) dans les alluvions anciennes entre 5.0 et 5.8 m/TA et quelques points ponctuels dans les alluvions modernes                         | Oui quelques lentilles (<0.2m) dans les alluvions anciennes entre 5.6 et 6.0 m/TA et entre 7.4 et 7.7 m/TA et quelques points ponctuels dans les alluvions modernes |

## Conclusions

Sur la base de ces résultats, des bancs situés dans les alluvions anciennes peuvent être considérés comme liquéfiables sous séisme. Il conviendra de prendre en compte la liquéfaction des sols dans le dimensionnement des fondations (réduction du module de réaction horizontal du sol le cas échéant, etc.). Il faudra également prendre en compte le frottement négatif.

## 3.5 HYDROGÉOLOGIE

### 3.5.1 Mesures ponctuelles

Lors de nos campagnes de reconnaissance (mai 2024 et mars 2025), nous avons observé des arrivées d'eau dans l'ensemble des sondages. Les niveaux d'eau relevés sont résumés dans le tableau ci-dessous :

|            | ST1/PZ         |                        | ST2            |                        | CPT1*          |                        | CPT2*          |                        |
|------------|----------------|------------------------|----------------|------------------------|----------------|------------------------|----------------|------------------------|
|            | Prof/TA<br>(m) | Cote<br>réf/NGF<br>(m) | Prof/TA<br>(m) | Cote<br>réf/NGF<br>(m) | Prof/TA<br>(m) | Cote<br>réf/NGF<br>(m) | Prof/TA<br>(m) | Cote<br>réf/NGF<br>(m) |
| 16/05/2024 | 0.60           | 41.43                  | -              | -                      | -              | -                      | -              | -                      |
| 21/03/2025 | 0.60           | 41.43                  | -              | -                      | -              | -                      | -              | -                      |
| 25/03/2025 | 0.60           | 41.43                  | 1.10           | 41.01                  | -              | -                      | -              | -                      |
| 02/04/2025 | -              | -                      | -              | -                      | 1.10           | 40.94                  | 0.70           | 41.26                  |
| 21/05/2025 | 0.64           | 41.39                  | -              | -                      | -              | -                      | -              | -                      |

Ces relevés ayant un caractère ponctuel et instantané, ils ne permettent pas de préciser l'amplitude des variations du niveau d'eau qui peut remonter fortement en période pluvieuse.

Des circulations d'eau superficielles peuvent également se produire en période pluvieuse.

Il appartient aux responsables du projet de se faire communiquer par les services compétents (DDT, DDTM, PPRI, ...) le niveau des plus hautes eaux au droit du site afin de vérifier si le terrain étudié est ou non inondable.

### 3.5.2 Analyse de l'agressivité de l'eau vis-à-vis des bétons

Avalise en cours de réalisation.

### **3.6 POLLUTION**

Lors de notre intervention, nous n'avons détecté aucun indice évident de pollution dans les sondages réalisés (c'est-à-dire sous une forme détectable visuellement ou olfactivement).

Il n'est toutefois pas impossible que le terrain soit imprégné de substances polluantes. Cependant, la recherche de polluant n'est pas l'objet d'une mission géotechnique en général ni de notre mission en particulier.

La présence d'amiante qu'elle soit naturelle ou anthropique ne fait pas l'objet du présent rapport.

Il conviendra au maître d'ouvrage de solliciter un bureau d'étude pour en faire l'analyse si nécessaire.

### 3.7 PREMIERE APPROCHE DU MODELE GEOTECHNIQUE

Les valeurs caractéristiques mécaniques retenues sont issues d'une estimation prudente basée sur une approche statistique des résultats et notre expérience locale.

| Formation                                         | Profondeur de l' assise m/TA | Résistance de pointe $q_c$ | Module pressiométrique $E_m$ | Coefficient rhéologique $\alpha$ | Poids volumique humide $\gamma_h$ |
|---------------------------------------------------|------------------------------|----------------------------|------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|
|                                                   |                              | MPa                        | MPa                          |                                  | kN/m <sup>3</sup>                 |
| Remblais                                          | 1.00 – 1.40                  | -                          |                              | -                                | -                                 |
| Argiles +/- limoneuse                             | 2.50 – 3.20                  | 0.4 – 1.5                  | 0.8 – 3.0                    | 0.66                             | 18,0                              |
| Tourbe à argile/limons tourbeux                   | 5.40 – 6.50                  | 0.4 – 1.0                  | 0.8 – 2.0                    | 1.00                             | 20,0                              |
| Sables et graviers / alluvions limono-graveleuses | 7.00 – 10.20                 | 2.5 – 24.0                 | 2.5 – 24.0                   | 0,33                             | 19,0                              |
| Limon crayeux / craie altérée                     | 10.00 – 16.00                | 4.0 – 16.0                 | 6.0 – 24.0                   | 0.66                             | 20.0                              |

Remarque : Les modules pressiométriques sont estimés par corrélation entre le pénétromètre et le pressiomètre en considérant :

$EM = 2 \cdot q_c$  dans les argiles/limons

$EM = 1 \cdot q_c$  dans les sables et graviers

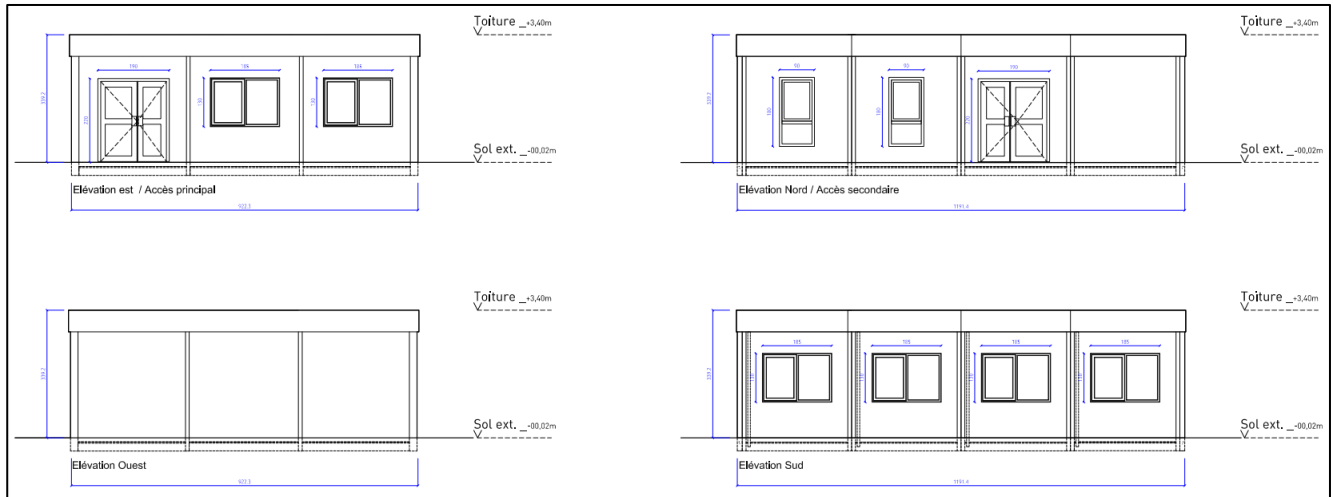
$EM = 1.5 \cdot q_c$  dans la craie molle/limon crayeux

La géométrie des différents faciès doit être appréhendée à l'aide des coupes présentées en annexe 3 et du tableau paragraphe 3.1.

## 4. TERRASSEMENTS

### 4.1 PROJET ENVISAGÉ

D'après les plans fournis, le niveau bas du projet est prévu au niveau du terrain actuel (environ 42 m NGF). Un simple décapage et un reprofilage du terrain sont envisagés.



### 4.2 CONTRAINTES DU SITE

Le mode d'exécution des terrassements dépendra étroitement des conditions environnementales, en particulier :

- Du niveau d'assise et de la sensibilité des mitoyens pouvant nécessiter la réalisation de fouilles blindées ;
- De la présence de voirie circulée ou non à plus ou moins grande distance de la fouille et des possibilités de neutralisation partielle ou totale de celles-ci ;
- De l'espace libre disponible pour envisager éventuellement une solution par talutage.

Mais de nombreux autres facteurs peuvent être déterminants pour le choix du mode d'exécution des terrassements (présence de réseaux sous chaussée, d'anciens ouvrages enterrés, etc.).

### 4.3 EXTRACTION

Dans les sols meubles (remblais, argiles +/- limoneuse, tourbe...) les travaux de terrassement ne poseront pas de problèmes particuliers d'exécution. Les déblais pourront être extraits par des engins à lame ou à godet.

Dans les formations compactes (Remblai induré, **dalle béton**, vestiges de fondations...), les travaux de terrassement nécessiteront l'emploi d'engins de forte puissance (BRH par exemple).

Dans tous les cas, la méthodologie mise en œuvre devra tenir compte des avoisinants. Si nécessaire, une étude de vibrations sera menée.



## **4.4 MISE HORS D'EAU**

### **4.4.1 Phase provisoire**

Lors de nos interventions (mai 2024 et mars/avril/mai 2025), nous avons observé des niveaux d'eau dans l'ensemble des sondages à des profondeurs comprises entre 0.60 et 0.64 m/TA.

Du fait de la présence d'eau à faible profondeur, un drainage du terrain sera réalisé pour assainir le site en phase travaux et/ou provisoire. Il pourra s'agir soit de tranchées drainantes soit de fossés. La pente sera au minimum de 5 mm/m. Ces ouvrages tiendront compte de la topographie du site et seront raccordés à un exutoire dimensionné de manière suffisante et implanté de manière non dangereuse pour le projet et les avoisinants.

En fonction de la cote du projet, de la date de réalisation des terrassements des arrivées d'eau sont possibles, un pompage provisoire pourra être nécessaire afin d'épuiser les venues d'eau et d'assécher la fouille des terrassements généraux.

La mise en œuvre de pointes filtrantes pour rabattre la nappe est également envisageable.

### **4.4.2 Phase définitive**

Le niveau d'eau dans le sol est toujours susceptible de remonter en période pluvieuse.

Il appartiendra aux concepteurs de mener les enquêtes nécessaires auprès des services compétents (DDE, DDA, PPRI...) afin de déterminer le niveau des plus hautes eaux connues dans le secteur.

Toute infiltration d'eau au niveau des fondations sera proscrite. Les eaux de ruissellement et de toiture seront soigneusement collectées (gouttières, contre-pente, ...) et évacuées vers un exutoire dimensionné de manière suffisante et implanté de manière non dangereuse pour le projet et les avoisinants.

Dans tous les cas, l'incidence hydraulique du projet devra être prise en compte vis à vis des avoisinants.

## 5. ETUDE DES OUVRAGES GÉOTECHNIQUES

### 5.1 FONDATIONS PROFONDES (NF P94-262 EUROCODE 7 – FONDATIONS PROFONDES)

Compte tenu des très faibles caractéristiques mécaniques des terrains de surface ( $q_c \approx 0,5$  MPa entre 2,00 et 5,00 m/TA), de la présence de remblais, de tourbes, ainsi que d'une nappe peu profonde, toute solution de fondation superficielle doit être écartée. Le principe de fondations consistera à reporter les charges par l'intermédiaire de fondations par micropieux, ancrés d'au moins 1,50 m dans les sables et graviers/alluvions limono-graveleux ou dans la craie.

Dans ce contexte géotechnique, on s'orientera préférentiellement vers des micropieux injecté type 3 (catégorie 19).

#### 5.1.1 Choix de la méthode de calcul

Nous utiliserons ci-après la procédure « modèle de terrain » qui consiste à déduire d'un modèle géotechnique du site les valeurs caractéristiques de la résistance de pointe et du frottement axial unitaire dans les différentes couches de sol.

Selon la norme NFP 94-262 (Eurocodes 7 – Fondations profondes), il convient de vérifier que :

- La valeur de calcul à l'ELS de la charge axiale  $F_d$  transmise par un pieu est inférieure ou égale à la valeur de calcul de la charge de fluage de compression  $R$  tel que :

$$F_d \leq R_{c;d}$$

- La valeur de calcul à l'ELU de la charge de compression axiale  $F_{c;d}$  est inférieure ou égale à la valeur de calcul de la portance  $R_{c;d}$  tel que :

$$F_{c;d} \leq R_{c;d}$$

Selon les termes de la NFP94-262, les charges admissibles en compression sont données par les formules :

$$R = \Gamma_1 \cdot R_s + \Gamma_2 \cdot R_b$$

Avec

- $R = R_{c;d}$  à l'ELS ou  $R = R_{c;d}$  à l'ELU
- $R_s$  : résistance limite en frottement latéral, avec  $R_s = \pi D \sum h_i \cdot q_{si}$

Où :

- $A$  est la section du pieu et  $D$  son diamètre
- $k_p$  le facteur de portance,  $p_{le}$  la pression limite nette équivalente
- $q_{si}$  le frottement latéral limite dans la couche  $i$  d'épaisseur  $h_i$

### 5.1.2 Exemple de prédimensionnement de micropieu – au droit de CPT2

Pour un micropieu Ø250 mm type 3 (catégorie 19), on retiendra pour le prédimensionnement les paramètres géotechniques suivants :

| Type de sol                                       | Profondeur de la base de la couche (CPT2) | $q_c$ retenue au droit de CPT2 (MPa) | Courbe $f_{sol}$ | $q_s$ retenu (kPa) |
|---------------------------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------|------------------|--------------------|
| Remblais                                          | 1.50                                      | -                                    | -                | 0                  |
| Argile +/- limoneuse                              | 2.60                                      | -                                    | -                | 0                  |
| Tourbe à argiles / limons tourbeux                | 5.60                                      | -                                    | -                | 0                  |
| Sables et graviers / alluvions limono-graveleuses | 10.20                                     | 10.0                                 | Q3               | 170                |
| Craie altérée                                     | > 15.50                                   | 7.0                                  | Q2               | 100                |

Remarque :

- Ces valeurs sont données à titre d'exemple au droit du sondage CPT2.
- Du fait de la présence de sols tourbeux jusqu'à 5.60 m/TA on négligera le frottement entre 0.00 et 5.60 m/TA.

Lors de la phase Projet de la mission G2, le dimensionnement sera détaillé/précisé en réalisant des zonages en fonction des caractéristiques mécaniques de tous les sondages réalisés au droit du bâtiment.

Le prédimensionnement ci-après est réalisé :

- à l'ELS quasi-permanent et à l'ELU durables et transitoires,
- avec la méthode pénétrométrique au droit du sondage CPT2,
- selon le « modèle de terrain »,
- pour des efforts verticaux de compression.

Remarque : Le dimensionnement des micropieux devra également prendre en compte notamment le frottement négatif, les efforts horizontaux, les moments, les efforts de traction et les contraintes de sismicité.

On obtient au droit de CPT2, pour un micropieu Ø 250 mm :

| Sondage de référence | Diamètre du pieu | Longueur du pieu                                                                    | Charge $R_{c;d}$ ELS gp | Charge $R_{c;d}$ ELU dt |
|----------------------|------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|-------------------------|
|                      | (mm)             | (m)                                                                                 | kN                      | (kN)                    |
| CPT2                 | 250              | 7.00 m (1.40 m d'ancrage dans les sables et graviers/alluvions limono-graveleuses)  | 74                      | 106                     |
| CPT2                 | 250              | 8.50 m (2.90 m d'ancrage dans les sables et graviers/ alluvions limono-graveleuses) | 154                     | 220                     |
| CPT2                 | 250              | 12.00 m (1.80 m d'ancrage dans la craie molle)                                      | 285                     | 408                     |

### 5.1.3 Frottement négatif

Un frottement négatif est à prendre en compte du fait de la présence de sols évolutifs (tourbe) et liquéfiable sous séismes, le calcul du frottement négatif sur les pieux sera mené à partir de la NFP94-262 annexe H.

### 5.1.4 Effet de groupe

La présence de micropieux très proches les uns des autres induit une interaction entre ces éléments.

Cette interaction impacte :

- Le comportement transversal
- L'état limite de mobilisation globale du sol
- Le frottement négatif

L'effet de groupe est calculé sur la base de la NFP94-262 annexes H, I et J.

### 5.1.5 Tassements

Sous réserve d'une exécution soignée des micropieux et du respect des hypothèses précitées, les tassements théoriques absolus seront faibles.

### 5.1.6 Sujétions d'exécution

Les micropieux seront réalisés selon les Règles de l'Art par une entreprise spécialisée et qualifiée en fondations profondes, conformément à l'EC7 et à la NF EN 14199.

Le forage des micropieux fera l'objet d'un enregistrement continu papier et informatique.

Le type de micropieux et la technique de mise en œuvre devront prendre en compte :

- La compressibilité du sol (**emploi obligatoire d'armatures tubulaires au vu de la présence de vase ou de tourbe**) ;
- L'agressivité des terrains ;
- La boulangerie des terrains ;
- La perméabilité des terrains et la présence éventuelle de nappe en charge ;
- Les avoisinants ;

- Les vestiges de fondations (dalle béton en surface)

#### **5.1.7 Contrôles**

Les essais de micropieux (essais de conformité ou essais de contrôle) seront conformes à la norme NF 94-262 et ses amendements, ainsi qu'à la NF EN 14199, à savoir au minimum :

- Micropieux soumis à la traction : 2 essais de chargement statique pour les 50 premiers micropieux puis un essai par groupe de 50 micropieux supplémentaires ;
- Micropieux soumis à la compression : 2 essais de chargement statique pour les 100 premiers micropieux puis un essai par groupe de 100 micropieux supplémentaires ;

Dans le cas de la réalisation de moins de 25 micropieux travaillant uniquement en compression, pour des ouvrages de classe de conséquence 1 ou 2 et de catégorie géotechnique 1 ou 2 pourront ne pas faire l'objet d'essais de contrôle. Dans ce cas, les sollicitations seront affectées d'un coefficient majorateur de 1,5, selon l'annexe de la norme.

Le forage et les injections des micropieux feront l'objet d'un enregistrement continu papier et informatique.

### **5.2 DALLES PORTEES**

Compte tenu de la qualité médiocre du sol support, on prévoira la réalisation d'un plancher porté par les fondations. Le sol en place pourra servir de fond de coffrage.

Dans le cadre de vide sanitaire, il conviendra de veiller à prévoir une ventilation efficace et éventuellement des barbacanes afin de permettre d'éviter la stagnation des eaux de ruissellement.



## 6. RECOMMANDATIONS POUR LA MISE AU POINT DU PROJET

Le présent rapport constitue le compte rendu et fixe la fin de la phase avant-projet de la mission d'étude géotechnique de conception. Cette phase G2AVP confiée à GÉOTEC a permis de donner les hypothèses géotechniques à prendre en compte en fonction des résultats des investigations et des données connues du projet, et présente certains principes d'adaptation au sol des ouvrages géotechniques projetés.

Les principales incertitudes qui subsistent concernent le contexte géotechnique du site (*stratigraphie, caractéristiques mécaniques du sol, hydrogéologie, etc...*) et le projet (implantation, calage altimétrique, descentes de charge, situation / avoisinants), notamment :

- Les descentes de charge des ouvrages envisagés ;
- La présence de remblais anthropiques et de fondations existantes pouvant nécessiter l'emploi d'un matériel spécifique ;
- Les cotes finies des ouvrages projetés ;
- Les variations (remontée ou approfondissement) du substratum ;
- Les circulations d'eau superficielle en période pluvieuse, difficilement quantifiables ;
- Les problèmes liés aux terrassements ;
- La traficabilité du fond de forme ;

Ces incertitudes peuvent avoir une incidence importante sur le coût final des ouvrages géotechniques : il conviendra d'en tenir compte lors de la mise au point du projet. A cet effet, la mise en œuvre de l'ensemble des missions géotechniques (G2PRO à G4) devra suivre la présente étude.

Lors de la phase projet de la mission d'étude géotechnique de conception (G2 PRO), les investigations et études complémentaires minimales suivantes devront être réalisées en vue de limiter les incertitudes mises en évidence :

Le maître d'ouvrage devra fournir en préalable à la réalisation des G2PRO les niveaux de déformations envisageables pour l'ouvrage (tassement, tassement différentiel) et pour les ouvrages proches ou mitoyens (diagnostic des avoisinants à diligenter par le maître d'ouvrage).

La réalisation de la phase PRO de la mission G2 supposera la transmission d'entrants minimums, décrits dans les « Guides ingénierie géotechnique et maîtrise d'œuvre » de Syntec Ingénierie.

Nous restons à l'entière disposition des Responsables du Projet pour tout renseignement complémentaire.

## CONDITIONS GENERALES

### 1. Avertissement, préambule

Toute commande et ses avenants éventuels impliquent de la part du cocontractant, ci-après dénommé « le Client », signataire du contrat et des avenants, acceptation sans réserve des présentes conditions générales.  
Les présentes conditions générales prévalent sur toutes autres, sauf conditions particulières contenues dans le devis ou dérogation formelle et explicite.  
Toute modification de la commande ne peut être considérée comme acceptée qu'après accord écrit du Prestataire.

### 2. Déclarations obligatoires à la charge du Client, (DT, DICT, ouvrages exécutés)

Dans tous les cas, la responsabilité du Prestataire ne saurait être engagée en cas de dommages à des ouvrages publics ou privés (en particulier, ouvrages enterrés et canalisations) dont la présence et l'emplacement précis ne lui auraient pas été signalés par écrit préalablement à sa mission.

Conformément au décret n° 2011-1241 du 5 octobre 2011 relatif à l'exécution de travaux à proximité de certains ouvrages souterrains, aériens ou subaquatiques de transport ou de distribution, le Client doit fournir, à sa charge et sous sa responsabilité, l'implantation des réseaux privés, la liste et l'adresse des exploitants des réseaux publics à proximité des travaux, les plans, informations et résultats des investigations complémentaires consécutifs à sa Déclaration de projet de Travaux (DT). Ces informations sont indispensables pour permettre les éventuelles DICT (le délai de réponse est de 15 jours) et pour connaître l'environnement du projet. En cas d'incertitude ou de complexité pour la localisation des réseaux sur domaine public, il pourra être nécessaire de faire réaliser, à la charge du Client, des fouilles manuelles pour les repérer. Les conséquences et la responsabilité de toute détérioration de ces réseaux par suite d'une mauvaise communication sont à la charge exclusive du Client.

Conformément à l'article R 214-1 du code de l'environnement, le Client s'engage à déclarer à la DREAL tout forage réalisé de plus de 10 m de profondeur. De même, conformément à l'article R 214-1 du code de l'environnement, le Client s'engage à déclarer auprès de la DDT du lieu des travaux les sondages et forages destinés à la recherche, à la surveillance ou au prélèvement d'eaux souterraines (piézomètres notamment).

### 3. Cadre de la mission, objet et nature des prestations, prestations exclues, limites de la mission

Le terme « prestation » désigne exclusivement les prestations énumérées dans le devis du Prestataire. Toute prestation différente de celles prévues fera l'objet d'un prix nouveau à négocier. Il est entendu que le Prestataire s'engage à procéder selon les moyens actuels de son art, à des recherches consciencieuses et à fournir les indications qu'on peut en attendre. Son obligation est une obligation de moyen et non de résultat au sens de la jurisprudence actuelle des tribunaux. Le Prestataire réalise la mission dans les strictes limites de sa définition donnée dans son offre (validité limitée à trois mois à compter de la date de son établissement), confirmée par le bon de commande ou un contrat signé du Client.

La mission et les investigations éventuelles sont strictement géotechniques et n'abordent pas le contexte environnemental. Seule une étude environnementale spécifique comprenant des investigations adaptées permettra de détecter une éventuelle contamination des sols et/ou des eaux souterraines.

Le Prestataire n'est solidaire d'aucun autre intervenant sauf si la solidarité est explicitement convenue dans le devis ; dans ce cas, la solidarité ne s'exerce que sur la durée de la mission.

Par référence à la norme NF P 94-500, il appartient au maître d'ouvrage, au maître d'œuvre ou à toute entreprise de faire réaliser impérativement par des ingénieries compétentes chacune des missions géotechniques (successivement G1, G2, G3 et G4 et les investigations associées) pour suivre toutes les étapes d'élaboration et d'exécution du projet. Si la mission d'investigations est commandée seule, elle est limitée à l'exécution matérielle de sondages et à l'établissement d'un compte rendu factuel sans interprétation et elle exclut toute activité d'étude ou de conseil. La mission de diagnostic géotechnique G5 engage le géotechnicien uniquement dans le cadre strict des objectifs ponctuels fixés et acceptés.

Si le Prestataire déclare être titulaire de la certification ISO 9001, le Client agit de telle sorte que le Prestataire puisse respecter les dispositions de son système qualité dans la réalisation de sa mission.

### 4. Plans et documents contractuels

Le Prestataire réalise la mission conformément à la réglementation en vigueur lors de son offre, sur la base des données communiquées par le Client. Le Client est seul responsable de l'exactitude de ces données. En cas d'absence de transmission ou d'erreur sur ces données, le Prestataire est exonéré de toute responsabilité.

### 5. Limites d'engagement sur les délais

Sauf indication contraire précise, les estimations de délais d'intervention et d'exécution données aux termes du devis ne sauraient engager le Prestataire. Sauf stipulation contraire, il ne sera pas appliqué de pénalités de retard et si tel devait être le cas elles seraient plafonnées à 5% de la commande. En toute hypothèse, la responsabilité du Prestataire est dégagée de plein droit en cas d'insuffisance des informations fournies par le Client ou si le Client n'a pas respecté ses obligations, en cas de force majeure ou d'événements imprévisibles (notamment la rencontre de sols inattendus, la survenance de circonstances naturelles exceptionnelles) et de manière générale en cas d'événement extérieur au Prestataire modifiant les conditions d'exécution des prestations objet de la commande ou les rendant impossibles.

Le Prestataire n'est pas responsable des délais de fabrication ou d'approvisionnement de fournitures lorsqu'elles font l'objet d'un contrat de négoce passé par le Client ou le Prestataire avec un autre Prestataire.

### 6. Formalités, autorisations et obligations d'information, accès, dégâts aux ouvrages et cultures

Toutes les démarches et formalités administratives ou autres, en particulier l'obtention de l'autorisation de pénétrer sur les lieux pour effectuer des prestations de la mission sont à la charge du Client. Le Client se charge d'une part d'obtenir et communiquer les autorisations requises pour l'accès du personnel et des matériels nécessaires au Prestataire en toute sécurité dans l'enceinte des propriétés privées ou sur le domaine public, d'autre part de fournir tous les documents relatifs aux dangers et aux risques cachés, notamment ceux liés aux réseaux, aux obstacles enterrés et à la pollution des sols et des nappes. Le Client s'engage à communiquer les règles pratiques que les intervenants doivent respecter en matière de santé, sécurité et respect de l'environnement ; il assure en tant que de besoin la formation du personnel, notamment celui du Prestataire, entrant dans ces domaines, préalablement à l'exécution de la mission. Le Client sera tenu responsable de tout dommage corporel, matériel ou immatériel dû à une spécificité du site connue de lui et non clairement indiquée au Prestataire avant toutes interventions.

Sauf spécifications particulières, les travaux permettant l'accessibilité aux points de sondages ou d'essais et l'aménagement des plates-formes ou grutage nécessaires aux matériels utilisés sont à la charge du Client.

Les investigations peuvent entraîner d'inévitables dommages sur le site, en particulier sur la végétation, les cultures et les ouvrages existants, sans qu'il y ait négligence ou faute de la part de son exécutant. Les remises en état, réparations ou indemnités correspondantes sont à la charge du Client.

### 7. Implantation, nivellement des sondages

Au cas où l'implantation des sondages est imposée par le Client ou son conseil, le Prestataire est exonéré de toute responsabilité dans les événements consécutifs à ladite implantation. La mission ne comprend pas les implantations topographiques permettant de définir l'emprise des ouvrages et zones à étudier ni la mesure des coordonnées précises des points de sondages ou d'essais. Les éventuelles altitudes indiquées pour chaque sondage (qu'il s'agisse de cotes de références rattachées à un repère arbitraire ou de cotes NGF) ne sont données qu'à titre indicatif. Seules font foi les profondeurs mesurées depuis le sommet des sondages et comptées à partir du niveau du sol au moment de la réalisation des essais. Pour que ces altitudes soient garanties, il convient qu'elles soient relevées par un Géomètre Expert avant remodelage du terrain. Il en va de même pour l'implantation des sondages sur le terrain.

## 8. Hydrogéologie

Les niveaux d'eau indiqués dans le rapport correspondent uniquement aux niveaux relevés au droit des sondages exécutés et à un moment précis. En dépit de la qualité de l'étude les aléas suivants subsistent, notamment la variation des niveaux d'eau en relation avec la météo ou une modification de l'environnement des études. Seule une étude hydrogéologique spécifique permet de déterminer les amplitudes de variation de ces niveaux, les cotes de crue et les PHEC (Plus Hautes Eaux Connues).

## 9. Recommandations, aléas, écart entre prévision de l'étude et réalité en cours de travaux

Si, en l'absence de plans précis des ouvrages projetés, le Prestataire a été amené à faire une ou des hypothèses sur le projet, il appartient au Client de lui communiquer par écrit ses observations éventuelles sans quoi, il ne pourrait en aucun cas et pour quelque raison que ce soit lui être reproché d'avoir établi son étude dans ces conditions.

L'étude géotechnique s'appuie sur les renseignements reçus concernant le projet, sur un nombre limité de sondages et d'essais, et sur des profondeurs d'investigations limitées qui ne permettent pas de lever toutes les incertitudes inéluctables à cette science naturelle. En dépit de la qualité de l'étude, des incertitudes subsistent du fait notamment du caractère ponctuel des investigations, de la variation d'épaisseur des remblais et/ou des différentes couches, de la présence de vestiges enterrés. Les conclusions géotechniques ne peuvent donc conduire à traiter à forfait le prix des fondations compte tenu d'une hétérogénéité, naturelle ou du fait de l'homme, toujours possible et des aléas d'exécution pouvant survenir lors de la découverte des terrains. Si un caractère évolutif particulier a été mis en lumière (notamment glissement, érosion, dissolution, remblais évolutifs, tourbe), l'application des recommandations du rapport nécessite une actualisation à chaque étape du projet notamment s'il s'écoule un laps de temps important avant l'étape suivante.

L'estimation des quantités des ouvrages géotechniques nécessite, une mission d'étude géotechnique de conception G2 (phase projet). Les éléments géotechniques non décelés par l'étude et mis en évidence lors de l'exécution (pouvant avoir une incidence sur les conclusions du rapport) et les incidents importants survenus au cours des travaux (notamment glissement, dommages aux avoisinants ou aux existants) doivent obligatoirement être portés à la connaissance du Prestataire ou signalés aux géotechniciens chargés des missions de suivi géotechnique d'exécution G3 et de supervision géotechnique d'exécution G4, afin que les conséquences sur la conception géotechnique et les conditions d'exécution soient analysées par un homme de l'art.

## 10. Rapport de mission, réception des travaux, fin de mission, délais de validation des documents par le client

A défaut de clauses spécifiques contractuelles, la remise du dernier document à fournir dans le cadre de la mission fixe le terme de la mission. La date de la fin de mission est celle de l'approbation par le Client du dernier document à fournir dans le cadre de la mission. L'approbation doit intervenir au plus tard deux semaines après sa remise au Client, et est considérée implicite en cas de silence. La fin de la mission donne lieu au paiement du solde de la mission.

## 11. Réserve de propriété, confidentialité, propriété des études, diagrammes

Les coupes de sondages, plans et documents établis par les soins du Prestataire dans le cadre de sa mission ne peuvent être utilisés, publiés ou reproduits par des tiers sans son autorisation. Le Client ne devient propriétaire des prestations réalisées par le Prestataire qu'après règlement intégral des sommes dues. Le Client ne peut pas les utiliser pour d'autres ouvrages sans accord écrit préalable du Prestataire. Le Client s'engage à maintenir confidentielle et à ne pas utiliser pour son propre compte ou celui de tiers toute information se rapportant au savoir-faire du Prestataire, qu'il soit breveté ou non, portée à sa connaissance au cours de la mission et qui n'est pas dans le domaine public, sauf accord préalable écrit du Prestataire. Si dans le cadre de sa mission, le Prestataire mettait au point une nouvelle technique, celle-ci serait sa propriété. Le Prestataire serait libre de déposer tout brevet s'y rapportant, le Client bénéficiant, dans ce cas, d'une licence non exclusive et non cessible, à titre gratuit et pour le seul ouvrage étudié.

## 12. Modifications du contenu de la mission en cours de réalisation

La nature des prestations et des moyens à mettre en œuvre, les prévisions des avancements et délais, ainsi que les prix sont déterminés en fonction des éléments communiqués par le client et ceux recueillis lors de l'établissement de l'offre. Des conditions imprévisibles par le Prestataire au moment de l'établissement de son offre touchant à la géologie, aux hypothèses de travail, au projet et à son environnement, à la législation et aux règlements, à des événements imprévus, survenant en cours de mission autorisent le Prestataire à proposer au Client un avenant avec notamment modification des prix et des délais. A défaut d'un accord écrit du Client dans un délai de deux semaines à compter de la réception de la lettre d'adaptation de la mission. Le Prestataire est en droit de suspendre immédiatement l'exécution de sa mission, les prestations réalisées à cette date étant rémunérées intégralement, et sans que le Client ne puisse faire état d'un préjudice. Dans l'hypothèse où le Prestataire est dans l'impossibilité de réaliser les prestations prévues pour une cause qui ne lui est pas imputable, le temps d'immobilisation de ses équipes est rémunéré par le client.

## 13. Modifications du projet après fin de mission, délai de validité du rapport

Le rapport constitue une synthèse de la mission définie par la commande. Le rapport et ses annexes forment un ensemble indissociable. Toute interprétation, reproduction partielle ou utilisation par un autre maître de l'ouvrage, un autre constructeur ou maître d'œuvre, ou pour un projet différent de celui objet de la mission, ne saurait engager la responsabilité du Prestataire et pourra entraîner des poursuites judiciaires. La responsabilité du Prestataire ne saurait être engagée en dehors du cadre de la mission objet du rapport. Toute modification apportée au projet et à son environnement ou tout élément nouveau mis à jour au cours des travaux et non détecté lors de la mission d'origine, nécessite une adaptation du rapport initial dans le cadre d'une nouvelle mission.

Le client doit faire actualiser le dernier rapport de mission en cas d'ouverture du chantier plus de 1 an après sa livraison. Il en est de même notamment en cas de travaux de terrassements, de démolition ou de réhabilitation du site (à la suite d'une contamination des terrains et/ou de la nappe) modifiant entre autres les qualités mécaniques, les dispositions constructives et/ou la répartition de tout ou partie des sols sur les emprises concernées par l'étude géotechnique.

## 14. Conditions d'établissement des prix, variation dans les prix, conditions de paiement, acompte et provision, retenue de garantie

Les prix unitaires s'entendent hors taxes. Ils sont majorés de la T.V.A. au taux en vigueur le jour de la facturation. Ils sont établis aux conditions économiques en vigueur à la date d'établissement de l'offre. Ils sont fermes et définitifs pour une durée de trois mois. Au-delà, ils sont actualisés par application de l'indice "Sondages et Forages TP 04" pour les investigations in situ et en laboratoire, et par application de l'indice « SYNTEC » pour les prestations d'études, l'Indice de base étant celui du mois de l'établissement du devis.

Aucune retenue de garantie n'est appliquée sur le coût de la mission.

Dans le cas où le marché nécessite une intervention d'une durée supérieure à un mois, des factures mensuelles intermédiaires sont établies. Lors de la passation de la commande ou de la signature du contrat, le Prestataire peut exiger un acompte dont le montant est défini dans les conditions particulières et correspond à un pourcentage du total estimé des honoraires et frais correspondants à l'exécution du contrat. Le montant de cet acompte est déduit de la facture ou du décompte final. En cas de sous-traitance dans le cadre d'un ouvrage public, les factures du Prestataire sont réglées directement et intégralement par le maître d'ouvrage, conformément à la loi n°75-1334 du 31/12/1975.

Les paiements interviennent à réception de la facture et sans escompte. En l'absence de paiement au plus tard le jour suivant la date de règlement figurant sur la facture, il sera appliqué à compter dudit jour et de plein droit, un intérêt de retard égal au taux d'intérêt appliqué par la Banque Centrale Européenne à son opération de refinancement la plus récente majorée de 10 points de pourcentage. Cette pénalité de retard sera exigible sans qu'un rappel soit nécessaire à compter du jour suivant la date de règlement figurant sur la facture.

En sus de ces pénalités de retard, le Client sera redevable de plein droit des frais de recouvrement exposés ou d'une indemnité forfaitaire de 40 €.

Un désaccord quelconque ne saurait constituer un motif de non-paiement des prestations de la mission réalisées antérieurement. La compensation est formellement exclue : le Client s'interdit de déduire le montant des préjudices qu'il allègue des honoraires dus.

#### 15. Résiliation anticipée

Toute procédure de résiliation est obligatoirement précédée d'une tentative de conciliation. En cas de force majeure, cas fortuit ou de circonstances indépendantes du Prestataire, celui-ci a la faculté de résilier son contrat sous réserve d'en informer son Client par lettre recommandée avec accusé de réception. En toute hypothèse, en cas d'inexécution par l'une ou l'autre des parties de ses obligations, et 8 jours après la mise en demeure visant la présente clause résolutoire demeurée sans effet, le contrat peut être résilié de plein droit. La résiliation du contrat implique le paiement de l'ensemble des prestations régulièrement exécutées par le Prestataire au jour de la résiliation et en sus, d'une indemnité égale à 20 % des honoraires qui resteraient à percevoir si la mission avait été menée jusqu'à son terme.

#### 16. Répartition des risques, responsabilités et assurances

Le Prestataire n'est pas tenu d'avertir son Client sur les risques encourus déjà connus ou ne pouvant être ignorés du Client compte tenu de sa compétence. Ainsi par exemple, l'attention du Client est attirée sur le fait que le béton armé est inévitablement fissuré, les revêtements appliqués sur ce matériau devant avoir une souplesse suffisante pour s'adapter sans dommage aux variations d'ouverture des fissures. Le devoir de conseil du Prestataire vis-à-vis du Client ne s'exerce que dans les domaines de compétence requis pour l'exécution de la mission spécifiquement confiée. Tout élément nouveau connu du Client après la fin de la mission doit être communiqué au Prestataire qui pourra, le cas échéant, proposer la réalisation d'une mission complémentaire. A défaut de communication des éléments nouveaux ou d'acceptation de la mission complémentaire, le Client en assumera toutes les conséquences. En aucun cas, le Prestataire ne sera tenu pour responsable des conséquences d'un non-respect de ses préconisations ou d'une modification de celles-ci par le Client pour quelque raison que ce soit. L'attention du Client est attirée sur le fait que toute estimation de quantités faite à partir de données obtenues par prélèvements ou essais ponctuels sur le site objet des prestations est entachée d'une incertitude fonction de la représentativité de ces données ponctuelles extrapolées à l'ensemble du site. Toutes les pénalités et indemnités qui sont prévues au contrat ou dans l'offre remise par le Prestataire ont la nature de dommages et intérêts forfaitaires, libératoires et exclusifs de toute autre sanction ou indemnisation.

##### Assurance décennale obligatoire

Le Prestataire bénéficie d'un contrat d'assurance au titre de la responsabilité décennale afférente aux ouvrages soumis à obligation d'assurance, conformément à l'article L.241-1 du Code des assurances. Conformément aux usages et aux capacités du marché de l'assurance et de la réassurance, le contrat impose une obligation de déclaration préalable et d'adaptation de la garantie pour les ouvrages dont la valeur HT (travaux et honoraires compris) excède au jour de la déclaration d'ouverture de chantier un montant de 15 M€. Il est expressément convenu que le client a l'obligation d'informer le Prestataire d'un éventuel dépassement de ce seuil, et accepte, de fournir tous éléments d'information nécessaires à l'adaptation de la garantie. Le client prend également l'engagement, de souscrire à ses frais un Contrat Collectif de Responsabilité Décennale (CCRD), contrat dans lequel le Prestataire sera expressément mentionné parmi les bénéficiaires. Par ailleurs, les ouvrages de caractère exceptionnel, voir inusuels sont exclus du présent contrat et doivent faire l'objet d'une cotation particulière. Le prix fixé dans l'offre ayant été déterminé en fonction de conditions normales d'assurabilité de la mission, il sera réajusté, et le client s'engage à l'accepter, en cas d'éventuelle sur-cotation qui serait demandée au Prestataire par rapport aux conditions de base de son contrat d'assurance. A défaut de respecter ces engagements, le client en supportera les conséquences financières (notamment en cas de défaut de garantie du Prestataire, qui n'aurait pu s'assurer dans de bonnes conditions, faute d'informations suffisantes). Le maître d'ouvrage est tenu d'informer le Prestataire de la DOC (déclaration d'ouverture de chantier).

##### Ouvrages non soumis à l'obligation d'assurance

Les ouvrages dont la valeur HT (travaux et honoraires compris) excède un montant de 15 M€ HT doivent faire l'objet d'une déclaration auprès du Prestataire qui en référera à son assureur pour détermination des conditions d'assurance. Les limitations relatives au montant des chantiers auxquels le Prestataire participe ne sont pas applicables aux missions portant sur des ouvrages d'infrastructure linéaire, c'est-à-dire routes, voies ferrées, tramway, etc. En revanche, elles demeurent applicables lorsque sur le tracé linéaire, la/les mission(s) de l'assuré porte(nt) sur des ouvrages précis tels que ponts, viaducs, échangeurs, tunnels, tranchées couvertes... En tout état de cause, il appartiendra au client de prendre en charge toute éventuelle sur-cotation qui serait demandée au prestataire par rapport aux conditions de base de son contrat d'assurance. Toutes les conséquences financières d'une déclaration insuffisante quant au coût de l'ouvrage seront supportées par le client et le maître d'ouvrage.

Le Prestataire assume les responsabilités qu'il engage par l'exécution de sa mission telle que décrite au présent contrat. A ce titre, il est responsable de ses prestations dont la défectuosité lui est imputable. Le Prestataire sera garanti en totalité par le Client contre les conséquences de toute recherche en responsabilité dont il serait l'objet du fait de ses prestations, de la part de tiers au présent contrat, le client ne garantissant cependant le Prestataire qu'au-delà du montant de responsabilité visé ci-dessous pour le cas des prestations défectueuses. La responsabilité globale et cumulée du Prestataire au titre ou à l'occasion de l'exécution du contrat sera limitée à trois fois le montant de ses honoraires sans pour autant excéder les garanties délivrées par son assureur, et ce pour les dommages de quelque nature que ce soit et quel qu'en soit le fondement juridique. Il est expressément convenu que le Prestataire ne sera pas responsable des dommages immatériels consécutifs ou non à un dommage matériel tels que, notamment, la perte d'exploitation, la perte de production, le manque à gagner, la perte de profit, la perte de contrat, la perte d'image, l'immobilisation de personnel ou d'équipements.

#### 17. Cessibilité de contrat

Le Client reste redevable du paiement de la facture sans pouvoir opposer à quelque titre que ce soit la cession du contrat, la réalisation pour le compte d'autrui, l'existence d'une promesse de porte-fort ou encore l'existence d'une stipulation pour autrui.

#### 18. Litiges

En cas de litige pouvant survenir dans l'application du contrat, seul le droit français est applicable. Seules les juridictions du ressort du siège social du Prestataire sont compétentes, même en cas de demande incidente ou d'appel en garantie ou de pluralité de défendeurs.

## Enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique

(Extraits de la norme NF P 94-500 du 30 novembre 2013 – Chapitre 4.2)

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

L'enchaînement et la définition synthétique des missions d'ingénierie géotechnique sont donnés dans les tableaux 1 et 2. Deux ingénieries géotechniques différentes doivent intervenir : la première pour le compte du Maître d'Ouvrage ou de son mandataire lors des étapes 1 à 3, la seconde pour le compte de l'entreprise lors de l'étape 3.

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

## Tableau 2 - Classification des missions d'ingénierie géotechnique

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

### ETAPE 1 : ETUDE GÉOTECHNIQUE PREALABLE (G1)

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

#### Phase Étude de Site (ES)

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

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

#### Phase Principes Généraux de Construction (PGC)

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

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

### ETAPE 2 : ETUDE GÉOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2)

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

#### Phase Avant-projet (AVP)

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

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

#### Phase Projet (PRO)

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

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

#### Phase DCE / ACT

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

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

### ETAPE 3 : ETUDES GÉOTECHNIQUES DE REALISATION (G3 et G 4, distinctes et simultanées) ETUDE ET SUIVI GÉOTECHNIQUES D'EXECUTION (G3)

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

#### Phase Étude

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

#### Phase Suivi

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



#### **SUPERVISION GÉOTECHNIQUE D'EXECUTION (G4)**

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

##### Phase Supervision de l'étude d'exécution

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

##### Phase Supervision du suivi d'exécution

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

#### **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 géotechnique seront réalisés ultérieurement, conformément à l'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (étape 2 et/ou 3)

# ANNEXES

## Annexe 1 – Plan de situation

## **CAMBRAI (59)**

6 Rue Rambouillet

-----

**UPHF**

Construction d'un bâtiment modulaire

-----

### **Plan de situation**



## Annexe 2 – Plan d'implantation



### Légende

- ▲ CPT: Essai de pénétration statique
- PZ : Piézomètre
- ST : Sondage à la tarière

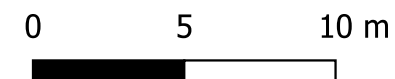


GEOTEC LILLE  
Rue André Citroën  
59128 Flers En Escrebieux  
Tél : 03.91.83.38.30

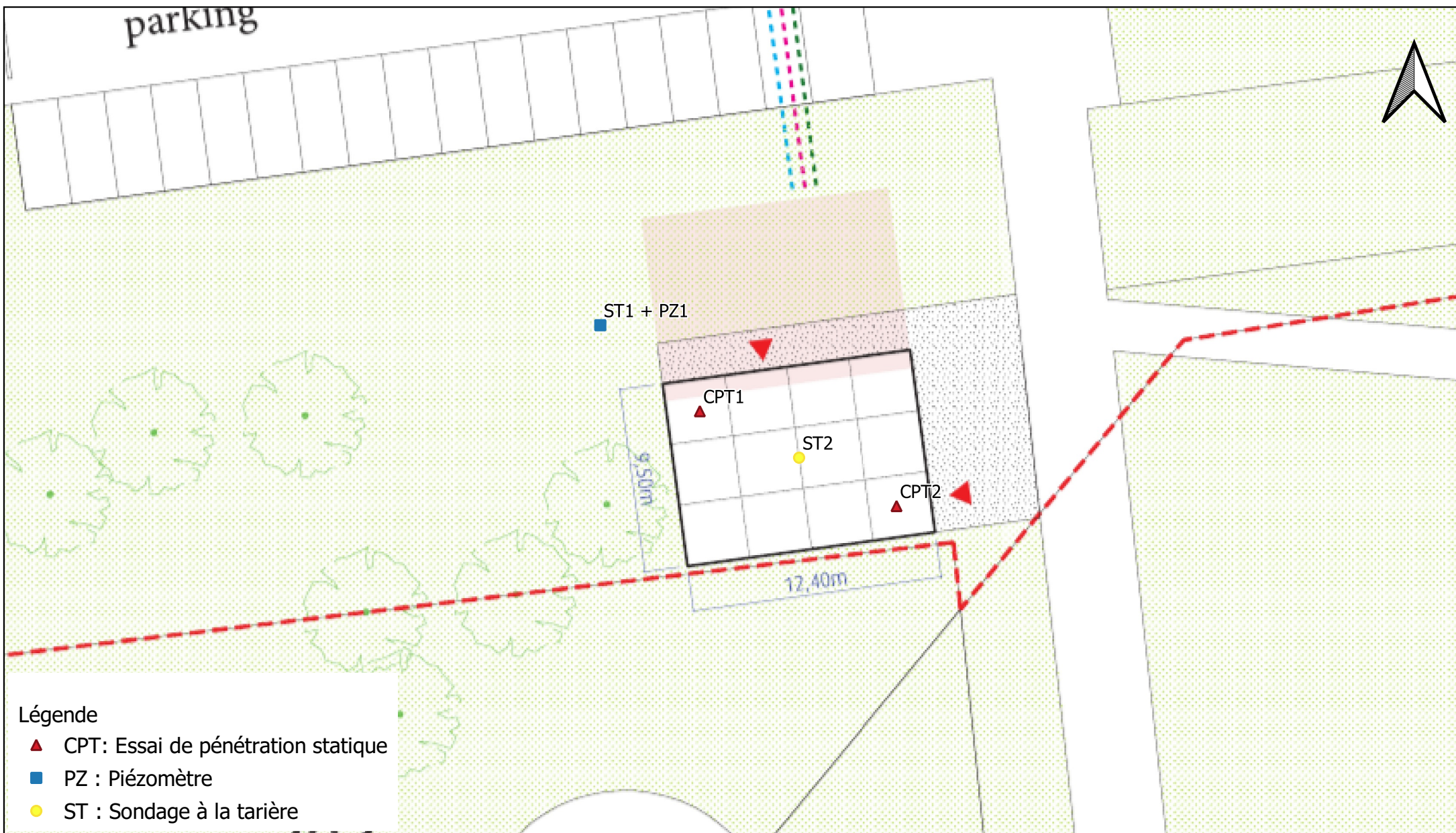
23/12225/LILLE/01  
CAMBRAI (59)  
Plan d'implantation

Système de référence spatiale RGF93/CC50 (m)

Echelle en A4 : 1/250







## Annexe 3 – Sondages et essais

## Sondage ST1

| Longitude   | Latitude       | Système de coordonnées |             | Précision des relevés      |  |
|-------------|----------------|------------------------|-------------|----------------------------|--|
| 1717 534,05 | 9 221040,95    | RGF93 / CC50           |             | Plurimétrique              |  |
| Élévation   | Prof. atteinte | Angle                  | Nivellement | Précision des nivellements |  |
| +41,96 m    | 10,0 m         | -                      | NGF         | Décimètre                  |  |
| Début       |                | Fin                    | Machine     | Opérateur                  |  |
| 16/05/2024  |                | 16/05/2024             | 175         | T.D                        |  |

| Élévation | Prof. | Lithologie | Descriptions                                  | Outils    | Niveau d'eau |
|-----------|-------|------------|-----------------------------------------------|-----------|--------------|
| 41,96     | 0     |            | Terre végétale limoneuse brune                | TH Ø 63mm | 1            |
| 41,76     |       |            | 0,2 m                                         |           |              |
| 41,56     |       |            | Remblai limoneux noirâtre + débris de briques |           |              |
| 41,36     |       |            | 0,4 m                                         |           |              |
|           |       |            | Remblai limoneux beige                        |           |              |
|           |       |            | 0,6 m                                         |           |              |
|           |       |            | Remblai argileux                              |           |              |
|           | 1     |            | 1,1 m                                         |           |              |
| 40,85     |       |            |                                               |           |              |
|           | 2     |            | Argile                                        |           |              |
|           |       |            | 3 m                                           |           |              |
| 38,96     | 3     |            | Tourbe noirâtre                               | TH Ø 63mm | 2            |
|           | 4     |            | 4,5 m                                         |           |              |
| 37,46     |       |            | Argile sablo-graveleuse noire                 |           |              |
|           | 5     |            | 5,5 m                                         |           |              |
| 36,46     |       |            | Sable et graviers argileux marrons            |           |              |
|           | 6     |            | 7 m                                           |           |              |
| 34,96     | 7     |            |                                               |           |              |
|           | 8     |            | Craie beige blanc                             |           |              |
|           | 9     |            |                                               |           |              |
|           |       |            | 10 m                                          |           |              |
| 31,96     | 10    |            |                                               | 10 m      |              |

1 En cours de forage 0,6m  
2 En fin de forage 4m



## Sondage ST1

| Longitude   | Latitude          | Système de coordonnées |             | Précision des relevés      |           |
|-------------|-------------------|------------------------|-------------|----------------------------|-----------|
| 1717 534,05 | 9 221040,95       | RGF93 / CC50           |             | Plurimétrique              |           |
| Élévation   | Prof. atteinte    | Angle                  | Nivellement | Précision des nivellements |           |
| +41,96 m    | 10,0 m            | -                      | NGF         | Décimètre                  |           |
| Données     | Type              | Début                  | Fin         | Machine                    | Opérateur |
| PZO-ST1     | Piezomètre ouvert | 16/05/2024             | 16/05/2024  | 175                        | T.D       |

### Sondage

Prof. P 10,0 m

Diamètre D 63,0 mm

### Niveau d'eau

En cours de forage  $H_w$  0,6 m

Après équipement  $H_w$  4,0 m

### Tube

☒ PVC

Diamètre intérieur  $D_t$  51,0 mm

Diamètre extérieur  $D_t$  60,0 mm

Crépines De 1,0 à 10,0 m

Fente - mm

Développement ☒ Non

Bouchon de fond ☒ Non

Hauteur hors sol  $H_t$  0,8 m

### Scellement du tube

☒ Aucun(e)

Volume injecté - l

### Protection

Tête métallique ☒ Oui

Cadenas ☒ Non

Bouche à clef ☒ Oui

Regard béton ☒ Non

Diamètre protection  $D_p$  - mm

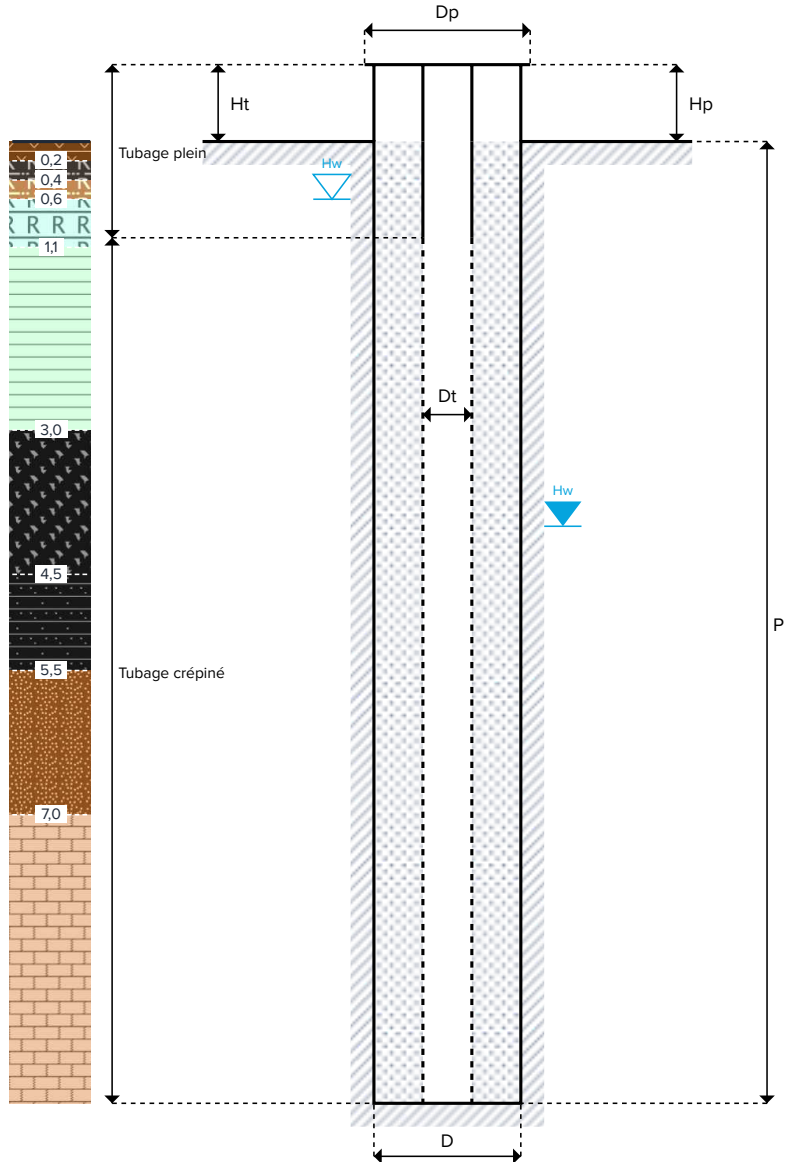
Hauteur hors sol  $H_p$  - m

### Réception Piézomètre

Profondeur Eau - Début réception - m

Profondeur Eau - Fin réception - m

Durée réception - h



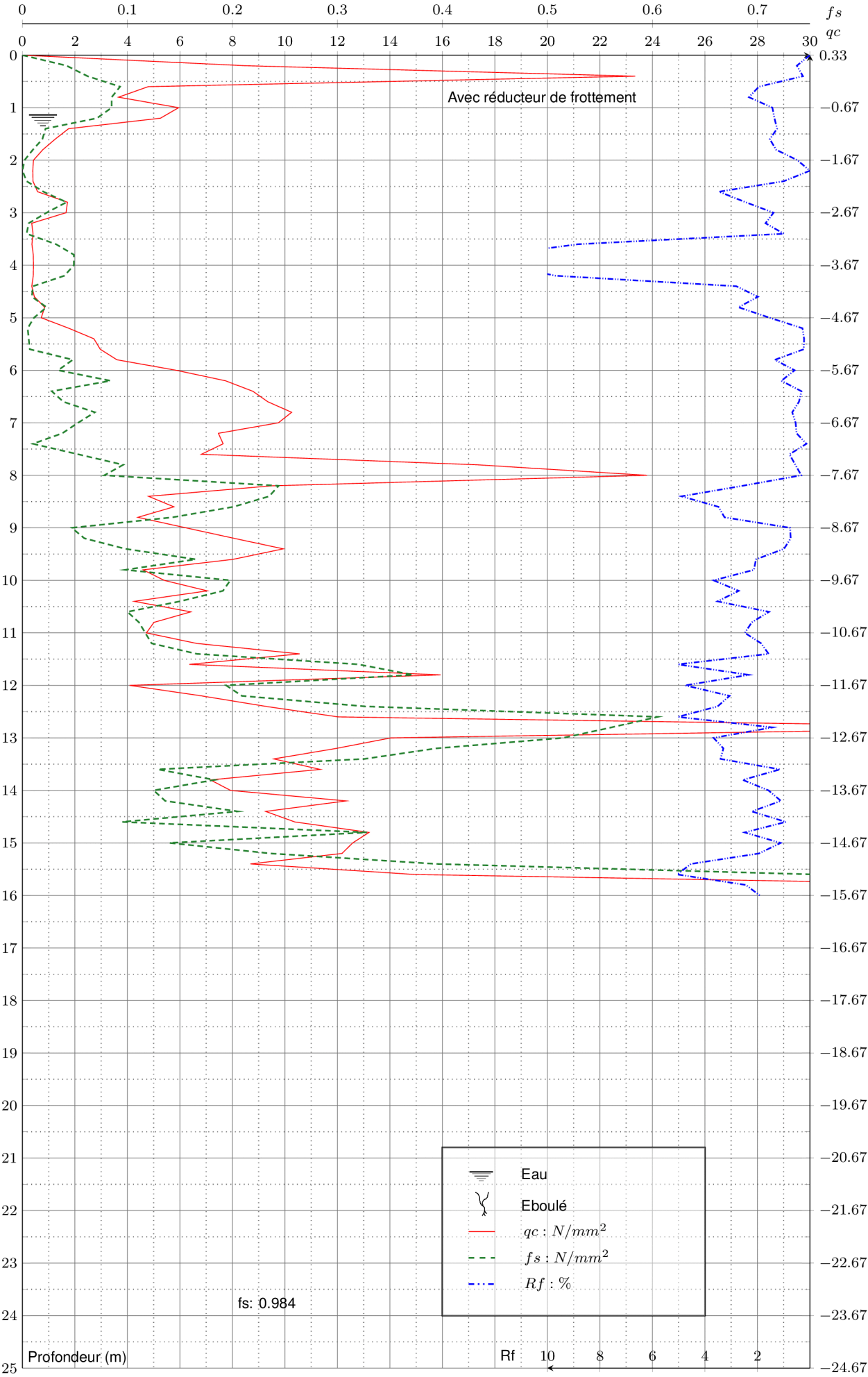
## Sondage ST2

| Longitude   | Latitude       | Système de coordonnées |             | Précision des relevés      |
|-------------|----------------|------------------------|-------------|----------------------------|
| 1717 543,82 | 9 221034,42    | RGF93 / CC50           |             | Décimètre                  |
| Élévation   | Prof. atteinte | Angle                  | Nivellement | Précision des nivellements |
| +42,11 m    | 10,0 m         | -                      | NGF-IGN69   | Décimètre                  |
| Début       |                | Fin                    | Machine     | Opérateur                  |
| 25/03/2025  |                | 25/03/2025             | 175         | TIMMERMAN Dylan            |

| Élévation | Prof. | Lithologie | Descriptions                                                            | Outils     | Niveau d'eau                                                                                  |
|-----------|-------|------------|-------------------------------------------------------------------------|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
|           | 0     |            | Terre végétale                                                          | TH Ø 63 mm | <br>1,34 m |
| 41,91     |       |            | 0,1 m<br>Dalle béton                                                    |            |                                                                                               |
|           |       |            | 0,2 m<br>Remblai limoneux marron-noirâtre + cailloutis + débris briques |            |                                                                                               |
|           |       |            | 1 m                                                                     |            |                                                                                               |
| 41,11     | 1     |            | Limoneux marron grisâtre + cailloutis                                   |            |                                                                                               |
|           | 2     |            | 2,5 m                                                                   |            |                                                                                               |
| 39,61     |       |            | Argile limoneuse brun-grisâtre + odeur vasarde                          |            |                                                                                               |
|           |       |            | 3 m                                                                     |            |                                                                                               |
| 39,11     | 3     |            | Tourbe noirâtre                                                         |            |                                                                                               |
|           | 4     |            | 4,5 m                                                                   |            |                                                                                               |
| 37,61     |       |            |                                                                         |            |                                                                                               |
|           | 5     |            | Limons tourbeux gris-noirâtre                                           |            |                                                                                               |
|           | 6     |            | 6,5 m                                                                   |            |                                                                                               |
| 35,61     |       |            |                                                                         |            |                                                                                               |
|           | 7     |            | Alluvions limono-graveleuses marron-grisâtre                            |            |                                                                                               |
|           | 8     |            |                                                                         |            |                                                                                               |
|           | 9     |            | 9,5 m                                                                   |            |                                                                                               |
| 32,61     |       |            | Limons crayeux marron-jaunâtre + débris silex                           |            |                                                                                               |
|           |       |            | 10 m                                                                    |            |                                                                                               |
| 32,11     | 10    |            |                                                                         | 10 m       |                                                                                               |

25/03/2025 - En cours de forage  
25/03/2025 - Eau en fin de sondage - 1,1m

Commentaires | Eboulement des parois du sondage à 1,30 m de profondeur / TA





|              |                   |
|--------------|-------------------|
| Chantier :   | CAMBRAI           |
| N° affaire : | 23/12225/LILLE/01 |
| Sondage :    | CPTÉ-1            |

Selon la méthode NCEER

Établi par : Valentin RAMEAUX

Version du : 09/09/2024

| DONNEES DU SOL                                       |            |       |                   |
|------------------------------------------------------|------------|-------|-------------------|
| Profondeur de la nappe :                             | $Z_W$      | 41.04 | NGF               |
| Poids volumique moyen :                              | $\gamma_h$ | 18.0  | kN/m <sup>3</sup> |
| Coefficient (si frottement local $f_s$ non mesuré) : | $n$        |       |                   |
| Cote Terrain Actuel :                                | $Z_{TA}$   | 42.04 | NGF               |
| Cote du projet (+0,00) :                             | $Z_{pro}$  | 42.04 | NGF               |

| DONNEES SUR L'OUVRAGE (BATIMENT DE CLASSE "A RISQUE NORMAL") |            |     |  |
|--------------------------------------------------------------|------------|-----|--|
| Catégorie d'importance de l'ouvrage :                        | -          | III |  |
| Coefficient d'importance de l'ouvrage :                      | $\gamma_I$ | 1.2 |  |

| DONNEES SISMQUES                     |           |      |                  |
|--------------------------------------|-----------|------|------------------|
| Zone sismique :                      | -         | 3    |                  |
| Magnitude conventionnelle :          | M         | 5.5  |                  |
| Référentiel :                        | -         | EC8  |                  |
| Facteur correctif :                  | MSF       | 2.86 |                  |
| Accélération de référence :          | $a_{gr}$  | 1.1  | m/s <sup>2</sup> |
| Accélération horizontale de calcul : | $a_g$     | 1.32 | m/s <sup>2</sup> |
| Classe de sol :                      | -         | E    |                  |
| Paramètre de sol :                   | S         | 1.80 |                  |
| Accélération maximale de référence : | $a_{max}$ | 2.38 | m/s <sup>2</sup> |

Le sol n'est pas considéré comme liquéfiable si l'équation suivante est vérifiée :

$$FS = CRR / CSR \geq 1,25$$

**CRR** : résistance moyenne au cisaillement cyclique du sol

$$[8a] \quad \text{if } 50 \leq (q_{c1N})_{cs} < 160, \quad CRR = 93 \left[ \frac{(q_{c1N})_{cs}}{1000} \right]^3 + 0.08 \quad [4] \quad (q_{c1N})_{cs} = K_c q_{c1N}$$

$$[8b] \quad \text{if } (q_{c1N})_{cs} < 50, \quad CRR = 0.833 \left[ \frac{(q_{c1N})_{cs}}{1000} \right]^3 + 0.05 \quad q_{c1N} = C_d(q_c/P_a) \quad C_d = (P_a/\sigma'_{v0})^n$$

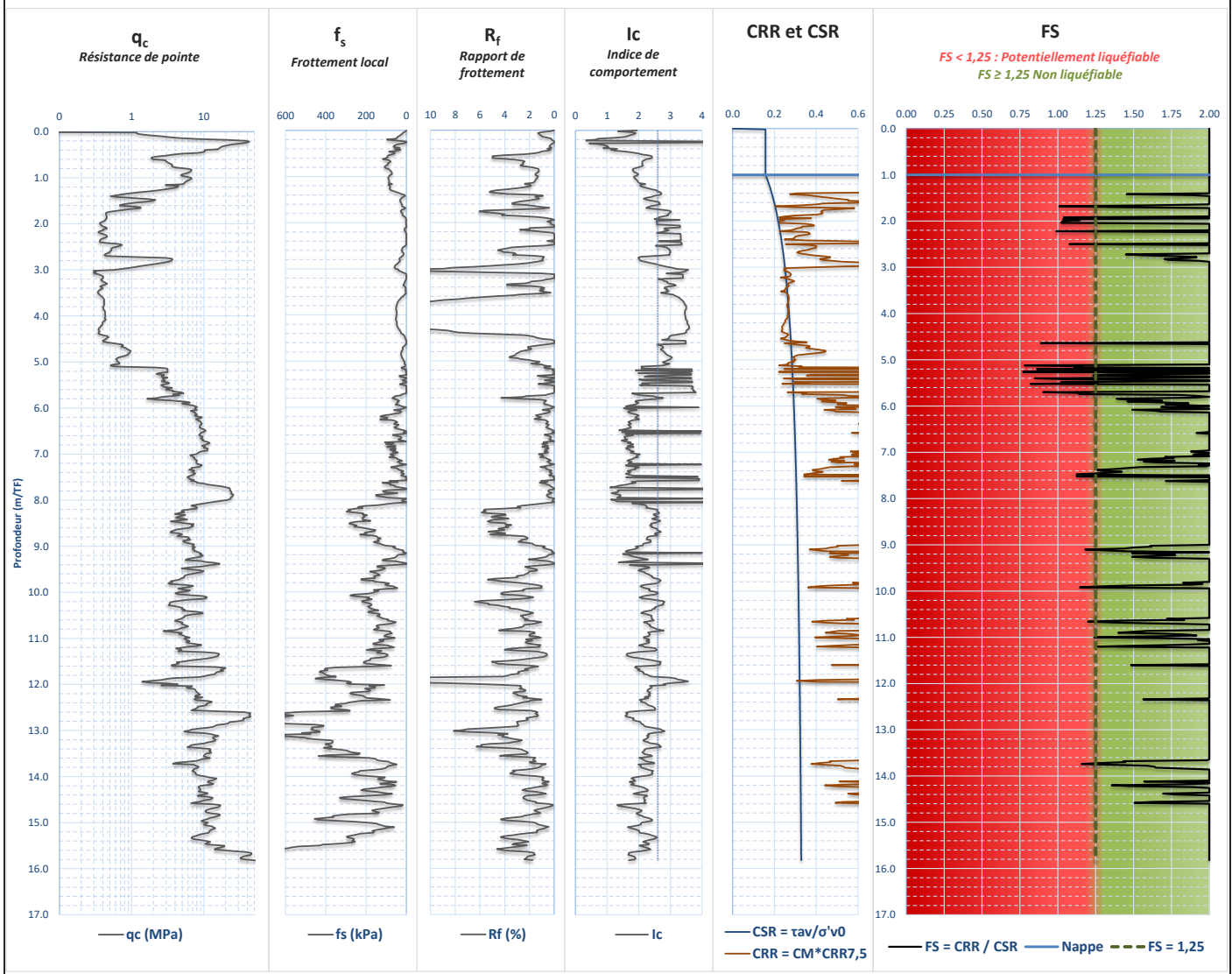
$$[7a] \quad \text{if } I_c \leq 164, \quad K_c = 10$$

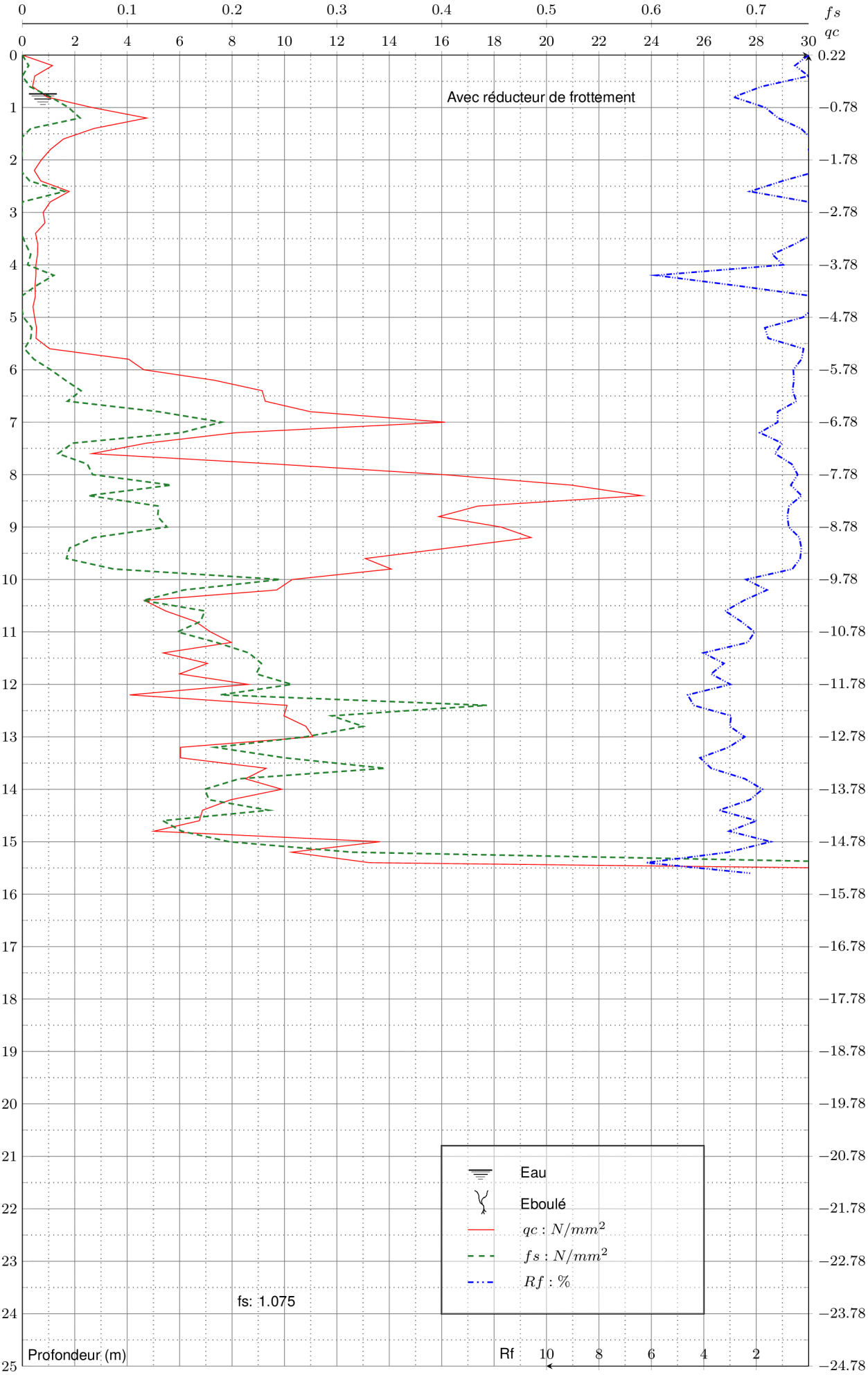
$$[7b] \quad \text{if } I_c > 164, \quad K_c = -0.403 I_c^4 + 5581 I_c^3 - 2163 I_c^2 + 33.75 I_c - 1788$$

**CSR** : contrainte de cisaillement normalisée induite par le séisme

$$\ln(r_d) = \alpha(z) + \beta(z)M$$

$$[2] \quad CSR = \frac{\tau_{av}}{\sigma'_{v0}} = 0.65 \left( \frac{a_{max}}{g} \right) \left( \frac{\sigma_{v0}}{\sigma'_{v0}} \right)^{r_d} \quad \alpha(z) = -1.012 - 1.126 \sin \left( \frac{z}{11.73} + 5.133 \right) \quad \beta(z) = 0.106 + 0.118 \sin \left( \frac{z}{11.28} + 5.142 \right)$$

 $r_d$  : Coefficient de dissipation (Idriss et Boulanger, 2004) $\sigma'_{v0}$  : Contrainte totale due au poids du sol $\tau_{av}$  : Contrainte moyenne de cisaillement horizontale engendrée par le séisme $\sigma'_{v0}$  : Contrainte effective due au poids du sol $q_c$  : Résistance de pointe $q_{c1N}$  : Résistance de pointe normalisée à 100 kPa



|              |                   |
|--------------|-------------------|
| Chantier :   | CAMBRAI           |
| N° affaire : | 23/12225/LILLE/01 |
| Sondage :    | CPTÉ-2            |

Selon la méthode NCEER

Établi par : Valentin RAMEAUX

Version du : 09/09/2024

| DONNEES DU SOL                                       |            |       |                   |
|------------------------------------------------------|------------|-------|-------------------|
| Profondeur de la nappe :                             | $Z_W$      | 40.96 | NGF               |
| Poids volumique moyen :                              | $\gamma_h$ | 18.0  | kN/m <sup>3</sup> |
| Coefficient (si frottement local $f_s$ non mesuré) : | $n$        |       |                   |
| Cote Terrain Actuel :                                | $Z_{TA}$   | 41.96 | NGF               |
| Cote du projet (+0,00) :                             | $Z_{pro}$  | 41.96 | NGF               |

| DONNEES SUR L'OUVRAGE (BATIMENT DE CLASSE "A RISQUE NORMAL") |            |     |  |
|--------------------------------------------------------------|------------|-----|--|
| Catégorie d'importance de l'ouvrage :                        | -          | III |  |
| Coefficient d'importance de l'ouvrage :                      | $\gamma_I$ | 1.2 |  |

| DONNEES SISMQUES                     |           |      |                  |
|--------------------------------------|-----------|------|------------------|
| Zone sismique :                      | -         | 3    |                  |
| Magnitude conventionnelle :          | M         | 5.5  |                  |
| Référentiel :                        | -         | EC8  |                  |
| Facteur correctif :                  | MSF       | 2.86 |                  |
| Accélération de référence :          | $a_{gr}$  | 1.1  | m/s <sup>2</sup> |
| Accélération horizontale de calcul : | $a_d$     | 1.32 | m/s <sup>2</sup> |
| Classe de sol :                      | -         | E    |                  |
| Paramètre de sol :                   | S         | 1.80 |                  |
| Accélération maximale de référence : | $a_{max}$ | 2.38 | m/s <sup>2</sup> |

Le sol n'est pas considéré comme liquéfiable si l'équation suivante est vérifiée :

$$FS = CRR / CSR \geq 1,25$$

CRR : résistance moyenne au cisaillement cyclique du sol

$$[8a] \quad \text{if } 50 \leq (q_{c1N})_{cs} < 160, \quad CRR = 93 \left[ \frac{(q_{c1N})_{cs}}{1000} \right]^3 + 0.08 \quad [4] \quad (q_{c1N})_{cs} = K_c q_{c1N}$$

$$[8b] \quad \text{if } (q_{c1N})_{cs} < 50, \quad CRR = 0.833 \left[ \frac{(q_{c1N})_{cs}}{1000} \right]^3 + 0.05 \quad q_{c1N} = C_d(q_c/P_a) \quad C_d = (P_a/\sigma'_{v0})^n$$

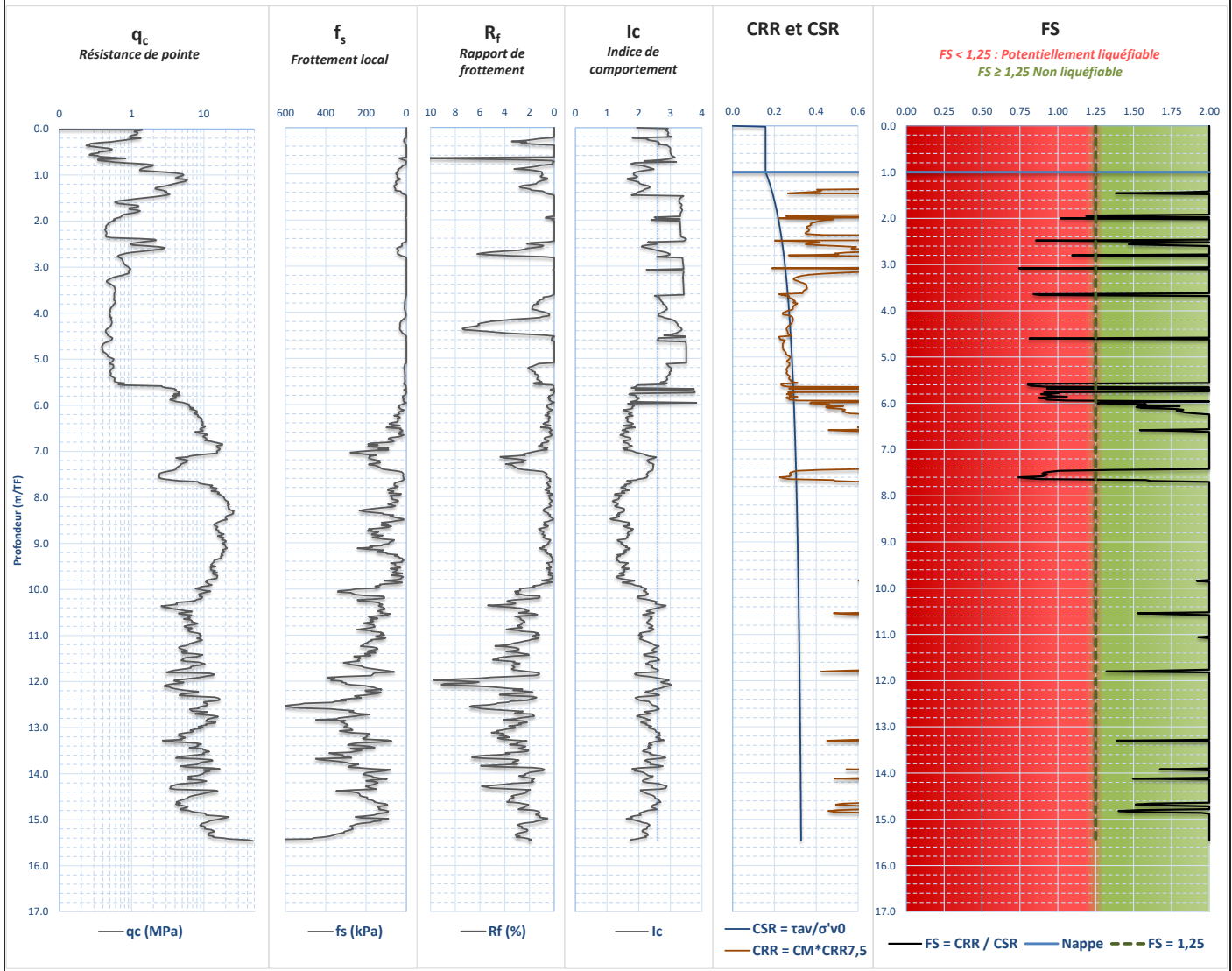
$$[7a] \quad \text{if } I_c \leq 164, \quad K_c = 10$$

$$[7b] \quad \text{if } I_c > 164, \quad K_c = -0.403 I_c^4 + 5581 I_c^3 - 2163 I_c^2 + 33.75 I_c - 1788$$

CSR : contrainte de cisaillement normalisée induite par le séisme

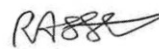
$$\ln(r_d) = \alpha(z) + \beta(z)M$$

$$[2] \quad CSR = \frac{\tau_{av}}{\sigma'_{v0}} = 0.65 \left( \frac{a_{max}}{g} \right) \left( \frac{\sigma'_{v0}}{\sigma_{v0}} \right)^{r_d} \quad \alpha(z) = -1.012 - 1.126 \sin \left( \frac{z}{11.73} + 5.133 \right) \quad \beta(z) = 0.106 + 0.118 \sin \left( \frac{z}{11.28} + 5.142 \right)$$

 $r_d$  : Coefficient de dissipation (Idriss et Boulanger, 2004) $\sigma'_{v0}$  : Contrainte totale due au poids du sol $\tau_{av}$  : Contrainte moyenne de cisaillement horizontale engendrée par le séisme $\sigma'_{v0}$  : Contrainte effective due au poids du sol $q_c$  : Résistance de pointe $q_{c1N}$  : Résistance de pointe normalisée à 100 kPa

## Annexe 4 – Essais en laboratoire

OULAB-04-v4 - Tableau Récapitulatif des Résultats d'Essais Laboratoire

|         |            |              |           |                                                                                     |
|---------|------------|--------------|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| AFFAIRE | 231222501  | Opérateur    | NT        |  |
| SITE    | CAMBRAI    | Vérificateur | C. RASSET |                                                                                     |
| Date    | 13/05/2025 |              |           |                                                                                     |

NA = Non Applicable

| Sondage | Prof<br>Sup<br>(m) | Prof<br>Inf<br>(m) | Description                                             | Teneur en eau naturelle (0/D)<br>Wnat (%) | Granulométrie - Sédimentométrie |                                |                                |                              |                                |                                |                              |                             |                   | Valeur au Bleu de Méthylène<br>VBS (g/100g) | Limites d'Atterberg |                                           |                                            |                                        | CLASSIFICATION<br>(NF P 11-300) | CLASSIFICATION<br>(EN 16907) |                                         |
|---------|--------------------|--------------------|---------------------------------------------------------|-------------------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|------------------------------|-----------------------------|-------------------|---------------------------------------------|---------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------------|----------------------------------------|---------------------------------|------------------------------|-----------------------------------------|
|         |                    |                    |                                                         |                                           | Diamètre maximal<br>Dmax (mm)   | Passant à 63 mm<br>< 63 mm (%) | Passant à 50 mm<br>< 50 mm (%) | Passant à 2 mm<br>< 2 mm (%) | Passant à 80 µm<br>< 80 µm (%) | Passant à 63 µm<br>< 63 µm (%) | Passant à 2 µm<br>< 2 µm (%) | Coefficient d'uniformité Cu | Fraction 63µm/2mm |                                             | Fraction 2mm/63mm   | Limite de liquidité<br>W <sub>L</sub> (%) | Limite de plasticité<br>W <sub>P</sub> (%) | Indice de plasticité<br>I <sub>P</sub> |                                 |                              | Indice de consistance<br>I <sub>C</sub> |
| ST2     | 1,00               | 2,50               | Limon gris très légèrement sablo-graveleux              | 24,5                                      | 12,0                            | 100,0                          | 100,0                          | 98,5                         | 94,9                           | 94,3                           | -                            | -                           | 4,2               | 1,5                                         | -                   | 36,2                                      | 21,3                                       | 14,9                                   | 0,74                            | A2 th                        | F2 th                                   |
| ST2     | 2,50               | 3,00               | Argile limoneuse gris-noirâtre très légèrement sableuse | 39,6                                      | 3,0                             | 100,0                          | 100,0                          | 100,0                        | 99,1                           | 98,8                           | -                            | -                           | 1,2               | 0,0                                         | -                   | 50,3                                      | 30,4                                       | 19,9                                   | 0,53                            | A2 th                        | F2 th                                   |

# ANALYSE GRANULOMETRIQUE

Méthode par tamisage à sec

Méthode par sédimentation

|                        |            |
|------------------------|------------|
| <b>AFFAIRE</b>         | 231222501  |
| <b>SITE</b>            | CAMBRAI    |
| <b>Date</b>            | 13/05/2025 |
| <b>Opérateur</b>       | NT         |
| <b>T°C de séchage</b>  | 50°C       |
| <b>Sédimentométrie</b> | NON        |

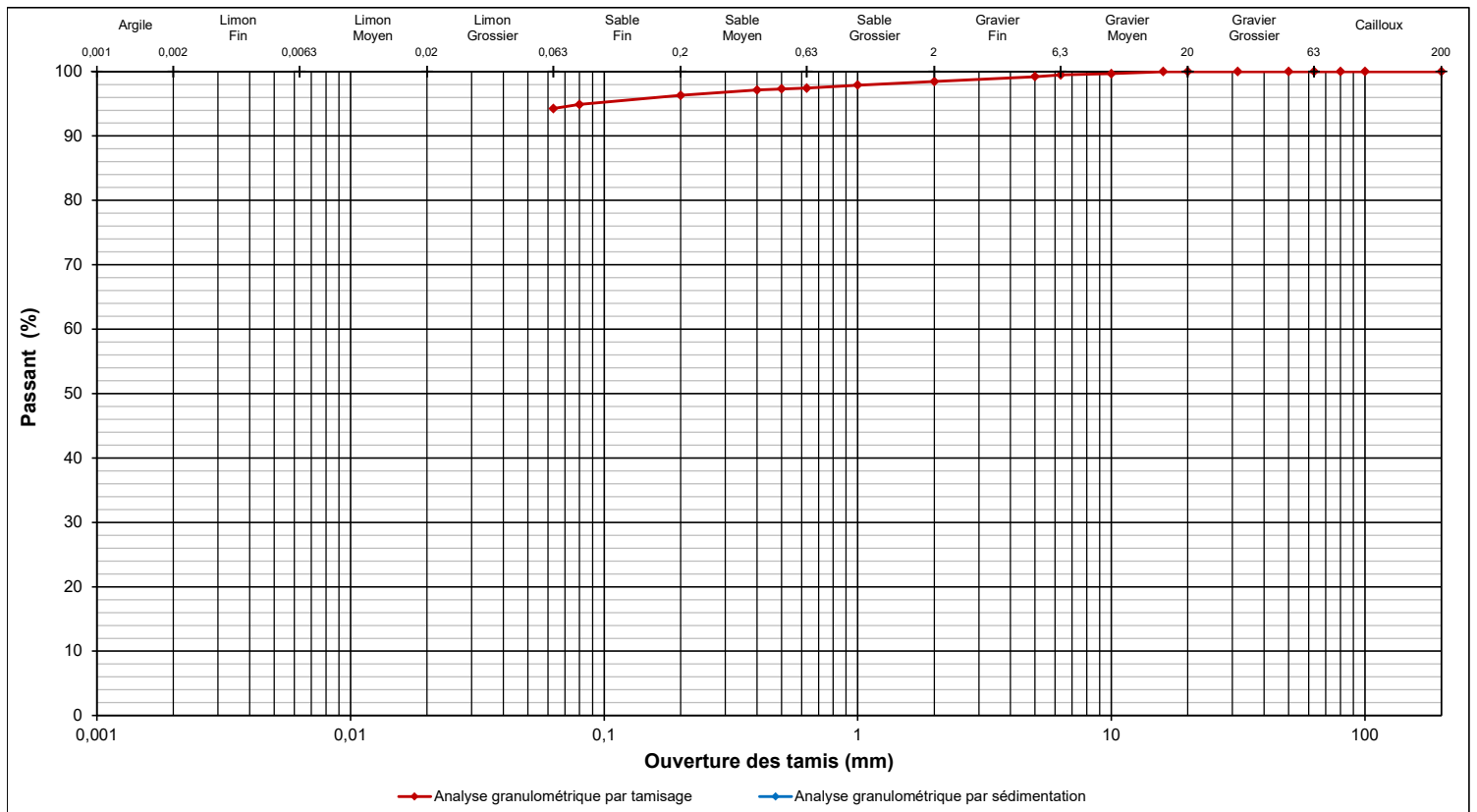
|                                          |      |                          |                    |
|------------------------------------------|------|--------------------------|--------------------|
| <b>W% sur 0/D</b> (NF EN ISO 17892-1)    | 24,5 | <b>Dmax (mm)</b>         | 12,0               |
| <b>W% sur 0/20mm</b> (NF EN ISO 17892-1) | 24,5 | <b>Passants (%)</b>      | <b>63 mm</b> 100,0 |
| <b>D10 (mm)</b>                          |      |                          | <b>50 mm</b> 100,0 |
| <b>D60 (mm)</b>                          |      |                          | <b>2 mm</b> 98,5   |
| <b>Coefficient d'uniformité Cu</b>       |      |                          | <b>80 µm</b> 94,9  |
|                                          |      |                          | <b>63 µm</b> 94,3  |
| <b>Fraction 63µm/2mm</b>                 | 4,2  |                          | <b>2 µm</b> -      |
| <b>Fraction 2mm/63mm</b>                 | 1,5  | <b>VBS (NF P 94-068)</b> | -                  |

|                   |               |
|-------------------|---------------|
| <b>Sondage</b>    | ST2           |
| <b>Profondeur</b> | 1,00 - 2,50 m |

|                    |                                            |
|--------------------|--------------------------------------------|
| <b>Description</b> | Limon gris très légèrement sablo-graveleux |
|--------------------|--------------------------------------------|

|                     |       |       |       |       |       |       |       |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |       |
|---------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|
| <b>Ø tamis (mm)</b> | 200   | 100   | 80    | 63    | 50    | 31,5  | 20    | 16    | 10   | 6,3  | 5    | 2    | 1    | 0,63 | 0,5  | 0,4  | 0,2  | 0,080 | 0,063 |
| <b>Passant (%)</b>  | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 99,7 | 99,5 | 99,2 | 98,5 | 97,9 | 97,4 | 97,3 | 97,1 | 96,3 | 94,9  | 94,3  |

|                     |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| <b>Ø tamis (µm)</b> | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| <b>Passant (%)</b>  | - | - | - | - | - | - | - | - | - |



|                                                      |                       |   |                       |   |                                     |   |                         |   |
|------------------------------------------------------|-----------------------|---|-----------------------|---|-------------------------------------|---|-------------------------|---|
| <b>Densimètre</b>                                    | H <sub>0</sub> (cm) = | - | H <sub>1</sub> (cm) = | - | h <sub>1</sub> (cm) =               | - | Vd (cm <sup>3</sup> ) = | - |
| <b>Facteurs correcteurs</b>                          | Cm =                  | - | Cd =                  | - | Eprouvette : A (cm <sup>2</sup> ) = | - |                         |   |
| <b>Masse volumique des grains (g/cm<sup>3</sup>)</b> | estimée               | - |                       |   |                                     |   |                         |   |

|                               |          |            |           |              |               |
|-------------------------------|----------|------------|-----------|--------------|---------------|
| <b>Temps de lecture (min)</b> | <b>R</b> | <b>T°C</b> | <b>Ct</b> | <b>p (%)</b> | <b>D (µm)</b> |
| 1                             | -        | -          | -         | -            | -             |
| 2                             | -        | -          | -         | -            | -             |
| 5                             | -        | -          | -         | -            | -             |
| 10                            | -        | -          | -         | -            | -             |
| 20                            | -        | -          | -         | -            | -             |
| 40                            | -        | -          | -         | -            | -             |
| 80                            | -        | -          | -         | -            | -             |
| 240                           | -        | -          | -         | -            | -             |
| 1440                          | -        | -          | -         | -            | -             |

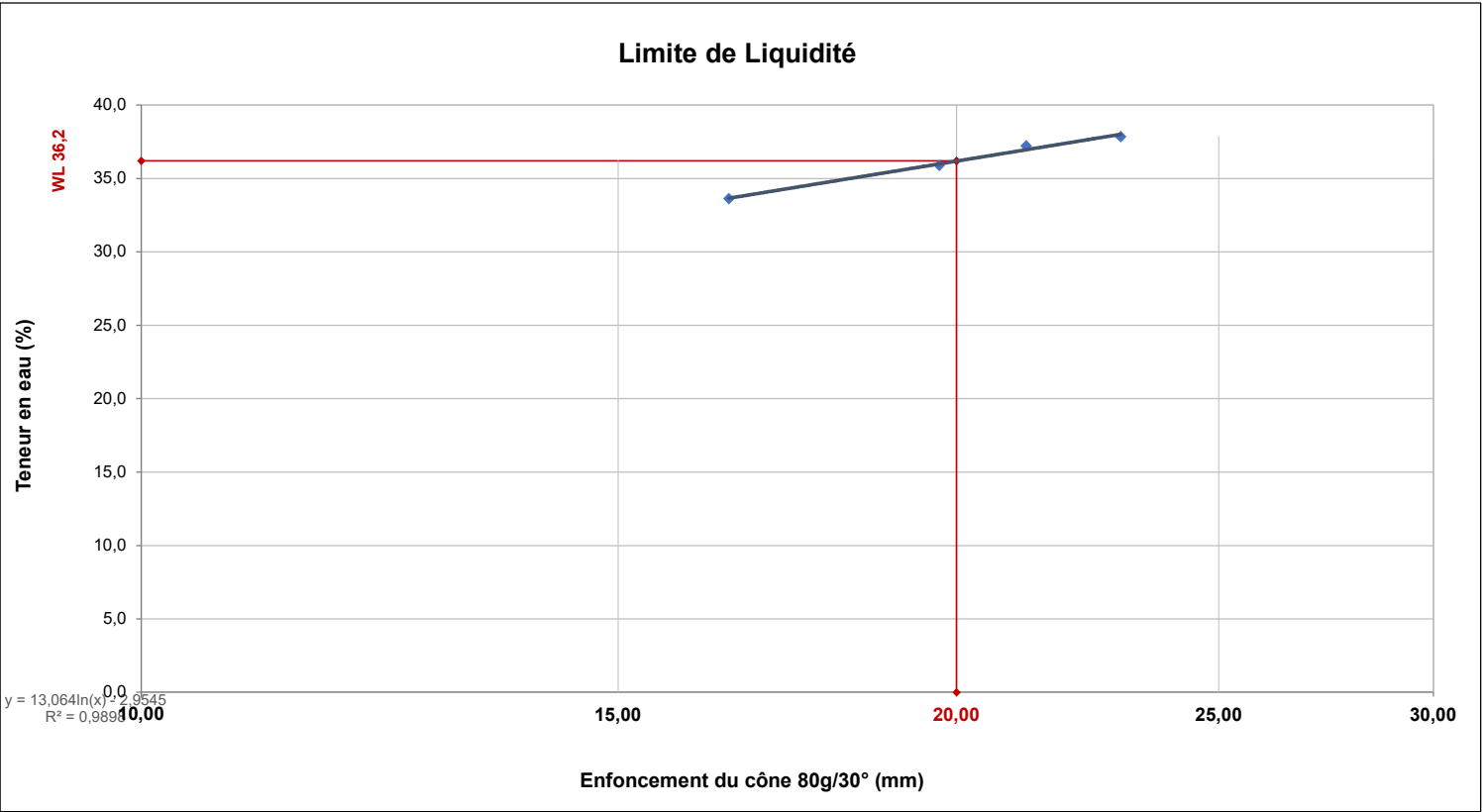
|                     |  |
|---------------------|--|
| <b>Observations</b> |  |
|---------------------|--|



**LIMITES D'ATTERBERG AU CÔNE DE 80g/30°  
(NF EN ISO 17892-12)**

|                |                                            |  |  |
|----------------|--------------------------------------------|--|--|
| AFFAIRE        | 231222501                                  |  |  |
| SITE           | CAMBRAI                                    |  |  |
| Date           | 13/05/2025                                 |  |  |
| Opérateur      | NT                                         |  |  |
| T°C de séchage | 50°C                                       |  |  |
| Sondage        | ST2                                        |  |  |
| Profondeur     | 1,00 - 2,50 m                              |  |  |
| Description    | Limon gris très légèrement sablo-graveleux |  |  |

|                              |              |       |                     |       |
|------------------------------|--------------|-------|---------------------|-------|
| Préparation de l'échantillon | Etat Naturel |       | Passant à 400µm (%) | 97,1  |
| Mesures N°                   | 1            | 2     | 3                   | 4     |
| Enfoncement du cône (mm)     | 16,48        | 19,71 | 21,22               | 23,00 |
| Teneur en eau (%)            | 33,6         | 35,9  | 37,2                | 37,9  |



|                      |        |      |             |      |
|----------------------|--------|------|-------------|------|
| Limite de plasticité | W1 (%) | 21,5 | Moyenne (%) | 21,3 |
|                      | W2 (%) | 21,0 |             |      |

|                                               |                    |      |
|-----------------------------------------------|--------------------|------|
| Teneur en eau sur 0/D (NF EN ISO 17892-1)     | W (%)              | 24,5 |
| Teneur en eau sur 0/400µm (NF EN ISO 17892-1) | W (%)              | 25,2 |
| Limite de liquidité                           | W <sub>L</sub> (%) | 36,2 |
| Limite de plasticité                          | W <sub>P</sub> (%) | 21,3 |
| Indice de plasticité                          | I <sub>P</sub>     | 14,9 |
| Indice de consistance                         | I <sub>C</sub>     | 0,74 |

|              |  |
|--------------|--|
| Observations |  |
|--------------|--|

## ANALYSE GRANULOMETRIQUE

Méthode par tamisage à sec

Méthode par sédimentation

|                 |            |
|-----------------|------------|
| AFFAIRE         | 231222501  |
| SITE            | CAMBRAI    |
| Date            | 13/05/2025 |
| Opérateur       | NT         |
| T°C de séchage  | 50°C       |
| Sédimentométrie | NON        |

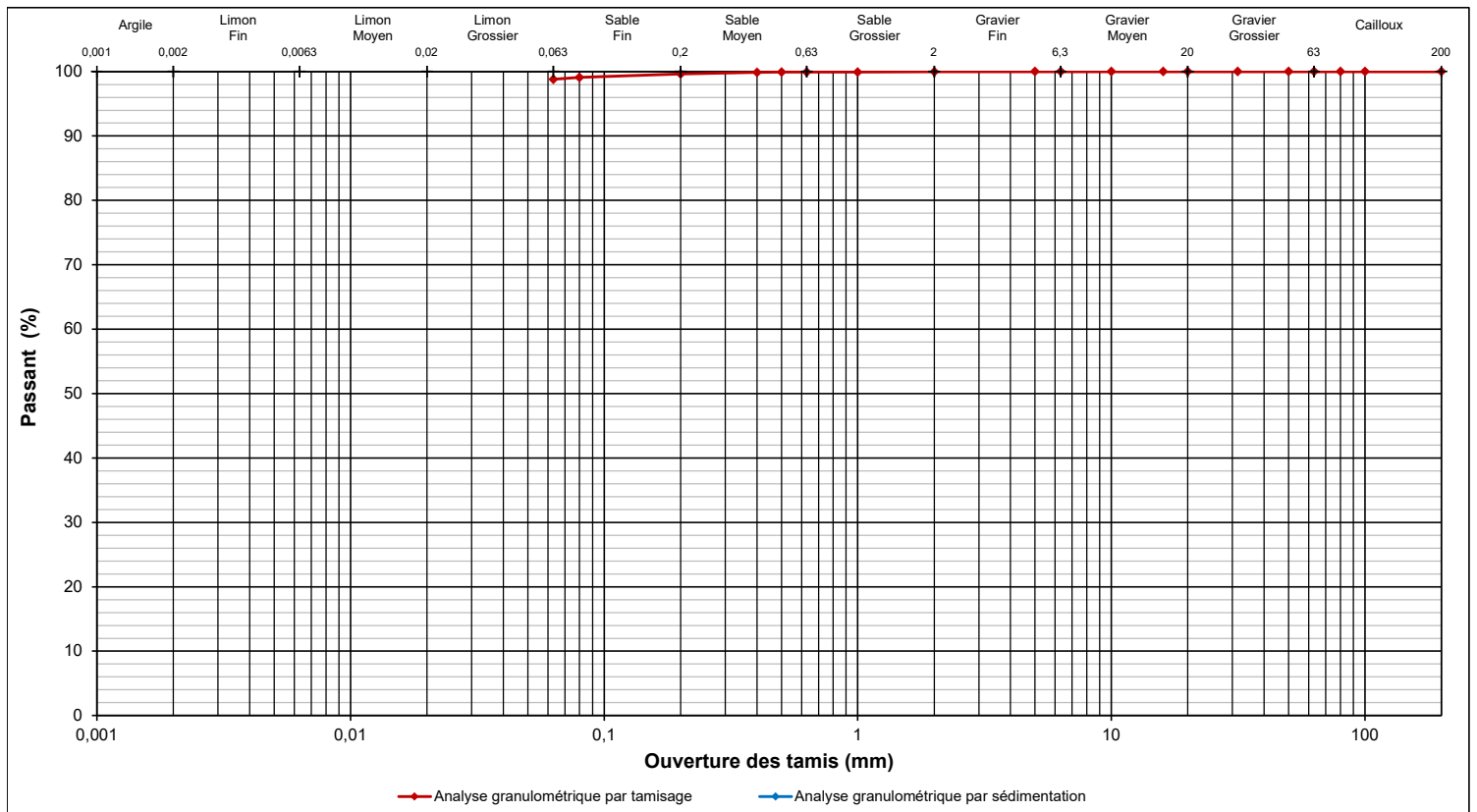
|            |               |
|------------|---------------|
| Sondage    | ST2           |
| Profondeur | 2,50 - 3,00 m |

|             |                                                         |
|-------------|---------------------------------------------------------|
| Description | Argile limoneuse gris-noirâtre très légèrement sableuse |
|-------------|---------------------------------------------------------|

|                                   |      |                   |       |
|-----------------------------------|------|-------------------|-------|
| W% sur 0/D (NF EN ISO 17892-1)    | 39,6 | Dmax (mm)         | 3,0   |
| W% sur 0/20mm (NF EN ISO 17892-1) | 39,6 | 63 mm             | 100,0 |
| D10 (mm)                          |      | 50 mm             | 100,0 |
| D60 (mm)                          |      | 2 mm              | 100,0 |
| Coefficient d'uniformité Cu       |      | 80 µm             | 99,1  |
|                                   |      | 63 µm             | 98,8  |
| Fraction 63µm/2mm                 | 1,2  | 2 µm              | -     |
| Fraction 2mm/63mm                 | 0,0  | VBS (NF P 94-068) | -     |

|              |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |      |      |      |      |      |       |       |
|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|-------|-------|
| Ø tamis (mm) | 200   | 100   | 80    | 63    | 50    | 31,5  | 20    | 16    | 10    | 6,3   | 5     | 2     | 1    | 0,63 | 0,5  | 0,4  | 0,2  | 0,080 | 0,063 |
| Passant (%)  | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 99,9 | 99,9 | 99,9 | 99,9 | 99,6 | 99,1  | 98,8  |

|              |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|--------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Ø tamis (µm) | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Passant (%)  | - | - | - | - | - | - | - | - | - |



|                                                 |                       |   |                       |   |                                     |   |                         |   |
|-------------------------------------------------|-----------------------|---|-----------------------|---|-------------------------------------|---|-------------------------|---|
| Densimètre                                      | H <sub>0</sub> (cm) = | - | H <sub>1</sub> (cm) = | - | h <sub>1</sub> (cm) =               | - | Vd (cm <sup>3</sup> ) = | - |
| Facteurs correcteurs                            | Cm =                  | - | Cd =                  | - | Eprouvette : A (cm <sup>2</sup> ) = | - |                         |   |
| Masse volumique des grains (g/cm <sup>3</sup> ) | estimée               | - |                       |   |                                     |   |                         |   |

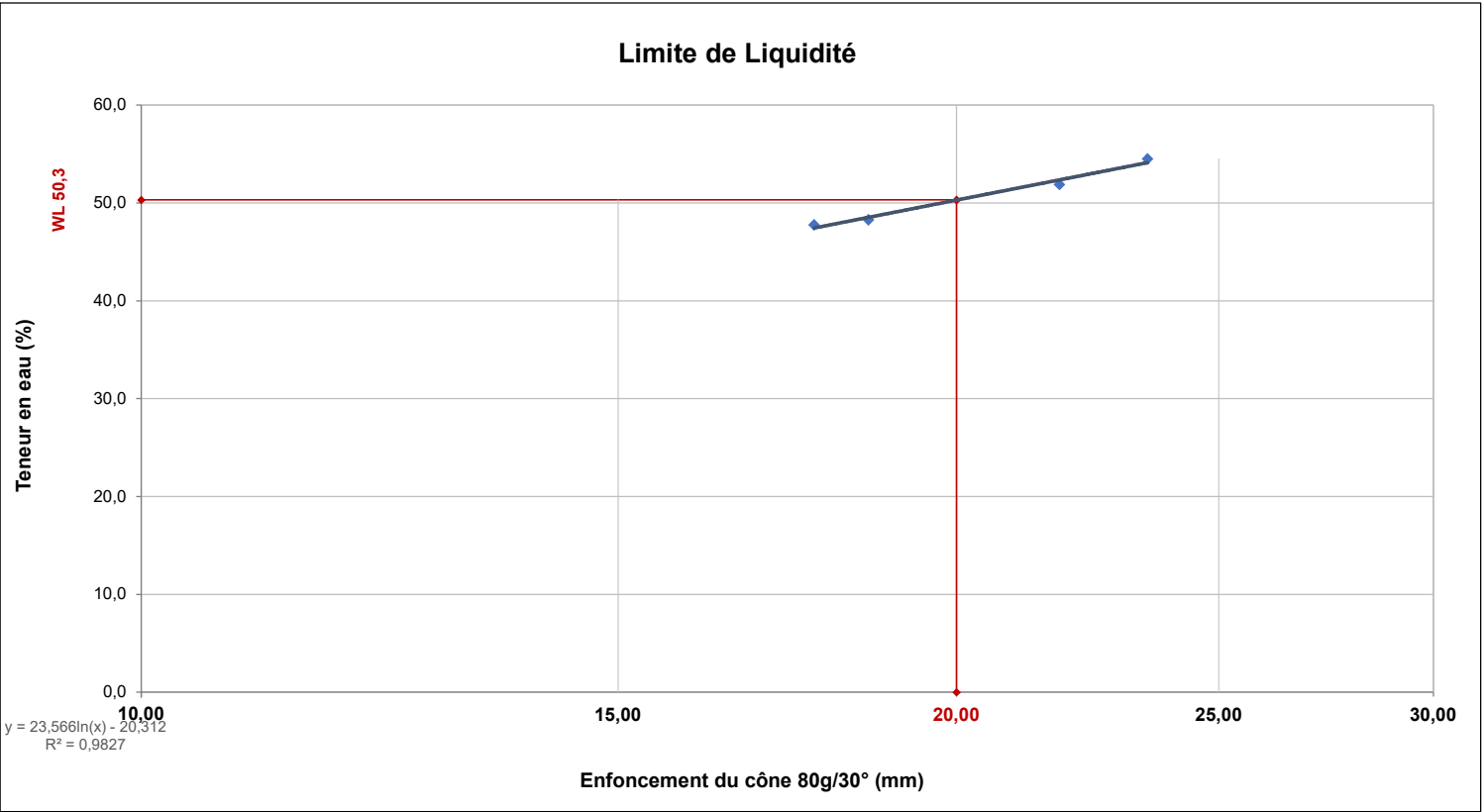
|                        |   |     |    |       |        |
|------------------------|---|-----|----|-------|--------|
| Temps de lecture (min) | R | T°C | Ct | p (%) | D (µm) |
| 1                      | - | -   | -  | -     | -      |
| 2                      | - | -   | -  | -     | -      |
| 5                      | - | -   | -  | -     | -      |
| 10                     | - | -   | -  | -     | -      |
| 20                     | - | -   | -  | -     | -      |
| 40                     | - | -   | -  | -     | -      |
| 80                     | - | -   | -  | -     | -      |
| 240                    | - | -   | -  | -     | -      |
| 1440                   | - | -   | -  | -     | -      |

|              |  |
|--------------|--|
| Observations |  |
|--------------|--|

**LIMITES D'ATTERBERG AU CÔNE DE 80g/30°  
(NF EN ISO 17892-12)**

|                |                                                         |  |  |
|----------------|---------------------------------------------------------|--|--|
| AFFAIRE        | 231222501                                               |  |  |
| SITE           | CAMBRAI                                                 |  |  |
| Date           | 13/05/2025                                              |  |  |
| Opérateur      | NT                                                      |  |  |
| T°C de séchage | 50°C                                                    |  |  |
| Sondage        | ST2                                                     |  |  |
| Profondeur     | 2,50 - 3,00 m                                           |  |  |
| Description    | Argile limoneuse gris-noirâtre très légèrement sableuse |  |  |

|                                     |              |          |                            |          |
|-------------------------------------|--------------|----------|----------------------------|----------|
| <b>Préparation de l'échantillon</b> | Etat Naturel |          | <b>Passant à 400µm (%)</b> | 99,9     |
| <b>Mesures N°</b>                   | <b>1</b>     | <b>2</b> | <b>3</b>                   | <b>4</b> |
| <b>Enfoncement du cône (mm)</b>     | 17,72        | 18,56    | 21,83                      | 23,53    |
| <b>Teneur en eau (%)</b>            | 47,8         | 48,3     | 51,9                       | 54,5     |

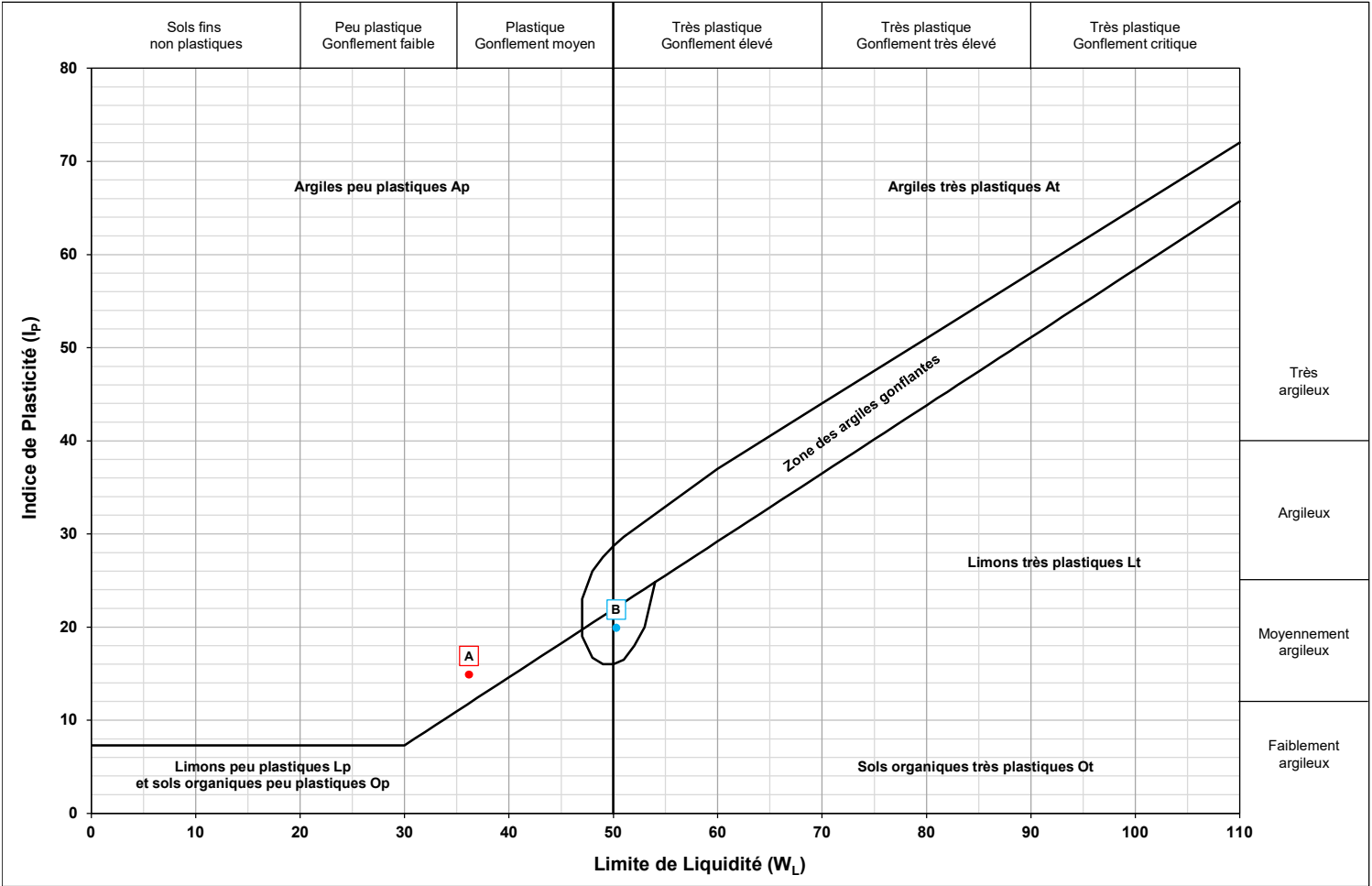


|                             |               |      |                    |      |
|-----------------------------|---------------|------|--------------------|------|
| <b>Limite de plasticité</b> | <b>W1 (%)</b> | 30,2 | <b>Moyenne (%)</b> | 30,4 |
|                             | <b>W2 (%)</b> | 30,5 |                    |      |

|                                                      |                          |      |
|------------------------------------------------------|--------------------------|------|
| <b>Teneur en eau sur 0/D (NF EN ISO 17892-1)</b>     | <b>W (%)</b>             | 39,6 |
| <b>Teneur en eau sur 0/400µm (NF EN ISO 17892-1)</b> | <b>W (%)</b>             | 39,6 |
| <b>Limite de liquidité</b>                           | <b>W<sub>L</sub> (%)</b> | 50,3 |
| <b>Limite de plasticité</b>                          | <b>W<sub>P</sub> (%)</b> | 30,4 |
| <b>Indice de plasticité</b>                          | <b>I<sub>P</sub></b>     | 19,9 |
| <b>Indice de consistance</b>                         | <b>I<sub>C</sub></b>     | 0,54 |

|                     |  |
|---------------------|--|
| <b>Observations</b> |  |
|---------------------|--|

|           |            |  |  |
|-----------|------------|--|--|
| AFFAIRE   | 231222501  |  |  |
| SITE      | CAMBRAI    |  |  |
| Date      | 13/05/2025 |  |  |
| Opérateur | NT         |  |  |



| LEGENDE |                      |      |      |  |       |                      |    |    |  |
|---------|----------------------|------|------|--|-------|----------------------|----|----|--|
| Point   | Sondage & Profondeur | WL   | Ip   |  | Point | Sondage & Profondeur | WL | Ip |  |
| A       | ST2 1.00-2.50m       | 36,2 | 14,9 |  | E     |                      |    |    |  |
| B       | ST2 2.50-3.00m       | 50,3 | 19,9 |  | F     |                      |    |    |  |
| C       |                      |      |      |  | G     |                      |    |    |  |
| D       |                      |      |      |  | H     |                      |    |    |  |

**GEOTEC****Monsieur Mathias PEUCH**

ZI du Château

Rue Gutenberg

62220 CARVIN

---

**RAPPORT D'ANALYSE**

---

**Dossier N° : 25E080588**

Version du : 22/05/2025

N° de rapport d'analyse : AR-25-LK-103380-01

Date de réception technique : 29/04/2025

Première date de réception physique : 29/04/2025

Référence Dossier : N° Projet : 2023/12225/LILLE/01

Nom Projet : CAMBRAI - Construction d'un bâtiment modulaire

Nom Commande : CAMBRAI - Construction d'un bâtiment modulaire

Référence Commande : 25-GEO-LI-3484

Coordinateur de Projets Clients : Elisa Gitzhofer / ElisaGitzhofer@eurofins.com / +33 3 88 91 19 11

| N° Ech | Matrice        |       | Référence échantillon           |
|--------|----------------|-------|---------------------------------|
| 001    | Solides Divers | (SLD) | ST2 de 8.50 à 9.30m V05A0375820 |
| 002    | Solides Divers | (SLD) | ST2 de 3.00 à 4.50m V05A0375811 |
| 003    | Solides Divers | (SLD) | ST1 de 3.00 à 4.50m P09613487   |

## RAPPORT D'ANALYSE

**Dossier N° : 25E080588**

Version du : 22/05/2025

N° de rapport d'analyse : AR-25-LK-103380-01

Date de réception technique : 29/04/2025

Première date de réception physique : 29/04/2025

Référence Dossier : N° Projet : 2023/12225/LILLE/01

Nom Projet : CAMBRAI - Construction d'un bâtiment modulaire

Nom Commande : CAMBRAI - Construction d'un bâtiment modulaire

Référence Commande : 25-GEO-LI-3484

N° Echantillon

Référence client :

Matrice :

Date de prélèvement :

Date de début d'analyse :

Température de l'air de l'enceinte :

**001**
**ST2 de 8.50  
à 9.30m  
V05A03758  
20**
**SLD**

25/04/2025

30/04/2025

18.9°C

**002**
**ST2 de 3.00  
à 4.50m  
V05A037581  
1**
**SLD**

25/04/2025

30/04/2025

18.9°C

**003**
**ST1 de 3.00  
à 4.50m  
P09613487**
**SLD**

25/04/2025

30/04/2025

18.9°C

### Préparation Physico-Chimique

 LS896 : **Matière sèche**

% P.B.

64.5

30.4

### Mesures physiques

 LS901 : **Matières organiques à  
500°C (= MVS Mat. Volatiles)**

% MS

5.2

33.9

### Sous-traitance

 EM00B : **Sulfates solubles dans l'acide (SO4) -**
**Agressivité sur béton**

Sulfate dans l'acide (SO4) Agressivité

mg/kg

2820

Béton

Classe d'agressivité selon NF EN 206

XA1



---

## RAPPORT D'ANALYSE

---

**Dossier N° : 25E080588**

Version du : 22/05/2025

N° de rapport d'analyse : AR-25-LK-103380-01

Date de réception technique : 29/04/2025

Première date de réception physique : 29/04/2025

Référence Dossier : N° Projet : 2023/12225/LILLE/01

Nom Projet : CAMBRAI - Construction d'un bâtiment modulaire

Nom Commande : CAMBRAI - Construction d'un bâtiment modulaire

Référence Commande : 25-GEO-LI-3484

**Aurélie Schaeffer**

Coordinatrice Projets Clients

La reproduction de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte 5 page(s). Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai. Les résultats et conclusions éventuelles s'appliquent à l'échantillon tel qu'il a été reçu. Les données transmises par le client pouvant affecter la validité des résultats (la date de prélèvement, la matrice, la référence échantillon et autres informations identifiées comme provenant du client), ne sauraient engager la responsabilité du laboratoire. Les résultats précédés du signe < correspondent aux limites de quantification, elles sont la responsabilité du laboratoire et fonction de la matrice.

Tous les éléments de traçabilité et incertitude (déterminée avec  $k = 2$ ) sont disponibles sur demande.

Pour les résultats issus d'une sous-traitance, les rapports émis par des laboratoires accrédités sont disponibles sur demande.

## Annexe technique

**Dossier N° :25E080588**

N° de rapport d'analyse : AR-25-LK-103380-01

Emetteur : Monsieur Mathias PEUCH

Commande EOL : 006-10514-1300571

Nom projet : N° Projet : 2023/12225/LILLE/01

Référence commande : 25-GEO-LI-3484

CAMBRAI - Construction d'un bâtiment modulaire

Nom Commande : CAMBRAI - Construction d'un bâtiment modulaire

### Solides Divers

| Code  | Analyse                                                                                                                                                  | Principe et référence de la méthode   | LQI | Incertitude à la LQ | Unité  | Prestation réalisée sur le site de :                                             |
|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|-----|---------------------|--------|----------------------------------------------------------------------------------|
| EM00B | Sulfates solubles dans l'acide (SO4) - Agressivité sur béton<br><br>Sulfate dans l'acide (SO4) Agressivité Béton<br>Classe d'agressivité selon NF EN 206 | Gravimétrie - NF EN 196-2 - NF EN 206 | 100 |                     | mg/kg  | Prestation soustraite à Eurofins<br>Analyses Des Matériaux Et<br>Combustibles Fr |
| LS896 | Matière sèche                                                                                                                                            | Gravimétrie - NF ISO 11465            | 0.1 | 5%                  | % P.B. | Eurofins Analyses pour l'Environnement<br>France                                 |
| LS901 | Matières organiques à 500°C (= MVS Mat. Volatiles)                                                                                                       | Combustion - adaptée de XP P 94-047   | 0.1 |                     | % MS   |                                                                                  |

## Annexe de traçabilité des échantillons

*Cette traçabilité recense les flacons des échantillons scannés dans EOL sur le terrain avant envoi au laboratoire*

**Dossier N° : 25E080588**

N° de rapport d'analyse : AR-25-LK-103380-01

Emetteur :

Commande EOL : 006-10514-1300571

Nom projet : N° Projet : 2023/12225/LILLE/01

Référence commande : 25-GEO-LI-3484

CAMBRAI - Construction d'un bâtiment modulaire

Nom Commande : CAMBRAI - Construction d'un bâtiment modulaire

### Solides Divers

| N° Ech | Référence Client                | Date & Heure<br>Prélèvement | Date de Réception<br>Physique (1) | Date de Réception<br>Technique (2) | Code-Barre | Nom Flacon |
|--------|---------------------------------|-----------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|------------|------------|
| 001    | ST2 de 8.50 à 9.30m V05A0375820 | 25/04/2025 10:14:00         | 29/04/2025                        | 29/04/2025                         |            |            |
| 002    | ST2 de 3.00 à 4.50m V05A0375811 | 25/04/2025 10:15:00         | 29/04/2025                        | 29/04/2025                         |            |            |
| 003    | ST1 de 3.00 à 4.50m P09613487   | 25/04/2025 10:16:00         | 29/04/2025                        | 29/04/2025                         |            |            |

(1) : Date à laquelle l'échantillon a été réceptionné au laboratoire.

Lorsque l'information n'a pas pu être récupérée, cela est signalé par la mention N/A (non applicable).

(2) : Date à laquelle le laboratoire disposait de toutes les informations nécessaires pour finaliser l'enregistrement de l'échantillon.

**EUROFINS ANALYSES POUR  
L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS**  
**Département Environnement**

5 rue d'Otterswiller  
67700 SAVERNE

## RAPPORT D'ANALYSE

N° de rapport d'analyse : AR-25-EM-012303-01      Version du : 22/05/2025

Page 1/2

Dossier N° : 25Q003659

Date de réception : 02/05/2025

Référence Dossier :

Référence Commande : EUFRSA200154801

| N° Ech | Matrice        | Référence échantillon | Préleveur |
|--------|----------------|-----------------------|-----------|
| 001    | Solides Divers | 25E080588-003         | Client    |
|        |                |                       |           |

### Conservation de vos échantillons

Les échantillons seront conservés pendant 1 mois après la date d'édition du rapport. Sans avis contraire, ils seront détruits après cette période sans aucune communication de notre part.

**EUROFINS ANALYSES DES MATERIAUX ET COMBUSTIBLES France SAS**

3 rue d'Otterswiller

67700 Saverne

SAS au capital de 115 750 €

APE 7120B RCS SAVERNE 529294100

TVA FR72529294100

Tél 03 88 021 562 - fax 03 88 916 531

Mail : [Materiaux@etfr.Eurofins.com](mailto:Materiaux@etfr.Eurofins.com)

## RAPPORT D'ANALYSE

N° de rapport d'analyse : AR-25-EM-012303-01 Version du : 22/05/2025

Page 2/2

Dossier N° : 25Q003659

Date de réception : 02/05/2025

Référence Dossier :

Référence Commande : EUFRSA200154801

N° Echantillon **25Q003659-001**

Référence : 25E080588-003

Date de prélèvement : 25/04/2025

Début d'analyse : 22/05/2025

Description échantillon : ST1 de 3.00 à 4.50m P09613487 -

### Essais Chimiques

|                                                                                                                                                                                 | Résultat | Unité | Limite |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-------|--------|
| EM00B : <b>Sulfates solubles dans l'acide (SO4) - Agressivité sur béton</b> Prestation réalisée sur le site de Saverne (Non accrédité)<br>Gravimétrie - NF EN 196-2 - NF EN 206 |          |       |        |
| Sulfate dans l'acide (SO4) Agressivité Béton                                                                                                                                    | 2820     | mg/kg |        |
| Classe d'agressivité selon NF EN 206                                                                                                                                            | XA1      |       |        |

La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte 2 page(s).

Les résultats et conclusions éventuelles s'appliquent à l'échantillon tel qu'il a été reçu. Le laboratoire n'est pas responsable de la représentativité des échantillons. Les données transmises par le client pouvant affecter la validité des résultats (la date de prélèvement, la matrice, la référence échantillon et autres informations identifiées comme provenant du client), ne sauraient engager la responsabilité du laboratoire.

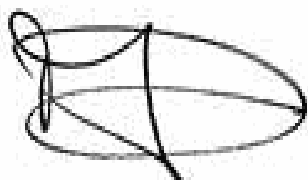
Les résultats non conformes aux limites ou références de qualité sont signalés par un rond noir ● .

Lors de l'émission d'une nouvelle version de rapport, toute modification est identifiée par une mise en forme gras, italique et souligné ou notifiée en observation.

Les résultats précédés du signe "<" correspondent à des limites de quantification. Tous les éléments de traçabilité et incertitude (déterminée avec k = 2) sont disponibles sur demande. Pour les résultats issus d'une sous-traitance, les rapports émis par des laboratoires accrédités sont disponibles sur demande.

MS : Matières Sèches

P.B. : Produit Brut



Dorothée Mangold  
Cheffe d'Equipe

**EUROFINS ANALYSES DES MATERIAUX ET COMBUSTIBLES France SAS**

3 rue d'Otterswiller

67700 Saverne

SAS au capital de 115 750 €

APE 7120B RCS SAVERNE 529294100

TVA FR72529294100

Tél 03 88 021 562 - fax 03 88 916 531

Mail : [Materiaux@etfr.Eurofins.com](mailto:Materiaux@etfr.Eurofins.com)

## Rapport d'analyse

GEOTEC - PLAISIR

Roxane MATHIEU

50 rue Pierre Curie

78370 PLAISIR

Page 1 sur 4

Votre nom de Projet : Université de CAMBRAI - Construction d'un bâtiment modulaire  
Votre référence de Projet : 23/12225/LILLE  
Référence du rapport SGS : 14301997, version: 1.

Rotterdam, 30-05-2025

Cher(e) Madame/ Monsieur,

Ce rapport contient les résultats des analyses effectuées pour votre projet 23/12225/LILLE.

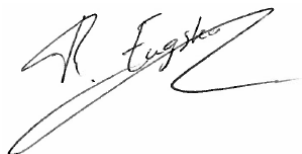
Les analyses ont été réalisées en accord avec votre commande. Les résultats ne se rapportent qu' aux échantillons analysés et tels qu' ils ont été reçus par SGS. Le rapport reprend les descriptions des échantillons, la date de prélèvement (si fournie), le nom de projet et les analyses que vous avez indiqués sur le bon de commande. SGS n'est pas responsable des données fournies par le client.

Ce rapport est constitué de 4 pages dont chromatogrammes si prévus, références normatives, informations sur les échantillons. Dans le cas d'une version 2 ou plus élevée, toute version antérieure n'est pas valable. Toutes les pages font partie intégrante de ce rapport, et seule une reproduction de l'ensemble du rapport est autorisée.

En cas de questions et/ou remarques concernant ce rapport, nous vous prions de contacter notre Service Client.

Toutes les analyses sont réalisées par SGS Environmental Analytics, Steenhouwerstraat 15, Rotterdam, Pays Bas. Les analyses sous-traitées sont indiquées sur le rapport.

Veuillez recevoir, Madame/ Monsieur, l'expression de nos cordiales salutations.



René Eugster  
Business Unit Manager



## Rapport d'analyse

GEOTEC - PLAISIR

Roxane MATHIEU

Projet

Université de CAMBRAI - Construction d'un bâtiment modulaire

Référence du projet

23/12225/LILLE

Réf. du rapport

14301997 - 1

Date de commande 21-05-2025

Date de début 23-05-2025

Rapport du 30-05-2025

| Code                             | Matrice         | Réf. échantillon |                                                |
|----------------------------------|-----------------|------------------|------------------------------------------------|
| 001                              | Eau souterraine | PZ1              |                                                |
| Analyse                          | Unité           | Q                | 001                                            |
| pH                               |                 | Q                | 7.2                                            |
| température pour mes. pH         | °C              |                  | 16.8                                           |
| <b>METAUX</b>                    |                 |                  |                                                |
| magnésium                        | µg/l            | Q                | 10000                                          |
| <b>COMPOSES INORGANIQUES</b>     |                 |                  |                                                |
| ammonium                         | mg/l            | Q                | <0.2                                           |
| ammonium                         | mgN/l           | Q                | <0.15                                          |
| CO2 agressif                     | mg CO2/l        |                  | 14                                             |
| Alcalinité (CaCO3)               | mmol/l          |                  | 6.8                                            |
| Titre alcalimétrique complet     | mmol/l          | Q                | 6.2                                            |
| <b>AUTRES ANALYSES CHIMIQUES</b> |                 |                  |                                                |
| sulfate                          | mg/l            | Q                | 35                                             |
| <b>DEGRE D'AGRESSIVITE</b>       |                 |                  |                                                |
| Degré d'agressivité              |                 |                  | < XA1: Non<br>agressif vis-à-vis<br>des bétons |

Les analyses notées Q sont accréditées par le RvA.

Paraphe :



## Rapport d'analyse

GEOTEC - PLAISIR

Roxane MATHIEU

Projet

Université de CAMBRAI - Construction d'un bâtiment modulaire

Référence du projet

23/12225/LILLE

Réf. du rapport

14301997 - 1

Date de commande 21-05-2025

Date de début 23-05-2025

Rapport du 30-05-2025

| Analyse                      | Matrice               | Référence normative                   |
|------------------------------|-----------------------|---------------------------------------|
| pH                           | Eau souterraine       | NEN-EN-ISO 10523, NF EN ISO 10523     |
| magnésium                    | Eau souterraine       | NEN-EN-ISO 17294-2, NF EN ISO 17294-2 |
| ammonium                     | Eau souterraine       | NF ISO 15923-1                        |
| ammonium                     | Eau souterraine       | NEN-EN-ISO 15923-1, NF ISO 15923-1    |
| CO2 agressif                 | Eau souterraine       | Calcul conforme à EN 13577            |
| Alcalinité (CaCO3)           | Eau souterraine       | Méthode interne (mesure NPR 6546)     |
| Titre alcalimétrique complet | Eau souterraine       | Idem                                  |
| sulfate                      | Eau souterraine       | NEN-EN-ISO 15923-1, NF ISO 15923-1    |
| Degré d'agressivité          | Eau souterraine Eluat | Calcul conforme à EN 206              |

Paraphe :



# Rapport d'analyse

GEOTEC - PLAISIR

Roxane MATHIEU

Projet

Université de CAMBRAI - Construction d'un bâtiment modulaire

Référence du projet

23/12225/LILLE

Réf. du rapport

14301997 - 1

Date de commande 21-05-2025

Date de début 23-05-2025

Rapport du 30-05-2025

| Analyse                      | Matrice               | LOQ        | CAS #      | Incertitude de mesure |
|------------------------------|-----------------------|------------|------------|-----------------------|
| pH                           | Eau souterraine       | 1          |            | 0.15 abs.             |
| température pour mes. pH     | Eau souterraine       | -          |            | -                     |
| magnésium                    | Eau souterraine       | 1000 µg/l  | 7439-95-4  | 6 %                   |
| ammonium                     | Eau souterraine       | 0.2 mg/l   | 14798-03-9 | 10 %                  |
| ammonium                     | Eau souterraine       | 0.15 mgN/l | 14798-03-9 | 10 %                  |
| CO2 agressif                 | Eau souterraine       | 5 mg CO2/l |            | -                     |
| Alcalinité (CaCO3)           | Eau souterraine       | 0.5 mmol/l |            | 18 %                  |
| Titre alcalimétrique complet | Eau souterraine       | 0.4 mmol/l |            | 18 %                  |
| sulfate                      | Eau souterraine       | 5 mg/l     | 14808-79-8 | 9.2 %                 |
| Degré d'agressivité          | Eau souterraine Eluat | -          |            | -                     |

L'incertitude étendue (U) est l'incertitude à 95% de fiabilité. Pour plus d'informations se référer au document sur la mesure d'incertitude.

| Code | Code barres | Date de réception | Date prélèvement | Flaconnage |
|------|-------------|-------------------|------------------|------------|
| 001  | R5015686    | 23-05-2025        | 21-05-2025       | ALC289     |
| 001  | B6344104    | 23-05-2025        | 21-05-2025       | ALC207     |
| 001  | T0309755    | 23-05-2025        | 21-05-2025       | ALC244     |
| 001  | B6344098    | 23-05-2025        | 21-05-2025       | ALC207     |
| 001  | B6344105    | 23-05-2025        | 21-05-2025       | ALC207     |
| 001  | B6344099    | 23-05-2025        | 21-05-2025       | ALC207     |
| 001  | H0801358    | 23-05-2025        | 21-05-2025       | SGS208     |

Paraphe : 

## Remarque sur les contenants et leur conservation

GEOTEC - PLAISIR

Roxane MATHIEU

Projet

Université de CAMBRAI - Construction d'un bâtiment modulaire

Référence du projet

23/12225/LILLE

Réf. du rapport

14301997 - 1

Date de commande 21-05-2025

Date de début 23-05-2025

Rapport du 30-05-2025

| Code | Matrice | Réf. échantillon |
|------|---------|------------------|
| 001  | GRW     | PZ1              |

| Analyse | Commentaire |
|---------|-------------|
|---------|-------------|

*METAUX*

magnésium

A

### Comments

A Le type de flacon réceptionné ne répondait pas aux exigences de la norme EN-ISO 5667-3 ou à celles de la norme analytique en matière de conservation.

Paraphe :





GROUPE

**GÉOTEC**

ENSEMBLE, CONCEVONS UN AVENIR DURABLE



www  
geotec.fr



Groupe  
Géotec



Groupe  
Géotec