



## VILLENEUVE D'ASCQ (59) Étude géotechnique G1 + G2 phase AVP

---

Rapport n°PR.59GT.23.0169 – 001 – Indice A – 12/10/2023



Construction de bâtiments de bureaux et d'un parking silo  
10, rue de la Censé  
VILLENEUVE D'ASCQ (59650)

AGENCE DE LILLE

50, allée des sorbiers  
Parc d'Activités du Mélantois  
CS 20541 – 59815 LESQUIN

☎ 03.20.14.99.40  
📠 03.20.13.84.32  
✉ [lille@groupefondasol.com](mailto:lille@groupefondasol.com)

# SUIVI DES MODIFICATIONS ET MISES A JOUR

FTQ.261-B

| Rév. | Date       | Nb pages | Modifications                                                                                           | Rédacteur                                                                                      | Contrôleur                                                                                     |
|------|------------|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|
| -    | 19/09/2023 | 77       | 1 <sup>ère</sup> diffusion                                                                              | L. DUSSART  | C. LACHERE  |
| A    | 12/10/2023 | 95       | Modification selon les remarques d'ADIM et réception de nouveaux plans + ajout résultats d'agressivités | L. DUSSART  | C. LACHERE  |
| B    |            |          |                                                                                                         |                                                                                                |                                                                                                |
| C    |            |          |                                                                                                         |                                                                                                |                                                                                                |

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

# SOMMAIRE

|           |                                                                           |           |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>A.</b> | <b>Présentation de notre mission</b>                                      | <b>5</b>  |
| A.1.      | Mission selon la norme NF P94-500                                         | 5         |
| A.2.      | Documents à notre disposition pour cette étude                            | 5         |
| A.3.      | Description du projet                                                     | 6         |
| A.4.      | Programme d'investigations                                                | 8         |
| <b>B.</b> | <b>Descriptif général du site et approche documentaire (G1 ES)</b>        | <b>9</b>  |
| B.1.      | Description générale du site                                              | 9         |
| B.2.      | Contexte géologique                                                       | 10        |
| B.3.      | Enquête documentaire sur les risques naturels recensés                    | 11        |
| B.4.      | Etude historique                                                          | 12        |
| B.5.      | Etudes antérieures réalisées sur le site d'étude                          | 15        |
| <b>C.</b> | <b>Résultats des investigations in situ</b>                               | <b>16</b> |
| C.1.      | Nivellement des sondages                                                  | 16        |
| C.2.      | Résultats des sondages                                                    | 16        |
| C.3.      | Aspects géomécaniques                                                     | 17        |
| C.4.      | Niveaux d'eau                                                             | 17        |
| C.5.      | Résultats des fouilles à la pelle mécanique                               | 18        |
| C.6.      | Résultats des essais de perméabilité                                      | 18        |
| C.6.1.    | Essais de perméabilité de type MATSUO                                     | 18        |
| C.6.2.    | Essais de perméabilité de type Lefanc/Nasberg                             | 19        |
| C.6.3.    | Remarques                                                                 | 19        |
| C.7.      | Résultats des essais d'agressivités des sols et eaux vis-à-vis des bétons | 20        |
| <b>D.</b> | <b>Implication des données géotechniques vis-à-vis du projet (G1 PGC)</b> | <b>21</b> |
| D.1.      | Première approche de la Zone d'Influence Géotechnique (ZIG)               | 21        |
| D.2.      | Déconstruction des existants et risques liés à la présence de vestiges    | 21        |
| D.2.1.    | Sujétions d'exécutions de la déconstruction des existants                 | 21        |
| D.2.2.    | Sujétions vis-à-vis du projet                                             | 22        |
| D.2.3.    | Réutilisation / valorisation des matériaux issus de la déconstruction     | 22        |
| D.3.      | Travaux d'adaptation du projet – Conditions générales de terrassement     | 23        |
| D.4.      | Principes généraux de construction – Mode de fondation envisageable       | 24        |
| D.4.1.    | Synthèse des reconnaissances                                              | 24        |
| D.4.2.    | Mode de fondation envisageable                                            | 24        |
| D.4.3.    | Possibilités techniques pour les niveaux bas                              | 25        |
| D.5.      | Précautions vis-à-vis de la sensibilité des sols à l'eau                  | 25        |
| <b>E.</b> | <b>Études des ouvrages géotechniques (G2 AVP) – Local VELO</b>            | <b>26</b> |
| E.1.      | Niveau d'assise                                                           | 26        |
| E.2.      | Contraintes de calcul                                                     | 27        |
| E.3.      | Exemple de calcul pour quelques fondations types                          | 27        |

|            |                                                                                     |           |
|------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| E.4.       | Tassements                                                                          | 28        |
| E.5.       | Sujétions d'exécution                                                               | 28        |
| <b>F.</b>  | <b>Etudes des ouvrages géotechniques (G2 AVP) – Immeuble en R+5</b>                 | <b>29</b> |
| F.1.       | Sujétions relatives à l'exécution des niveaux enterrés                              | 29        |
| F.1.1.     | Précautions vis-à-vis de la nappe dans le cadre du sous-sol                         | 29        |
| F.1.2.     | Exécution des terrassements en phase travaux                                        | 29        |
| F.1.3.     | Disposition en phase définitive                                                     | 30        |
| F.2.       | Ebauche dimensionnelle d'une fondation profonde par pieu                            | 30        |
| F.2.1.     | Modèle géotechnique et ébauche dimensionnelle                                       | 31        |
| F.3.       | Résultats des calculs                                                               | 32        |
| F.4.       | Cas du niveau bas projeté                                                           | 32        |
| F.5.       | Sujétions d'exécution des fondations profondes                                      | 33        |
| <b>G.</b>  | <b>Etudes des ouvrages géotechniques (G2 AVP) – Parking Silo en R+I</b>             | <b>34</b> |
| G.1.       | Ebauche dimensionnelle d'une fondation profonde par pieu                            | 34        |
| G.1.1.     | Modèle géotechnique et ébauche dimensionnelle                                       | 34        |
| G.2.       | Résultats des calculs                                                               | 35        |
| G.3.       | Sujétions d'exécution pour des fondations profondes                                 | 35        |
| <b>H.</b>  | <b>Réalisation des voiries projetées</b>                                            | <b>36</b> |
| H.1.       | Partie Supérieure des terrassements (P.S.T)                                         | 36        |
| H.2.       | Réalisation de la couche de forme                                                   | 36        |
| H.3.       | Constitution de chaussée                                                            | 37        |
|            | <b>ANNEXES</b>                                                                      | <b>38</b> |
| <b>1.</b>  | <b>Conditions Générales de service</b>                                              | <b>39</b> |
| <b>2.</b>  | <b>Enchaînement des missions types d'ingénierie géotechnique (Norme NF P94-500)</b> | <b>42</b> |
| <b>3.</b>  | <b>Missions types d'ingénierie géotechnique (Norme NF P94-500)</b>                  | <b>43</b> |
| <b>4.</b>  | <b>Plans de situation</b>                                                           | <b>44</b> |
| <b>5.</b>  | <b>Plan de repérage des sondages</b>                                                | <b>47</b> |
| <b>6.</b>  | <b>Coupes et résultats des sondages pressiométriques</b>                            | <b>49</b> |
| <b>7.</b>  | <b>Coupes lithologiques et compte-rendu des piézomètres</b>                         | <b>55</b> |
| <b>8.</b>  | <b>Résultats des fouilles à la pelle mécanique</b>                                  | <b>60</b> |
| <b>9.</b>  | <b>Résultats des essais de perméabilité</b>                                         | <b>69</b> |
| <b>10.</b> | <b>Pré-dimensionnement d'un pieu – Bâtiment en R+5</b>                              | <b>73</b> |
| <b>11.</b> | <b>Pré-dimensionnement d'un pieu – Parking silo</b>                                 | <b>76</b> |
| <b>12.</b> | <b>Résultats des agressivités des sols et eaux</b>                                  | <b>79</b> |



# A. PRESENTATION DE NOTRE MISSION

La société ADIM nous a confié la réalisation d'une étude géotechnique G1+G2 AVP dans le cadre de la construction de bâtiments de bureaux-services et d'un parking silo situés au 10 rue de la Censé à VILLENEUVE D'ASCQ (59650).

Cette étude géotechnique d'avant-projet a été confiée à l'agence FONDASOL Lille suite à l'acceptation du devis référencé SQ.59GT.23.05.008 – Première édition en date du 02/05/2023 et par la lettre de commande datée du 09/06/2023.

**Nota :** Une mission d'étude hydrogéologique a également été commandées dans le cadre du projet et en cours de réalisation. La mission d'étude environnementale a été transmise le 29/09/2023.

## A.1. Mission selon la norme NF P94-500

Missions : G1+G2-AVP selon norme NF P94-500 (Missions d'Ingénierie Géotechnique Types – Révision de novembre 2013)

Objectifs définis dans notre devis :

- L'étude préliminaire du site,
- Le suivi et l'analyse des résultats des investigations,
- La synthèse du contexte géologique et géomécanique du site et l'analyse de son influence sur le projet,
- Les hypothèses géotechniques pour la justification des ouvrages géotechniques, et les principes d'adaptation au site,
- L'ébauche dimensionnelle géotechnique des éléments de fondation,
- L'approche de la Zone d'Influence Géotechnique (ZIG).

### Remarque importante :

L'objet de l'étude géotechnique n'est pas de détecter une éventuelle contamination des sols par des matières polluantes, ni de définir les filières d'évacuation des déblais.

## A.2. Documents à notre disposition pour cette étude

Nous disposons pour cette étude des documents suivants :

- [1]. Plan de masse et plan VRD projeté,
- [2]. Plan topographique existant,
- [3]. Plans des réseaux,
- [4]. Présentation Powerpoint du projet,
- [5]. Coupes des ouvrages projetés avec calage altimétrique,
- [6]. Plan des niveaux projetés.

A ce stade du projet, aucunes descentes de charges sur fondations ne nous ont été communiquées.

### A.3. Description du projet

Dans le cadre du projet, il est prévu la construction d'un bâtiment de bureaux et service en R+5, d'un local vélo et d'un parking silo en R+I.

Les bâtiments de bureaux et services pour certains des toitures accessibles et pour d'autres des panneaux photovoltaïques.

Le parking silo et le local vélo seront en structure légère en bois avec reprises par poteaux et un niveau bas RdC en enrobé. Le parking silo sera semi-enterré.

Il est également prévu la réalisation d'un sous-sol à vocation d'un parking de stationnement VL au droit du bâtiment de bureaux-services.

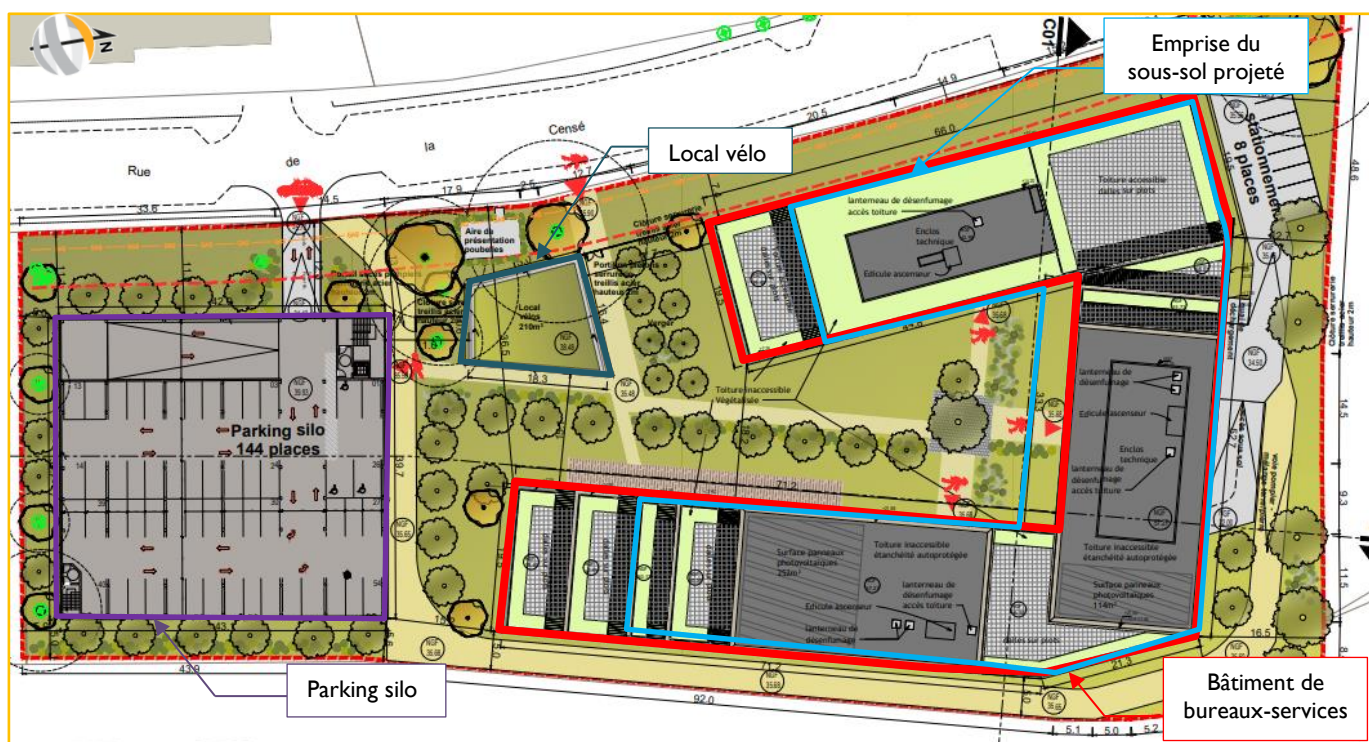


Figure 1. Plan de masse projeté

Selon le plan VRD, le niveau bas RdC projeté des bâtiments est à +35,70 m NGF, le niveau bas parking en sous-sol sera à +32,00 m NGF.

Le niveau bas RdC projeté du parking silo est à +34,43 m NGF



Figure 2a. Coupes du bâtiment de bureau et parking silo projeté

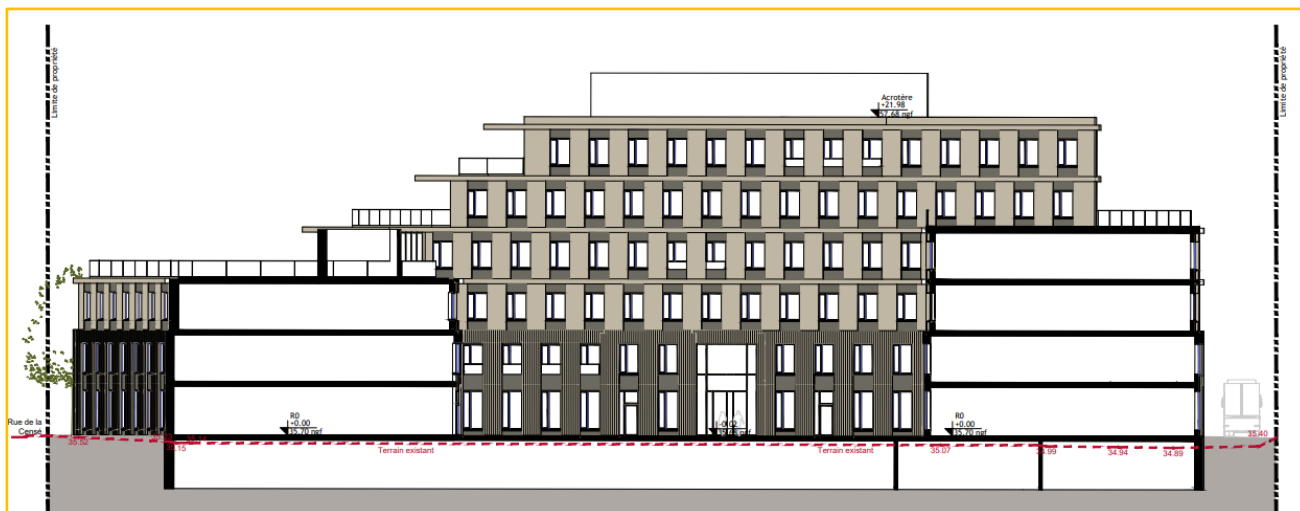


Figure 2b. Coupe du bâtiment de bureaux projeté

Dans le cadre du projet, il est également prévu la création de voiries de desserte, parkings aériens, espaces verts et dispositifs d'infiltrations.

Le stationnement se découpera comme suit :

- Parking silo : 144 places de stationnement,
- Parking aérien : 8 places de stationnement,
- Parking en sous-sol : 124 places de stationnement.



Figure 3. Plan de VRD projeté

**Nous ne disposons d'aucune descente de charge sur fondation et de plans en coupes avec calage altimétrique du projet.**



#### A.4. Programme d'investigations

Dans le cadre du présent projet, nous avons réalisé la campagne d'investigation géotechnique suivante :

##### **Pour l'étude des fondations :**

- 2 sondages de reconnaissance lithologique descendus à 25,0 m de profondeur, nommés SPI et SP2, avec la réalisation de 17 essais pressiométriques au droit de chaque sondage,
- 3 sondages de reconnaissance lithologique descendus à 20,0 m de profondeur, nommés SP3 à SP5, avec la réalisation de 14 essais pressiométriques au droit de chaque sondage.
- mise à profit des différents sondages pour la réalisation des essais en laboratoire suivants :
  - 2 essais d'agressivités des sols vis-à-vis des bétons
  - 1 essai d'agressivité des eaux vis-à-vis des bétons.

##### **Pour l'étude des voiries et de la perméabilité :**

- 2 sondages de reconnaissance lithologique descendus à 6 m de profondeur , nommés PZ1 et PZ2, avec pose d'un équipement piézométrique en diamètre 51/60 mm descendu jusqu'à 6 m de profondeur,
- mise à profit de ces piézomètres pour la réalisation d'un essai de perméabilité de type Lefranc/Nasberg au droit de chaque sondage,
- 4 fouilles à la pelle mécanique, nommées PMI à PM4, descendues entre 1,10 et 1,40 m de profondeur,
- mise à profit de ces fouilles pour la réalisation de 4 essais de perméabilité de type Matsuo,

## B. DESCRIPTIF GENERAL DU SITE ET APPROCHE DOCUMENTAIRE (G I ES)

### B.1. Description générale du site

Le site concerné par l'implantation du projet se situe au 10 rue de la Censé à VILLENEUVE D'ASCQ (59650).

Le site correspond à un bâtiment d'entreprises contenant divers activités (dépôt, bureaux, crèche) en R+I et à des parkings et espaces verts associés à ce bâtiment.



Figure 4. Vue aérienne du site d'étude (d'après Géoportail)

Selon les données du plan topographique de la zone, la topographie du site semble variée entre +34,96 m NGF à l'Ouest et +36,97 m NGF au Sud-Est du site.

Lors de notre intervention, nous avons réalisé un nivellement au GPS des points de sondage. Les cotes des sondages sont disponibles au paragraphe C.I. et sur les coupes de sondages.

Le bâtiment industriel actuel, d'environ 4 800 m<sup>2</sup>, est voué à démolition dans le cadre du projet.





Figure 5. Photographies du site prises lors de notre intervention (fin-août à début septembre 2023)

## B.2.Contexte géologique

D'après la carte géologique de LILLE à 1/50 000ème du BRGM (Bureau de Recherches Géologiques et Minières) et les études réalisées à proximité du projet, on peut s'attendre à rencontrer sous un recouvrement de remblais d'épaisseur variable, des **limons des Plateaux** d'ère Quaternaire suivis par les **argiles et sables de l'Yprésien** et surmontant les **sables et argiles du Landénien** d'ère Tertiaire.



Figure 6. Extrait de la carte géologique de LILLE au 1/50 000 (d'après BRGM)



### B.3. Enquête documentaire sur les risques naturels recensés

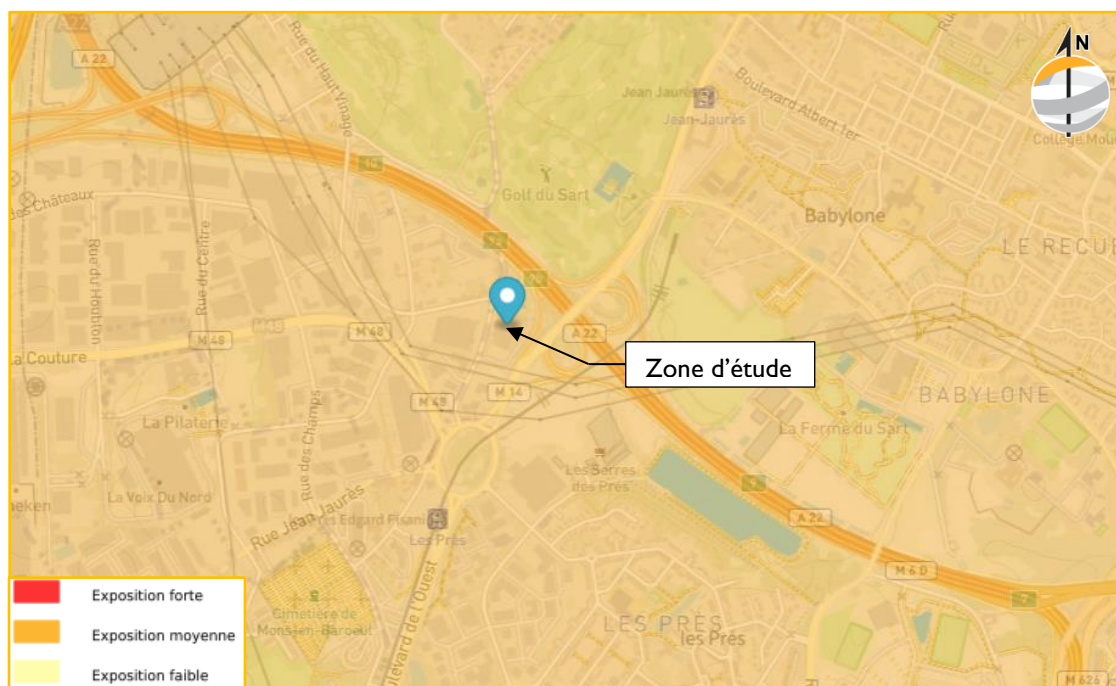
#### RISQUE INONDATIONS/REMONTEES DE NAPPE

La commune de VILLENEUVE D'ASCQ est soumise au PPR Inondation de La Marque référencé 59DDTM20140002 approuvé le 02/10/2015, cependant le site d'étude est hors zonage réglementaire de ce PPRi.

Le site d'étude se trouve dans une zone a priori non sujette aux débordements de nappe, ni aux inondations de cave, par remontée de nappes.

#### RISQUE RETRAIT/GONFLEMENT DES ARGILES

Une carte des argiles sensibles au retrait/gonflement disponibles sur le site [www.georisques.gouv.fr](http://www.georisques.gouv.fr) indique que le risque d'argiles gonflantes, à l'emplacement du projet est a priori **moyen**.



#### RISQUE CAVITES SOUTERRAINES/ MOUVEMENT DE TERRAIN

La commune de VILLENEUVE D'ASCQ est concernée par un PER concernant l'aléa mouvement de terrain, affaissements et effondrements (cavités souterraines hors mines). Le site d'étude se trouve en dehors du plan de zonage de ce PER, soit hors zone des cavités connues.

De plus, aucune cavité souterraine ou mouvement de terrain n'a été recensée dans un rayon de 500 m autour du site d'étude.

#### RISQUE SISMIQUE

Selon le décret n°2010-1254 du 22/10/10, la ville de VILLENEUVE D'ASCQ est située en zone de sismicité **faible** (aléa 2).

Selon l'arrêté du 22/10/10, article 5, en zone de sismicité faible (aléa 2), l'analyse du risque de liquéfaction des sols n'est pas requise.

Nous avons considéré que les bâtiments sont de catégorie d'importance II selon l'Eurocode 8. Dans ce cas, les règles de construction parasismiques de l'Eurocode 8 ne seraient donc a priori pas à prendre en compte.

### RECAPITULATIF DES RISQUES RECENSES SUR LA COMMUNE

Il appartient aux concepteurs du projet de s'assurer que le projet n'est pas concerné par les risques déjà répertoriés, y compris non géotechnique.

| Risque                         | Aléa/sensibilité                                                                                              |
|--------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Inondations                    | Commune soumise à TRI, site hors zonage réglementaire<br>Pas de débordement de nappe, ni d'inondation de cave |
| Retrait-gonflement             | Moyen                                                                                                         |
| Cavités/ Mouvements de terrain | Aucune cavité ou mouvement de terrain recensé dans un rayon de 500 m                                          |
| Risque sismique                | Zone de sismicité 2 (aléa faible)                                                                             |

### B.4. Etude historique

Une consultation des vues aériennes anciennes (<https://remonterletemps.ign.fr>) nous a permis de retracer un historique sommaire du site. L'examen des vues aériennes (depuis 1947 – date des premières vues disponibles) montre que le site était autrefois occupé par des parcelles agricoles.

Le site d'étude correspondait à des champs agricoles jusqu'à la création de la zone d'activités (au milieu des années 1970) et du bâtiment actuellement présent entre 1976 et 1981. L'extension du présent bâtiment et le parking au Sud ont été créés entre 1998 et 2000.

Depuis, le site d'étude ne semble pas avoir connu de grands changements mis à part des travaux d'entretien.



Figure 8. Vue aérienne du site datant de mai 1947 (d'après Remonter le temps)





Figure 9. Vue aérienne du site datant d'août 1975 (d'après Remonter le temps)



Figure 10. Vue aérienne du site datant de septembre 1981 (d'après Remonter le temps)



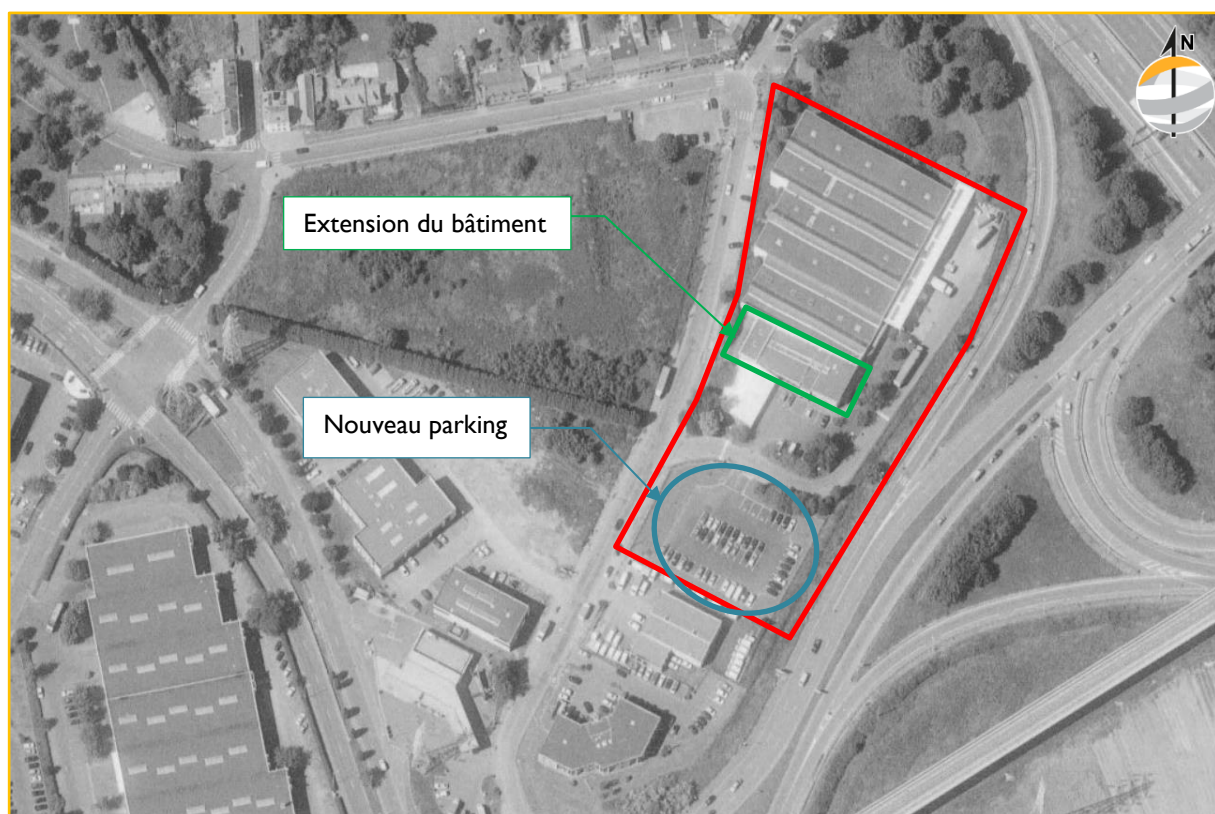


Figure 11. Vue aérienne du site datant de juin 2000 (d'après Remonter le temps)



Figure 12. Vue aérienne du site datant d'avril 2012 (d'après Remonter le temps)

## B.5. Etudes antérieures réalisées sur le site d'étude



Figure 13. Extrait de la densité des affaires FONDASOL réalisées à proximité du secteur d'étude

### ETUDE REFERENCEE ML.98.432 CONCERNANT L'EXTENSION DES ETABLISSEMENTS LMC A VILLENEUVE D'ASCQ :

Cette étude avait mis en évidence :

| Couche de sol                     | Remblais                                            | Limons argileux                           | Argiles                                            |
|-----------------------------------|-----------------------------------------------------|-------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| Profondeur de la base (en m)      | 0,5 à 2,2                                           | 4,1 à 4,3                                 | 5,0 <sup>(1)</sup>                                 |
| Propriétés géomécaniques (en MPa) | $E_M = 14,8$ (1 valeur)<br>$PI^* = 0,71$ (1 valeur) | $4,5 < E_M < 7,4$<br>$0,40 < PI^* < 0,54$ | $E_M = 7,4$ (1 valeur)<br>$PI^* = 0,52$ (1 valeur) |

<sup>(1)</sup> Base du sondage le plus profond

### ETUDE REFERENCEE PR.59GT.20.0368-59CO CONCERNANT LA REALISATION D'UN DIAGNOSTIC DE DALLAGE AU 10 RUE DE LA CENSE A VILLENEUVE D'ASCQ :

Cette étude avait mis en évidence :

| Couche de sol                     | Dalle béton + couche de forme | Limons                                     | Sables argileux à argiles sableuses         |
|-----------------------------------|-------------------------------|--------------------------------------------|---------------------------------------------|
| Profondeur de la base (en m)      | 0,5                           | 6,0                                        | 16,0 <sup>(1)</sup>                         |
| Propriétés géomécaniques (en MPa) | --                            | $2,8 < E_M < 11,4$<br>$0,47 < PI^* < 0,77$ | $16,9 < E_M < 40,0$<br>$1,11 < PI^* < 3,55$ |

<sup>(1)</sup> Base du sondage le plus profond



## C. RESULTATS DES INVESTIGATIONS IN SITU

### C.1. Nivellement des sondages

Chaque point de sondage a fait l'objet d'un nivellement au GPS. Nous avons obtenu des cotes de sondage variant entre +34,7 m NGF (en SP1, SP4 et PM2) à +37,3 m NGF (en PZ2).

Les cotes de sondages sont inscrites sur chaque coupe de sondage disponibles en annexes.

### C.2. Résultats des sondages

Les sondages de reconnaissance lithologique et pressiométrique SP1 à SP5, PZ1 et PZ2 ont permis de mettre en évidence la coupe lithologique suivante :

- un **enrobé** gris clair d'une épaisseur de 5 à 50 cm en SP2, SP4 et SP5, suivi d'un **remblai graveleux** noir à gris foncé jusqu'à 0,50 m/TA en SP5 et 1,0 m/TA en SP4,
- un ensemble de **remblais limono-argileux à limono-sableux** brun à gris foncé avec débris divers reconnus jusqu'à 0,10 à 1,30 m de profondeur sous le niveau du terrain actuel,

On rappellera que cette épaisseur de remblais pourra être variable en fonction de l'historique du site.

- un ensemble de **limon argileux à argiles limoneuses** marron à marron clair reconnus jusqu'à 4,5 à 7,5 m/TA et jusqu'à la base des sondages PZ1 et PZ2 (soit jusqu'à 6,0 m/TA),

Cet horizon semble correspondre aux Limons des Plateaux d'ère Quaternaire.

- un ensemble de **sables argileux à argile sableuse** gris-verdâtre à marron-beige reconnue jusqu'à 15,2 à 18,8 m/TA,
- une **argile grise** reconnue jusqu'à la base des sondages pressiométriques (soit jusqu'à 20,0 à 25,0 m/TA).

Cet horizon semble correspondre aux Sables et Argiles du Landénien d'ère Tertiaire.

Nota : La description des terrains traversés et la position des interfaces comportent des imprécisions inhérentes à la méthode de forage destructif.

La base des formations rencontrées au droit de chaque sondage est récapitulée dans le tableau ci-dessous :

|                                              | SP1                                                | SP2                 | SP3                 | SP4                 | SP5                 | PZ1                 | PZ2                 |
|----------------------------------------------|----------------------------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Cote TA des sondages (m NGF)                 | 34,7                                               | 35,2                | 35,5                | 34,7                | 36,4                | 36,0                | 37,3                |
| Nature de la formation                       | Cotes de la base des formations géologique (m NGF) |                     |                     |                     |                     |                     |                     |
| Remblais                                     | 34,5                                               | 34,8                | 35,25               | 33,7                | 35,1                | 35,9                | 37,15               |
| Limons des Plateaux et Argiles de l'Yprésien | 27,5                                               | 29,1                | 28,8                | 29,4                | 29,3                | 30,0 <sup>(1)</sup> | 31,3 <sup>(1)</sup> |
| Sables et Argiles du Landénien               | 9,7 <sup>(1)</sup>                                 | 10,2 <sup>(1)</sup> | 15,5 <sup>(1)</sup> | 14,7 <sup>(1)</sup> | 16,4 <sup>(1)</sup> | --                  | --                  |

<sup>(1)</sup> Base du sondage

### C.3. Aspects géomécaniques

Les caractéristiques mécaniques des sols ont été mesurées in situ à partir des essais pressiométriques réalisés en SP1 à SP5. Elles sont récapitulées dans le tableau ci-dessous :

|                 | Essais pressiométriques                           |       |                                                 |      |               | Consistance/<br>Compacité*  |
|-----------------|---------------------------------------------------|-------|-------------------------------------------------|------|---------------|-----------------------------|
| Formation       | Module<br>pressiométrique<br>E <sub>M</sub> (MPa) |       | Pression limite nette<br>P <sub>l</sub> * (MPa) |      | Nb<br>valeurs |                             |
|                 | Min                                               | Max   | Min                                             | Max  |               |                             |
| Remblais        | 1,3                                               | 15,7  | 0,15                                            | 1,59 | 2             | Variables et<br>hétérogènes |
| Limons argileux | 1,9                                               | 27,1  | 0,23                                            | 2,36 | 21            | Fermes à raides             |
| Sables argileux | 9,2                                               | 184,3 | 0,89                                            | 4,95 | 37            | Denses à très denses        |
| Argiles         | 21,3                                              | 246,7 | 2,15                                            | 4,90 | 15            | Très raides                 |

\* décrite selon la catégorie conventionnelle du tableau A.2.1 de la norme NF P94-261 de la norme NF P94-262).

Les coupes et résultats des sondages pressiométriques sont disponibles en [annexe 6](#).

### C.4. Niveaux d'eau

Lors de notre intervention, fin août à début septembre 2023, nous n'avons pas rencontré d'eaux en cours de forage. L'utilisation d'un fluide de forage à base de bentonite nécessaire à la bonne réalisation des sondages et essais pressiométriques n'a pas permis de déceler d'arrivées d'eau plus en profondeur.

Des niveaux d'eau en fin de sondage ont été mesurés à 2,50 m/TA en SP4, 3,50 m/TA en SP2 et 4,10 m/TA en SP3. Nous précisons qu'il s'agit de niveau **non-stabilisé et perturbé par le fluide de forage**.

Le niveau de la nappe peut fluctuer en fonction des conditions météorologiques et des saisons.

De plus, en périodes humides, des circulations d'eau pourraient avoir lieu au-dessus de ces niveaux mesurés selon des cheminements préférentiels (ancien drain agricole, source, filon sableux...), et en particulier au sein des remblais.

#### **Remarque 1 :**

Afin d'obtenir des indications plus précises, des équipements piézométriques en diamètre 51/60 mm ont été posés au droit des sondages PZ1 et PZ2 pour le suivi des niveaux de la nappe au droit du site.

Les niveaux d'eaux relevés jusqu'à présent sur le site sont repris dans le tableau suivant :

| Piézomètre | PZ1 (+36,0 m NGF)      | PZ2 (+37,3 m NGF)    |
|------------|------------------------|----------------------|
| 08/09/2023 | 5,1 m / + 30,9 m NGF   | 1,3 m / + 36,0 m NGF |
| 18/09/2023 | 4,85 m / + 31,15 m NGF | sec                  |
| 04/10/2023 | 4,9 m / + 31,1 m NGF   | sec                  |

Ces piézomètres font l'objet d'un suivi sur 12 mois par le service hydrogéologie. Les relevés seront transmis après réalisation du suivi piézométrique.

Les coupes lithologiques et compte-rendu des piézomètres sont disponibles en annexe 7.

### **Remarques**

Notre intervention ponctuelle dans le cadre de la présente étude ne nous permet pas de fournir des informations hydrogéologiques suffisantes pour définir les niveaux d'eau caractéristiques EF, EH et EB.

En effet, les observations constatées ci-avant correspondent nécessairement à celles relevées à un moment donné, sans possibilité d'apprécier la variation inéluctable des nappes et circulations d'eau qui dépendent notamment des conditions météorologiques.

**Afin d'obtenir des indications plus précises, une étude hydrogéologique est en cours pour déterminer les niveaux d'eau caractéristiques du site.**

## **C.5. Résultats des fouilles à la pelle mécanique**

Les fouilles à la pelle mécanique ont permis de mettre en évidence la succession lithologique suivante :

- un ensemble de **remblais terreux à limoneux voire sableux renfermant localement de la grave non traitée** brun-beige reconnu jusqu'à 0,50 à 0,90 m de profondeur sous le niveau du terrain actuel,

On rappellera que cette épaisseur de remblais pourra être variable en fonction de l'historique du site.

- un ensemble de **limons** roux-beige reconnu jusqu'à la base des investigations soit entre 1,10 et 1,40 m de profondeur sous le niveau du terrain actuel.

Cet horizon semble correspondre aux Limons des Plateaux d'ère Quaternaire.

Les coupes et compte-rendu photographique des fouilles à la pelle mécanique sont disponibles en annexe 8.

## **C.6. Résultats des essais de perméabilité**

### **C.6.1. Essais de perméabilité de type MATSUO**

Nous avons effectué 4 essais de perméabilité par infiltration de **type MATSUO** entre 1.00 - 1.40 m en M1, 0.85 - 1.10 en M2, 0.70 - 1.10 en M3 et 0.80 - 1.10 m de profondeur/TA en M4. Les essais MATSUO sont des essais de perméabilité réalisés à l'intérieur d'une fouille préalablement réalisée à la pelle mécanique.

Le principe de l'essai consiste à injecter de l'eau dans une fouille de dimensions connues (longueur, largeur et profondeur) après une saturation préalable suffisante. Une fois la saturation établie, l'évolution de la baisse du niveau d'eau est mesurée en fonction du temps, ce qui permet, avec les dimensions de la fouille, de calculer un ordre de grandeur de la perméabilité du sol à la profondeur testée. Cet essai est essentiellement utilisé pour déterminer la capacité d'un sol à infiltrer des eaux pluviales.

| Sondage                   | M1                     | M2                     | M3                     | M4                     |
|---------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| Profondeur de l'essai (m) | 1,00 – 1,40 m          | 0,85 – 1,10 m          | 0,70 – 1,10 m          | 0,80 – 1,10 m          |
| Valeur de K (m/s)         | 1,1 x 10 <sup>-6</sup> | 2,0 x 10 <sup>-6</sup> | 1,5 x 10 <sup>-6</sup> | 2,4 x 10 <sup>-6</sup> |
| Nature du sol testé       | Limon                  | Limon                  | Limon                  | Limon                  |

On trouvera en annexe 9 les résultats de ces essais de perméabilité.



Ces essais ont montré une très faible absorption de l'eau en cours d'essais traduisant une très faible perméabilité liée au contexte hétérogène de l'horizon testé. Les coefficients de perméabilité mesurés sont assez faibles, soit de l'ordre de  $1.10^{-6}$  m/s.

### C.6.2. Essais de perméabilité de type Lefanc/Nasberg

Nous avons effectué 2 essais de perméabilité en forage de type NASBERG (hors nappe) en PZ1 et PZ2. Ces essais permettent d'évaluer une perméabilité locale du sol.

| Sondage                      | PZ1             | PZ2                  |
|------------------------------|-----------------|----------------------|
| Profondeur de l'essai (m/TA) | 1,3 – 2,3       | 1,1 – 2,0            |
| Valeur de K (m/s)            | $<10^{-6}$ (*)  | $2,0 \times 10^{-6}$ |
| Nature du sol testé          | Limons argileux | Limons argileux      |

(\*) Perméabilité hors de la gamme de perméabilité admissible pour l'essai.

Les résultats de ces essais sont disponibles en annexe 9.

### C.6.3. Remarques

Nos essais ont été réalisés pour une problématique d'infiltration.

Les valeurs mesurées sont cohérentes avec la nature limoneuse à limono-argileuse des formations observées au droit de nos fouilles.

**En première approche, on retiendra qu'il conviendra de prendre ces valeurs de perméabilités avec prudence compte tenu de la nature hétérogène (horizons limoneux à limono-argileux) des sols testés.**

Les valeurs données ne sont représentatives que des sols testés localement au droit de nos sondages et aux profondeurs d'essais réalisés. Nous conseillons donc à l'équipe de conception de tenir compte des risques d'hétérogénéité et de retenir des valeurs de perméabilité prudentes par type de sol.

Nous précisons que tout ouvrage d'infiltration devra se situer à une distance minimale de 5,00m des façades et fondations des bâtiments projetés.

## C.7. Résultats des essais d'agressivités des sols et eaux vis-à-vis des bétons

Nous avons réalisé 2 essais d'agressivités des sols au droit des sondages SP1 et SP2 et l'agressivité des eaux vis-à-vis des bétons au droit du sondage piézométriques PZ2. Ces prélèvements ont été réalisés de manière à permettre l'analyse des sols entre 0 et 1,50 m de profondeur.

| N° Echantillon | Profondeur (m) | Matrice         | Référence échantillon | Classe d'agressivité |
|----------------|----------------|-----------------|-----------------------|----------------------|
| 001            | 0 – 1 m        | Sols            | SP2 (0-1 m)           | < XA1                |
| 002            | --             | Eau souterraine | PZ2                   | < XA1                |
| 001            | 0 – 1,50 m     | Sols            | SP1 0-1,50 m          | < XA1                |

Ces analyses ont permis de mettre en évidence des sols et eaux a priori peu agressifs au droit des sondages SP1, SP2 et PZ1 avec un classement <XA1.

Les fondations à réaliser dans le cadre du projet devront être constituées de béton adapté à l'agressivité des sols et des eaux.

Les résultats de ces essais sont disponibles en annexe 12.

# D. IMPLICATION DES DONNEES GEOTECHNIQUES VIS-A-VIS DU PROJET (GI PGC)

## D.1. Première approche de la Zone d'Influence Géotechnique (ZIG)

La ZIG correspond au volume de terrain au sein duquel il y a interaction entre l'ouvrage ou l'aménagement de terrain, et l'environnement. La forme et l'extension de cette zone d'influence géotechnique sont spécifiques à chaque site et à chaque ouvrage ou aménagement de terrain.

Le site est situé dans un secteur urbanisé et est bordé par des voiries, trottoirs et bâtiments. D'après les retours des DICT, la ZIG est concernée par de nombreux réseaux enterrés (eau potable et usée, électrique, gaz...).

La ZIG correspondra sensiblement aux limites de propriétés du terrain. Toutefois, pour les bâtiments et autres aménagements les plus proches de la limite de propriété, on gardera en tête que la ZIG pourra s'étendre jusqu'à 5,0 m de l'emprise des terrassements. La ZIG pourra donc déborder localement sur les propriétés voisines.

Un repérage complet des réseaux sur site sera nécessaire dans l'emprise de la ZIG. On restera vigilant quant à la présence des réseaux dans l'emprise du projet et on veillera à ce qu'aucune fondation ne recoupe les réseaux. En cas de recoupement, on devra soit déplacer les appuis du projet ou dévier les réseaux existants.

Précisons qu'en cas de recoupement d'un réseau désaffecté, il conviendra de le condamner définitivement, afin que celui-ci ne puisse pas servir de chemin préférentiel à l'eau.

## D.2. Déconstruction des existants et risques liés à la présence de vestiges

Dans le cadre du projet, le bâtiment industriel et les voiries associées sont voués à démolition, de ce fait, il est à craindre la présence de vestiges enterrés au droit du site d'étude.

On notera aussi, que sur certains sondages nous avons rencontré des épaisseurs de remblais supérieures à 1,0 m (au droit du quai de déchargement) et on notera aussi la présence d'une ancienne fosse au sein du bâtiment existant.

### D.2.1. Sujétions d'exécutions de la déconstruction des existants

La phase préalable de déconstruction des ouvrages et des bâtiments existants est essentielle pour la bonne réalisation des travaux du projet.

Un recellement précis des existants à déconstruire (ouvrages, bâtiments, voiries, parkings, réseaux souterrains, etc. ...) devra être établi au préalable.

Les déconstructions restantes seront menées de manière à ne pas laisser subsister d'infrastructures (fondations, voiles, radier, fosses, canalisation, etc. ...) pouvant :

- créer des points durs pouvant occasionner des refus lors de l'exécution des fondations,
- créer des zones de stagnation d'eau (fosse, canalisation, réseau, ..) pouvant conduire à terme à l'apparition de désordres liés à des zones de sols de caractéristiques mécaniques affaiblies par un effet de saturation,

Il faudra être vigilant quant à la présence de toute structure enterrée, notamment liée aux déconstructions déjà réalisées sur le site d'étude ou autres structures enterrées.



## D.2.2. Sujétions vis-à-vis du projet

Cette phase de déconstruction sera menée de manière à purger systématiquement et intégralement toute infrastructure existante (y compris toute poche de sol mou, hétérogène et/ou évolutif).

Pendant l'exécution de la déconstruction, il sera nécessaire de prévoir un relevé de géomètre exhaustif de toute purge et de tout remblaiement exécuté (emprise et profondeur en cote NGF).

Chaque purge sera remblayée avec un matériau sablo-graveleux, sain et inerte, soigneusement compacté par couches minces et successives en respectant les règles de l'art.

Un dossier de recollement précis devra être remis par l'entreprise de déconstruction au sujet des purges d'infrastructures réalisées.

L'objectif de compactage à respecter sera  $q_4$  avec  $\rho_{dm} \geq 95\% \rho_{d,OPN}$  et  $\rho_{dfc} \geq 92\% \rho_{d,OPN}$ .

L'ensemble des purges et substitutions réalisées devra être vérifié par essais de pénétration en nombre suffisant sur toute l'épaisseur remblayée + 50 cm.

La qualité de ces remblaiements de purge sera essentielle pour assurer :

- une bonne réalisation de la phase de terrassement en déblai/remblai,
- une bonne traficabilité des engins de chantier,
- l'absence d'effets parasites indésirables sur les fondations et niveaux bas projetés.

## D.2.3. Réutilisation / valorisation des matériaux issus de la déconstruction

Concernant l'éventuelle réutilisation de matériaux de démolition (béton du dallage ou de l'ossature des bâtiments existants), il faudra procéder à des analyses afin de s'assurer au préalable que ces matériaux soient de classe D7I, donc vierges d'éléments organiques et/ou évolutifs (bois, plâtres, ...), non pollués, déferrailés, et non agressifs vis-à-vis des bétons.

Les matériaux devront être concassés et criblés de manière à obtenir un fuseau granulométrique approprié à leur mise en œuvre.

Les matériaux devront être identifiés (analyse granulométrique) pour classement selon le GTR 2000 afin de préciser leur condition de réutilisation. Des essais LA et MDE devront notamment être réalisés afin de vérifier que ces matériaux soient résistants à l'usure.

Il conviendra de s'assurer que ces matériaux ne soient pas excessivement gonflants ( $G_v < 5\%$ ).

Quel que soit le type d'analyse, le prélèvement des matériaux devra être réalisé en plusieurs points du stockage et en quantité suffisante pour garantir une bonne représentativité et un bon échantillonnage.

Les matériaux issus de la déconstruction des anciens bâtiments pourront uniquement être réutilisés en couche de forme sous les voiries, en aucun cas sous bâtiment.

### D.3. Travaux d'adaptation du projet – Conditions générales de terrassement

Le niveau bas sous-sol des bâtiments projetés serait a priori défini à +32,00 m NGF sous le projet de bâtiment de bureaux.

Au vu de la topographie du terrain actuel, il y aurait nécessité de réaliser des déblais/remblais de l'ordre de 2 à 4 m.

Les terrassements seront réalisés à la pelle mécanique classique.

#### PORTANCE DU SOL SUPPORT

D'après les résultats des investigations, l'arase de terrassement se situerait dans les horizons remblayés et limono-argileux.

Il est fortement conseillé de réaliser les travaux en période estivale et dans des conditions météorologiques favorables pour bénéficier des meilleures conditions de chantier.

Nous attirons l'attention de l'entreprise sur la nécessité de protéger le fond de forme et la plateforme des intempéries.

Il sera nécessaire de penter le fond de forme et la plateforme afin d'éviter d'éventuelles stagnations d'eau.

En fonction des conditions climatiques au moment des travaux on prévoira si nécessaire la réalisation d'un réseau de tranchées drainantes périphériques et intérieures à la plateforme, munies de pompes de chantier reliées à un exutoire afin d'essorer le site le cas échéant.

En cas d'altération de la plateforme par des venues d'eau, la purge de ces matériaux sur des épaisseurs pluri-décimétriques pourra s'avérer nécessaire pour la rendre traficable par les engins de chantier.

L'aménagement du fond de forme devra être effectué selon les modalités suivantes :

- décapage total des remblais terreux et remblais divers,
- contrôle visuel soigné du fond de forme afin de déceler et purger toute poche de sols mous, remaniés ou évolutifs ou encore de points durs (liés à la présence de vestiges notamment).

L'objectif de l'entreprise sur site sera d'obtenir et de maintenir à terme une PST I-AR I avec un module EV2 compris entre 15 et 20 MPa au niveau de l'arase de terrassement.

On évitera toute circulation d'engin sur l'arase des terrassements afin d'éviter le matelassage et l'orniérage de celle-ci.

On attire l'attention sur le fait que la préparation de l'arase (AR) et de la partie supérieure des terrassements (PST) est essentielle au bon fonctionnement de la couche de forme (risque de matelassage sur l'arase).

Il est de la responsabilité de l'entreprise de ne pas dégrader cette PST par un travail inadapté ou des travaux en périodes de conditions climatiques défavorables.

En cas d'altération de la plateforme par des venues d'eau, la purge de ces matériaux sur des épaisseurs pluri-décimétriques pourra s'avérer nécessaire.

#### REMBLAIS ET SOLS REMANIES DU SITE

Lors de la réalisation des sondages, nous avons rencontré une épaisseur de remblais supérieure à 1 m uniquement au droit du SP4. Cependant, on gardera à l'esprit qu'il sera possible de rencontrer des vestiges sur des profondeurs variables sous le niveau du terrain actuel suite à la déconstruction du site.

Ainsi, comme annoncé au point D.2.2, on devra s'affranchir de tout vestige enterré du site en les purgeant totalement.

## **DEBLAIS/REMBLAIS**

Le bâtiment de bureaux-services possédera un sous-sol enterré dont l'emprise correspondra au bâtiment existant et débordant sur une partie de l'îlot (voir *figure 1*).

On notera que sur le plan VRD, le niveau de la rampe d'accès au sous-sol atteint un niveau, le plus bas, de +32,0 m NGF.

En fonction de l'espace disponible sur le site et la présence d'ouvrages mitoyens/existant, un talutage et/ou des soutènements provisoires seront à réaliser.

En fonction de la place disponible, on retiendra :

- soit des talus en déblais. La pente de talus et la hauteur maximale de ceux-ci devra être de 3H/2V (3 en horizontal et 2 en vertical) avec contrôle de la stabilité des talus en cours de chantier.
- Soit des soutènements dont le type, le principe seront définis suivant les plans définitifs du projet en phase étude géotechnique G2 PRO.

Selon les informations transmises par ADIM, on notera qu'au droit des façades Ouest, il sera nécessaire de réaliser des soutènements de type parois parisiennes à cause de la présence d'un réseau de gaz et de sa servitude qu'il n'est pas possible de dévoyer dans le cadre du projet. Ce point sera abordé en phase G2 PRO.

De plus, il faudra prévoir un rabattement et/ou épuisement de la nappe. Au vu du contexte du site, de la présence de nombreux réseaux, on portera une attention particulière au système de rabattement de nappe conseillé. Le type et principe du système de rabattement sera étudié dans l'étude hydrogéologique qui est en cours de réalisation.

Ces talus et ouvrages seront comblés en remblais après les travaux de gros œuvre et les parties enterrées de la structure devront prendre en compte la poussée des terres.

## **D.4. Principes généraux de construction – Mode de fondation envisageable**

### **D.4.1. Synthèse des reconnaissances**

Les sondages et fouilles réalisées sur le site ont permis de mettre en évidence une lithologie de type remblais limono-argileux suivis de limons argileux fermes reposant sur des sables argileux denses à très denses reposant ensuite sur une argile très raide. Le détail de la description lithologique et géomécanique est disponibles aux points C.2 et C.3.

Les essais de perméabilité (dont le détail se trouve au point C.6) ont mis en évidence une perméabilité de l'ordre de  $1,0 \times 10^{-6}$  m/s cohérente avec la nature limono-argileuse des terrains rencontrés.

### **D.4.2. Mode de fondation envisageable**

Au regard du projet et des caractéristiques mécaniques des sols, nous proposons :

- une **solution de fondations superficielles de type semelles filantes** descendues dans les horizons limoneux non-remaniés pour le **local vélo**,
- une **solution de fondation profondes sur pieux forés à la tarière creuse** descendue dans les horizons sableux denses pour le **bâtiment en R+5**,
- une solution de **fondations profondes sur pieux forés à la tarière creuse** descendue dans les sables denses pour le **parking silo**.

### D.4.3. Possibilités techniques pour les niveaux bas

Compte tenu de la nature du projet et du contexte géotechnique et géologique du site, on réalisera à chaque ouvrage :

- soit un **plancher bas RdC ou sous-sol porté par les fondations.**
- Soit un **dallage sur terre-plein** associé à la mise en œuvre d'une couche de forme en matériau D31. Cette solution s'accompagnera de **prescriptions particulières pour le bâtiment bureaux avec sous-sol et notamment si l'étude hydrogéologique permet une solution de protection contre les venues d'eau autre que le cuvelage.**

### D.5. Précautions vis-à-vis de la sensibilité des sols à l'eau

Les sondages et essais de laboratoire ont mis en évidence la présence de sols limono-argileux sensibles à l'eau, il sera nécessaire de maîtriser les variations de teneur en eau dans le sol en place sous les ouvrages ainsi que dans leur voisinage immédiat quelques soient les conditions climatiques (période hivernale ou période de sécheresse).

Dans l'hypothèse de fondations superficielles (pour le local vélo et le parking silo (en cas de faibles charges)), on retiendra à minima d'appliquer les sujétions suivantes :

- éviter la plantation d'arbres à une distance inférieure à 1,5 fois leur taille à l'âge adulte (espèces particulièrement à risque : chênes, peupliers, frênes, marronniers, tilleuls, saules, aubépines, ...),

Dans le cas de la présence d'arbres existants sur le site et situé trop proche du projet pour respecter la sujétion précédente, il conviendra, pour les conserver, d'établir un écran anti-racinaire afin que ces végétaux n'influencent pas de façon défavorables la teneur en eau des sols d'ancrage des fondations des ouvrages projetés,

- on proscrira la mise en place de réseaux rigides et solidaires des structures en privilégiant des canalisations à tronçons courts munis de joints souples,
- les canalisations enterrées doivent en effet pouvoir subir des mouvements différentiels sans risque de rompre, ce qui suppose notamment des raccords non fragiles (système d'assouplissement) au niveau des points durs,
- on proscrira toute infiltration d'eaux pluviales à moins de 5 m du projet (y compris l'exutoire des eaux),
- de même, les eaux pluviales de ruissellement seront canalisées, récupérées et conduites à l'exutoire.
- deux éléments de construction accolés (cas des habitations mitoyennes) doivent être désolidarisés et munis de joints de rupture sur toute leur hauteur pour permettre des mouvements différentiels.



## E. ÉTUDES DES OUVRAGES GEOTECHNIQUES (G2 AVP) – LOCAL VELO

Dans le cadre de la réalisation d'**un local vélo en RDC simple**, nous avons donc étudié une solution **de fondations de type semelles filantes** descendues à partir de 1,20 m de profondeur au minimum sous le niveau du terrain actuel, tout en respectant un encastrement minimal de la fondation de **30 cm** dans les horizons limono-argileux **en place et non remaniés** au-delà des remblais.

### E.1. Niveau d'assise

Pour ce local et compte tenu de l'absence de sondages réalisés dans l'emprise, les fondations respecteront donc les niveaux d'assise minimaux précisés dans le tableau ci-après :

| Sondage*                    | SP2   | PM3   | SP5         |
|-----------------------------|-------|-------|-------------|
| Cote sondage (m NGF)        | 35,2  | 35,1  | <b>36,4</b> |
| Cote RDC (m NGF)            | 35,70 |       |             |
| Profondeur d'assise/TA (m)  | 1,20  | 1,20  | <b>1,60</b> |
| Cote d'assise (m NGF)       | +34,0 | +33,9 | +34,8       |
| Profondeur/ niveau fini (m) | 1,70  | 1,80  | 0,9         |

**\* Note importante :** Il s'agit des sondages les plus proches du local vélo, ainsi les épaisseurs de remblais mentionnés par les sondages de ce tableau sont indicatives, compte tenu de l'absence d'investigations au droit du projet. **Il conviendra de confirmer la géologie locale par des sondages complémentaires.**

En dehors de ces indications liées aux sondages réalisés à proximité, le niveau minimal d'assise des fondations à prendre en compte sera de **1,20 m** sous le niveau du terrain actuel tout en respectant un encastrement minimal de la fondation de **30 cm** dans les horizons limono-argileux **en place et non remaniés** au-delà des remblais.

Nous rappelons que des variations d'épaisseur de remblais peuvent être attendues, ce qui nécessitera d'adapter le niveau d'assise des fondations pour respecter l'ancrage préconisé.

Un rattrapage du niveau d'assise au moyen d'un gros béton coulé en pleine fouille est envisageable.

Les dénivellations entre les niveaux d'assise de fondations seront reprises par redans successifs en respectant la proportion  $H/L < 1/3$  (NFP 94-261) et en partant du point le plus bas pour les semelles filantes et la proportion  $H/L < 2/3$  pour les semelles isolées.

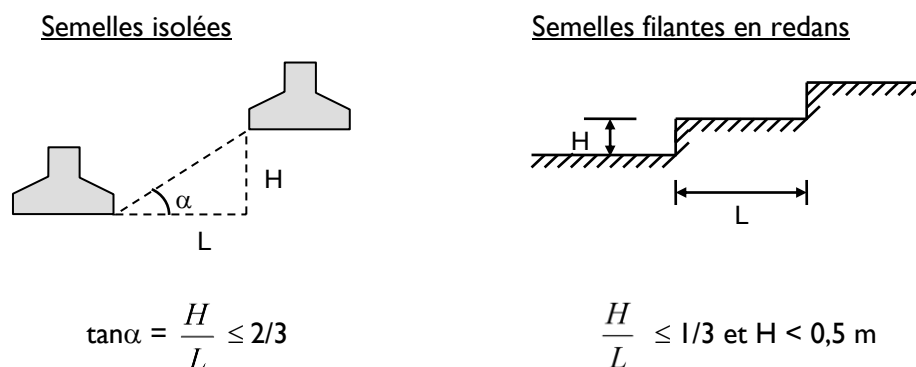


Figure 14. Schéma de principe de la règle relative aux fondations posées à différents niveaux

## E.2. Contraintes de calcul

Pour une fondation superficielle telle que définie ci-avant, les contraintes de calcul peuvent être déterminées par la méthode pressiométrique (cf. NF P94-261) à partir de la pression limite nette équivalente  $p_{le}^*$  calculée sous la base de la fondation et du facteur de portance  $k_p$ .

Au stade de l'ébauche dimensionnelle, il est possible de retenir :

$$p_{le}^* = 0,40 \text{ MPa}$$

$$k_p = 0,80$$

$$q_0 = \text{négligée}$$

$$i_\delta = 1 \text{ (pour une charge verticale centrée)}$$

$$i_\beta = 1 \text{ (pour une fondation éloignée de tout talus)}$$

Les contraintes de calcul sont alors de :

$$q'_{ELS} = 0,11 \text{ (en MPa)}$$

$$q'_{ELU} = 0,19 \text{ (en MPa)}$$

Ces contraintes de calculs s'entendent pour des fonds de fouilles sains et non remaniés.

## E.3. Exemple de calcul pour quelques fondations types

L'application de ces contraintes de calcul aux charges ELS qui devraient être dimensionnantes conduit aux dimensions de fondations suivantes pour quelques charges types.

A titre indicatif, nous avons obtenu les capacités portantes verticales centrées suivantes pour différentes dimensions de semelles filantes (valeurs indicatives).

|            | Semelles isolées |             | Semelles filantes |          |
|------------|------------------|-------------|-------------------|----------|
| Charge ELS | 70 kN            | 110 kN      | 66 kN/ml          | 88 kN/ml |
| Dimensions | 0,8 x 0,8 m      | 1,0 x 1,0 m | 0,60 m            | 0,80     |

## E.4. Tassements

Pour une fondation superficielle de type semelle isolées ou filantes et pour des largeurs de fondation comprise entre 0,60 m et 1,0 m et chargée à 0,11 MPa aux ELS, les tassements absolus prévisibles estimés par la méthode pressiométrique sous réserve d'une bonne exécution des fondations sont de l'ordre de :

|                    | Semelles isolées |        | Semelles filantes |          |
|--------------------|------------------|--------|-------------------|----------|
| Charge ELS         | 70 kN            | 110 kN | 66 kN/ml          | 88 kN/ml |
| Tassements (en cm) | ≤ 1,0            | ≤ 1,0  | ≤ 1,0             | ≤ 1,5    |

Le BET structure vérifiera que ces tassements soient admissibles pour la structure projetée (rigidification si nécessaire).

## E.5. Sujétions d'exécution

Il conviendra de bien vérifier la nature et l'homogénéité des fonds de fouille et de purger toute poche de remblais et de sol mou que l'on pourrait rencontrer au niveau d'assise prévu.

Les semelles seront descendues au minimum à 1,20 m de profondeur sous le niveau du terrain actuel.

Le niveau d'assise sera approfondi en cas de rencontre de remblais sur des épaisseurs plus importantes qu'au droit des sondages.

On respectera un ancrage minimal de **0,30 m** dans les horizons limono-argileux **en place et non remaniés** au-delà des remblais.

On prévoira l'utilisation d'une machine de forte puissance munie d'un **BRH** (Brise Roche Hydraulique) en cas de rencontre d'horizons indurés (remblais et vestiges notamment).

Un rattrapage en gros béton pourra être envisagé pour atteindre le bon niveau d'ancrage.

Le bétonnage devra se faire immédiatement à l'ouverture des fouilles, les horizons limoneux étant des matériaux **sensibles** à l'eau et au remaniement à l'exécution, les parois des fouilles pourraient être assez instables à 1,50 m de profondeur.

L'entreprise de travaux aura à sa charge l'évacuation immédiate de toute arrivée ou stagnation d'eau éventuelle pouvant se produire en fond de fouille, **via un dispositif adapté** relié à un exutoire existant ou à créer.

Tous les éléments porteurs (façade, poteaux, refends) devront être portés par des fondations.

Les dénivellations entre les niveaux d'assise de fondations seront reprises par redans successifs en respectant la proportion  $H/L < 1/3$  et en partant du point le plus bas pour les fondations de type semelles filantes et en respectant la proportion  $H/L < 2/3$  pour les fondations de type semelles isolées (voir figure I6 et norme NF P 94-261).

# F. ETUDES DES OUVRAGES GEOTECHNIQUES (G2 AVP) – IMMEUBLE EN R+5

## F.1. Sujétions relatives à l'exécution des niveaux enterrés

### F.1.1. Précautions vis-à-vis de la nappe dans le cadre du sous-sol

Nous rappelons que nous ne connaissons pas le niveau bas projeté du sous-sol.

La réalisation d'un niveau de sous-sol nécessitera des terrassements jusqu'à 3,0 à 4,0 m de profondeur environ par rapport au niveau du terrain actuel.

Ces terrassements concerneront les formations de remblais et limons argileux sous-jacents.

Les niveaux caractéristiques seront déterminés grâce à l'étude hydrogéologique, cependant il est possible, au vu des niveau d'eaux relevés lors de notre intervention, que la nappe intercepte la fouille en phase travaux lors des travaux de terrassement nécessaires à la réalisation d'un sous-sol en R-I.

De plus, les eaux de circulation anarchique dans les remblais pourront être rencontrées localement.

Ainsi, au regard des niveaux d'eau mesurés lors de notre intervention, il pourra être nécessaire de prévoir un rabattement de nappe et un épuisement de fond de fouille adapté au contexte hydrogéologique du site.

Ce rabattement devra permettre d'assainir le fond de fouille. De ce fait, le rabattement aura pour objectif de rabattre au-delà de l'altimétrie du fond de fouille.

Au vu du contexte du site, de la présence de nombreux réseaux, on portera une attention particulière au système de rabattement de nappe conseillé. Le type et principe du système de rabattement sera étudié dans l'étude hydrogéologique qui est en cours de réalisation.

Il est à noter que la réalisation d'un rabattement de nappe en fouille ouverte conduit à l'abaissement du niveau piézométrique à l'extérieur de la fouille.

Cet abaissement ou cône de rabattement est fonction de la perméabilité des sols, de la hauteur à dénoyer et de la durée du rabattement notamment. L'extension de ce cône de rabattement sous les avoisinants et ouvrages existants peut provoquer des tassements parasite. Il est donc nécessaire de limiter son amplitude et sa durée

### F.1.2. Exécution des terrassements en phase travaux

Les terrassements pour la réalisation de ce niveau enterré nécessiteront la réalisation de soutènements de fouilles (à définir en mission G2 PRO).

Le choix de la technique de soutènement sera notamment conditionné par le contexte hydrogéologique du site et la protection des avoisinants. On notera cependant, que selon les informations transmises par ADIM, il sera nécessaire de réaliser des soutènements de type parois parisiennes au droit des façades Ouest (voir point D.3.).

Il sera d'ailleurs nécessaire de vérifier la sensibilité des avoisinants vis-à-vis des travaux à réaliser, afin de définir notamment les déformations admissibles des soutènements à réaliser le long des avoisinants. Ce point n'est pas de la compétence de FONDASOL.



Nous attirons également l'attention sur le fait qu'une paroi de soutènement par pieux et le contre voile béton armé associé présentent une épaisseur importante, de l'ordre de 80 cm en première approche, à confirmer.

On prévoira également l'utilisation d'un BRH (Brise Roche Hydraulique) afin de s'affranchir des horizons indurés rencontrés (remblais indurés ou vestiges notamment).

Dans le cadre du prédimensionnement de l'ouvrage enterré, on pourra retenir en première approche les caractéristiques intrinsèques des sols suivantes, estimées à partir des essais pressiométriques réalisés :

| Cote NGF*<br>(m NGF) | Profondeur<br>(m) | Nature du sol                       | c'(kPa) | $\phi'$ (°) | $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> ) |
|----------------------|-------------------|-------------------------------------|---------|-------------|-------------------------------|
| 35,7 à 34,7          | 0,0 à 1,0         | Remblais                            | 0       | 20          | 17                            |
| 34,7 à 28,2          | 1,0 à 7,5         | Limons argileux                     | 5       | 28          | 17                            |
| 28,2 à 17,7          | 7,5 à 18,0        | Sables argileux à argiles sableuses | 2       | 30          | 18                            |
| 17,7 à 10,7          | 18,0 à 25,0       | Argile                              | 10      | 30          | 19                            |

(\*) Pour une plateforme de travail prise à +35,70 m NGF

(\*\*) Les épaisseurs de remblais ci-avant seront adaptées en fonction des surépaisseurs de remblais liées au contexte ancien du site

Nous rappelons que la modélisation géotechnique des sols données ci-avant pourra être affinée par des essais mécaniques en laboratoire de type cisaillement ou triaxial nécessitant alors la réalisation de prélèvement d'échantillons intacts via un ou des carottages.

### F.1.3. Disposition en phase définitive

Au vu des niveaux d'eaux relevés lors de notre intervention, et en l'absence des conclusions de l'étude hydrogéologique (en cours), nous recommandons en première approche, la réalisation d'un cuvelage du niveau R-I du bâtiment bureaux sur toute sa hauteur et la prise en compte des sous-pressions correspondantes (selon l'EUROCODE 7).

Ce **cuvelage** sera associé à la réalisation d'un **niveau bas sous-sol porté** par les fondations

Cette recommandation sera confirmée et/ou nuancée suite à la détermination des niveaux d'eau caractéristiques par l'étude hydrogéologique.

## F.2. Ebauche dimensionnelle d'une fondation profonde par pieu

Compte-tenu de la géologie du site et des caractéristiques du projet, nous avons étudié une solution de fondation profondes sur pieux forés à la tarière creuse descendus dans les horizons sableux denses pour le projet de bâtiment en R+5.

Nous avons utilisé l'approche « modèle de terrain » avec la méthode pressiométrique et considérons un ouvrage de catégorie géotechnique 2.

Nous rappelons qu'à ce stade du projet nous ne connaissons pas les descentes de charges et cote de niveau bas fini du bâtiment projeté.

## F.2.1. Modèle géotechnique et ébauche dimensionnelle

En première approche, nous proposons la réalisation d'un pieu foré tarière creuse simple ou double rotation (FTC ou FTCD) donc de classe 2 et de catégorie 6 descendu dans les horizons argileux reconnus au-delà de 12 m de profondeur environ sous le niveau du terrain actuel.

### Frottement axial

Conformément à l'Eurocode 7, les paramètres géotechniques pris en compte doivent être une estimation prudente de la valeur qui influence l'occurrence de l'état limite, ce qui conduit au modèle géotechnique suivant, pour le type de pieu proposé au paragraphe suivant :

| Profondeur <sup>(*)</sup><br>(en m) | Cote NGF base<br>de la couche <sup>(*)</sup><br>(en m NGF) | Sol                             | Classe des sols<br>(NF P94-262) | PI*<br>(MPa) | Pf*<br>(Mpa) | E <sub>M</sub><br>(Mpa) | Courbe<br>fsol | qs pieu<br>(kPa) |
|-------------------------------------|------------------------------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|--------------|--------------|-------------------------|----------------|------------------|
| de 0,0 à 1,0                        | +31,0                                                      | Mort terrain (**)<br>- sous-sol | --                              | --           | --           | 3,0                     | --             | --               |
| de 1,0 à 4,5                        | +27,5                                                      | Limons argileux                 | Fermes                          | 0,40         | 0,20         | 5,0                     | Q1             | 46               |
| de 4,5 à 12,0                       | +20,00                                                     | Sables ± argileux               | Denses                          | 1,70         | 1,10         | 25,0                    | Q2             | 120              |
| de 12,0 à 22,0                      | +10,0                                                      | Argiles                         | Très raides                     | 2,80         | 2,20         | 50,0                    | Q1             | 72               |

(\*) Pour une plateforme de travail projetée au niveau du sous-sol soit à environ +32,00 m NGF

(\*\*) Epaisseur de remblais/mort terrain mise en évidence au droit de nos sondages, à adapter en fonction des épaisseur réelles de remblais rencontrées en phase chantier de pieux.

### Terme de pointe

Pour un ancrage effectif de 2,50 m au minimum dans les horizons argileux et pour Def/B supérieur à 5, on pourra retenir :

$$P_{le}^* = 2,80 \text{ MPa}$$

$$k_{p_{\max}} = 1,30$$

### Coefficient de modèle :

Compte-tenu de la méthode d'évaluation utilisée, du type de pieu envisagée et de la couche d'ancrage prescrite pour chaque pieu, on retiendra les coefficients de modèle suivants :

$$\gamma_{R;d1} = 1,15$$

$$\gamma_{R;d2} = 1,10$$

### F.3. Résultats des calculs

Pour un pieu en compression de diamètre 70 cm et descendu à 14,0 m de profondeur sous le niveau estimé pour la plateforme de travail, soit à +18,00 m NGF, on retiendra les valeurs de résistance suivantes (en kN) :

|     |                                                  | Résistance en compression (en kN) |
|-----|--------------------------------------------------|-----------------------------------|
| ELU | Situations durables et transitoires<br>$R_c ; d$ | 2 911                             |
| ELS | Combinaisons caractéristiques<br>$R_c ; cr ; d$  | 2 138                             |
|     | Combinaisons quasi-permanentes<br>$R_c ; cr ; d$ | 1 836                             |

(\*) Résistance intrinsèque maximale en compression pour un pieu béton armé toute hauteur donc la résistance caractéristique  $f_{ck}$  est de 25 MPa et sans contrôle renforcé ( $k_3 = 1,0$ ).

**Remarque importante :** on veillera également à ne pas dépasser la résistance intrinsèque des pieux.

On trouvera ainsi en annexe I0 au présent rapport, une ébauche dimensionnelle d'un pieu de diamètre 70 cm et descendu à 14,0 m/ PF à +32,00 m NGF.

### F.4. Cas du niveau bas projeté

Au regard de la géologie et des caractéristiques du projet, on prévoira la réalisation d'un niveau bas sous-sol de type **plancher porté** par les fondations via un réseau de longrines associé à la **réalisation d'un cuvelage** (à confirmer ou infirmer selon les conclusions de l'étude hydrogéologique).

## F.5. Sujétions d'exécution des fondations profondes

La longueur de fiche réelle des pieux devra être adaptée en fonction des variations des horizons géologiques.

L'entrepreneur devra s'assurer que le type de pieux qu'il propose et le matériel qu'il met en œuvre lui permettra de traverser les matériaux reconnus sur le site et de réaliser la fiche de pieux correspondant aux capacités portantes nécessaires et à l'ancrage minimal de 1,50 m dans la couche d'argile prescrite.

On bétonnera les fondations à l'aide d'un béton non délavable et résistant aux eaux agressives. En l'absence d'essais d'agressivité des sols/eaux sur les bétons et compte-tenu de l'historique du site, il sera nécessaire de réaliser des essais d'agressivité au plus tard en phase projet. On bétonnera les fondations à l'aide d'un béton non délavable et résistant aux eaux agressives.

Le ferrailage des pieux sera justifié par un calcul spécifique s'ils sont soumis à des efforts de flexion ou de traction.

L'entreprise spécialisée prévoira également un système d'asservissement permettant de garantir le bétonnage des fondations sous le niveau du béton afin d'éviter toute striction des pieux.

On prévoira de plus **l'enregistrement des paramètres** de forage et de bétonnage, à savoir : couple de rotation, pression d'injection, quantité de béton, vitesse d'avancement, pression sur l'outil, profondeur.

On prévoira une **surconsommation de béton** dans les remblais et horizons peu compacts sous-jacents.

Comme évoqué au point D.2., la présence de vestiges est très probable sur l'emprise du site.

En cas de rencontre d'obstacles éventuels liés à l'historique du site, on prévoira la purge de ceux-ci à l'aide de dispositifs et/ou outils adaptés.

Les purges devront être comblées par un matériau sablo-graveleux, soigneusement compacté avant foration.



# G. ETUDES DES OUVRAGES GEOTECHNIQUES (G2 AVP) – PARKING SILO EN R+I

## G.I. Ebauche dimensionnelle d'une fondation profonde par pieu

Compte-tenu de la géologie du site et des caractéristiques du projet, nous avons étudié une solution de fondation profonde sur pieux forés à la tarière creuse descendus dans les horizons sableux denses pour le projet de parking silo en R+I.

Nous avons utilisé l'approche « modèle de terrain » avec la méthode pressiométrique et considérons un ouvrage de catégorie géotechnique 2.

Nous rappelons qu'à ce stade du projet nous ne connaissons pas les descentes de charges et cote de niveau bas fini du bâtiment projeté.

### G.I.1. Modèle géotechnique et ébauche dimensionnelle

En première approche, nous proposons la réalisation d'un pieu foré tarière creuse simple ou double rotation (FTC ou FTCD) donc de classe 2 et de catégorie 6 descendu dans les horizons sablo-argileux reconnus au-delà de 6,4 m de profondeur environ sous le niveau du terrain actuel.

#### Frottement axial

Conformément à l'Eurocode 7, les paramètres géotechniques pris en compte doivent être une estimation prudente de la valeur qui influence l'occurrence de l'état limite, ce qui conduit au modèle géotechnique suivant, pour le type de pieu proposé au paragraphe suivant :

| Profondeur <sup>(*)</sup><br>(en m) | Cote NGF base<br>de la couche <sup>(*)</sup><br>(en m NGF) | Sol                  | Classe des sols<br>(NF P94-262) | Pl*<br>(MPa) | Pf*<br>(MPa) | Em<br>(MPa) | Courbe<br>fsol | qs pieu<br>(kPa) |
|-------------------------------------|------------------------------------------------------------|----------------------|---------------------------------|--------------|--------------|-------------|----------------|------------------|
| de 0,0 à 1,0                        | +33,0                                                      | Mort<br>terrain(**)  | --                              | --           | --           | 3,0         | --             | --               |
| de 1,0 à 6,4                        | +28,0                                                      | Limons argileux      | Fermes                          | 0,50         | 0,20         | 5,0         | Q1             | 51               |
| de 6,4 à 16,9                       | +17,50                                                     | Sables ±<br>argileux | Denses                          | 1,70         | 1,10         | 25,0        | Q2             | 120              |

(\*) Pour une plateforme de travail projetée au niveau du RdC du parking silo soit à environ +34,40 m NGF

(\*\*) Epaisseur de remblais/mort terrain mise en évidence au droit de nos sondages, à adapter en fonction des épaisseur réelles de remblais rencontrées en phase chantier de pieux.

#### Terme de pointe

Pour un ancrage effectif de 1,50 m au minimum dans les horizons sablo-argileux (modélisés au-delà de 6,40 m de profondeur par rapport au niveau du terrain naturel) et pour Def/B supérieur à 5, on pourra retenir :

$$P_{le*} = 1,70 \text{ MPa}$$

$$k_{p_{max}} = 1,65$$

### **Coefficient de modèle :**

Compte-tenu de la méthode d'évaluation utilisée, du type de pieu envisagée et de la couche d'ancrage prescrite pour chaque pieu, on retiendra les coefficients de modèle suivants :

$$\gamma_{R;d1} = 1,15$$

$$\gamma_{R;d2} = 1,10$$

## **G.2. Résultats des calculs**

Pour un pieu en compression de diamètre 60 cm et descendu à 10,0 m de profondeur sous le niveau estimé pour la plateforme de travail, on retiendra les valeurs de résistance suivantes (en kN) :

|     |                                               | Résistance en compression (en kN) |
|-----|-----------------------------------------------|-----------------------------------|
| ELU | Situations durables et transitoires<br>Rc ; d | 1 501                             |
| ELS | Combinaisons caractéristiques<br>Rc ; cr ; d  | 1 145                             |
|     | Combinaisons quasi-permanentes<br>Rc ; cr ; d | 936                               |

(\*) Résistance intrinsèque maximale en compression pour un pieu béton armé toute hauteur donc la résistance caractéristique  $f_{ck}$  est de 25 MPa et sans contrôle renforcé ( $k_3 = 1,0$ ).

**Remarque importante :** on veillera également à ne pas dépasser la résistance intrinsèque des pieux.

On trouvera ainsi en annexe II au présent rapport, une ébauche dimensionnelle d'un pieu de diamètre 60 cm et descendu à 10,0 m/ PF à +34,40 m NGF.

## **G.3. Sujétions d'exécution pour des fondations profondes**

Pour les sujétions d'exécution, on se référera au paragraphe F.5 précédent.

# H. REALISATION DES VOIRIES PROJETEES

## H.1. Partie Supérieure des terrassements (P.S.T)

Nos sondages et essais de laboratoire réalisés sur le site d'étude ont permis de mettre en évidence des horizons limono-argileux. Ces sols sont sensibles à l'eau.

On rappelle aussi que dans le cadre des déconstructions du bâtiment existant et voiries associées, il faut s'attendre à la présence de vestiges enterrés et/ou à la présence de remblais sur des épaisseurs importantes, en fonction de la qualité des démolitions qui seront réalisées.

Les terrassements devront donc être réalisés en période favorable, les travaux en période de pluie étant à proscrire.

On évitera toute circulation d'engin sur l'arase des terrassements afin d'éviter le matelassage et l'orniérage de celle-ci.

Les engins de terrassements travailleront en rétro à l'aide d'un godet sans dents. On protégera les fouilles à la veille des week-ends et des périodes pluvieuses.

La réalisation des travaux ne devrait pas poser de problèmes aux machines de terrassements usuelles. On prévoira toutefois la mise en œuvre de moyens adaptés en cas de rencontre de vestiges et/ou de remblais indurés, de façon à les purger et à n'engendrer aucun désordre sur les existants.

## H.2. Réalisation de la couche de forme

Dans le cadre de la réalisation des voiries, on prévoira le décapage de remblais ainsi que des terrains en place sur une épaisseur suffisante permettant la mise en œuvre de la couche de forme.

Les éventuels vestiges enterrés, les poches de matériaux évolutifs et les éléments douteux rencontrés en arase de terrassements devront être purgés et substitués par le même matériau d'apport que celui constituant les couches de forme et soigneusement compacté.

Compte tenu de l'argilosité des sols rencontrés, la technique du traitement de sols pour la constitution de la couche de forme des voiries projetées est à proscrire dans le cas présent (difficultés de malaxage, de compactage, risque de gonflement, ...).

On procèdera à la mise en œuvre d'un géotextile non tissé remontant sur les parois latérales du sol encaissant afin d'éviter la contamination de la couche de forme par le sol sous-jacent.

On prévoira la mise en place d'une couche de forme constituée par un matériau d'apport naturel sablo-graveleux, sain, non évolutif, insensible à l'eau, correctement gradué et soigneusement compacté par couches minces.

Ce matériau sera de classe D31 selon le GTR aura les caractéristiques suivantes :

- Granulométrie 0/120 mm,
- Passant à 80 µm < 12 %,
- VBS < 0,1,
- LA et MDE < 45.

L'épaisseur minimale de la couche de forme sera de :

- 40 cm pour des voiries légères
- 60 cm pour des voiries lourdes.

La réalisation des travaux pourra nécessiter l'augmentation des épaisseurs de couche de forme ou toute disposition nécessaire afin d'atteindre les objectifs suivants :

- $EV2 > 35 \text{ MPa}$  pour des voiries légères
- $EV2 > 50 \text{ MPa}$  pour des voiries lourdes
- rapport de compactage  $EV2/EV1 < 2.2$

### H.3. Constitution de chaussée

La structure de chaussée sera alors adaptée à la circulation prévisible via une étude spécifique par un bureau d'études VRD.

---

**Le présent rapport fera l'objet d'une mise à jour dès la réception des résultats des essais en laboratoire.**

Les calculs et valeurs dimensionnelles donnés dans le présent rapport ne sont que des ébauches destinées à donner un premier aperçu des sujétions techniques d'exécution et ne constituent pas un dimensionnement du projet.

L'enchaînement des mission géotechniques est repris en annexe du présent rapport.

Notons qu'une étude hydrogéologique est en cours et une mission G2 PRO a été proposée par FONDASOL.

FONDASOL est à la disposition de ADIM pour tout renseignement concernant le présent document.



## ANNEXES



# I. CONDITIONS GENERALES DE SERVICE

## 1. Formation du Contrat

Toute commande par le co-contractant (« le Client »), qui a reçu un devis de la part de FONDASOL, ou l'une quelconque de ses filiales (ci-après le « Prestataire »), quelle qu'en soit la forme (par exemple bon de commande, lettre de commande, ordre d'exécution ou acceptation de devis, sans que cette liste ne soit exhaustive) et ses avenants éventuels, constituent l'acceptation totale et sans réserve des présentes conditions générales par ledit Client, que ce dernier ait contresigné les conditions générales ou non, ou qu'il ait émis des conditions contradictoires. Tout terme de la commande, quelle qu'en soit la forme, et de ses avenants éventuels, qui serait en contradiction avec les présentes conditions générales ou le devis, serait réputé de nul effet et inapplicable, sauf s'il a fait l'objet d'une acceptation écrite expresse non équivoque par le Prestataire. Cette acceptation ne peut pas résulter de l'exécution des Prestations prévues au devis et/ou à la commande, quelle qu'en soit la forme, et/ou avenant éventuel, ou de l'absence de réponse du Prestataire sur ledit terme.

Les présentes conditions générales prévalent sur toutes autres conditions y compris contenues dans la commande (quelle que soit sa forme) du Client ou dans les accusés de réception des échanges de données informatisés, sur portail électronique, dans la gestion électronique des achats ou dans les courriers électroniques du Client. Aucune exception ou dérogation n'est applicable sauf si elle est émise par le Prestataire ou acceptée expressément, préalablement et de manière non équivoque par écrit par le Prestataire. A ce titre, toute condition de la commande ne peut être considérée comme acceptée qu'après accord écrit exprès et non-équivoque du Prestataire. Le contrat est constitué par le dernier devis émis par le Prestataire, les présentes conditions générales, la commande ou l'acceptation de devis ou lettre de commande du Client et, à titre accessoire et complémentaire les conditions de la commande expressément acceptées et spécifiquement indiquées par écrit par le Prestataire comme acceptées (le « Contrat »).

## 2. Entrée en vigueur

Le Contrat n'entrera en vigueur qu'à la réception par le Prestataire de l'acompte prévu au Contrat ou suivant les conditions particulières du devis, ou, le cas échéant, de l'accusé de réception de commande et/ou de réception de paiement émis par le Prestataire. Sauf disposition contraire des conditions particulières du devis, les délais d'exécution par le Prestataire de ses obligations au titre du Contrat commencent quinze (15) jours ouvrés après la date d'entrée en vigueur du contrat.

## 3. Prix

Les prix sont établis aux conditions économiques en vigueur à la date d'établissement du devis. Préalablement au Contrat, les prix sont valables selon la durée mentionnée au devis et au maximum pendant deux (2) mois à compter de la date du devis. A l'entrée en vigueur du Contrat, les prix sont fermes et définitifs pour une durée de six (6) mois mis à jour tous les six (6) mois 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 le dernier indice publié à la date d'émission du devis.

Les prix mentionnés dans le Contrat ou le devis ne comprennent pas la TVA, les taxes sur les ventes, les droits, les prélèvements, les taxes sur le chiffre d'affaires, les droits de douane et d'importation, les surtaxes, les droits de timbre, les impôts retenus à la source et toutes les autres taxes similaires qui peuvent être imposées au Prestataire, à ses employés, à ses sociétés affiliées et/ou à ses représentants, dans le cadre de l'exécution du Contrat (les « Impôts »), qui seront supportés par le Client en supplément des prix indiqués. Le Prestataire restera toutefois responsable du paiement de tous les impôts applicables en France.

Au cas où le Prestataire serait obligé de payer l'un des Impôts mentionnés ci-dessus, le Client remboursera le Prestataire dans les trente (30) jours suivant la réception des documents correspondants justifiant le paiement de celui-ci. Au cas où ce remboursement serait interdit par toute législation applicable, le Prestataire aura le droit d'augmenter les prix indiqués dans le devis ou spécifiés dans le Contrat du montant des Impôts réellement supportés.

Sauf indication contraire dans le devis, les prix des Prestations relatifs à des quantités à réaliser, quelle qu'en soit l'unité (notamment sans que cela ne soit exhaustif, profondeurs, mètres linéaires, nombre d'essais, etc) ne sont que des estimatifs sur la base des informations du Client, en conséquence seules les quantités réellement réalisées seront facturées sur la base des prix unitaires du Contrat.

## 4. Obligations générales du Client

**4.1** Le terme « Prestations » désigne exclusivement les prestations énumérées dans le devis du Prestataire comme étant comprises dans le devis à la charge du Prestataire. Toute prestation non comprise dans les Prestations, ou dont le prix unitaire n'est pas indiqué au Contrat, fera l'objet d'un prix nouveau à négocier.

**4.2** 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'investigation 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, d'ingénierie ou de conseil, ce que le Client reconnaît et accepte expressément.

La mission de diagnostic géotechnique G5 engage le géotechnicien uniquement dans le cadre strict des objectifs ponctuels fixés et acceptés expressément par écrit.

**4.3** Sauf disposition contraire expresse du devis, le Client obtiendra à ses propres frais, dans un délai permettant le respect du délai d'exécution du Contrat, tous les permis et autorisations d'importation nécessaires pour l'importation des matériels et équipements et l'exécution des Prestations dans le pays où les matériels et équipements doivent être livrés et où les Prestations doivent être exécutées. En plus de ce qui précède et sauf à ce que l'une ou plusieurs des obligations suivantes soient expressément et spécifiquement intégrées aux Prestations et au bordereau de prix, le Client devra également, notamment, sans que cela ne soit exhaustif :

- Payer au Prestataire les Prestations conformément aux conditions du Contrat ;
- Communiquer en temps utile toutes les informations et/ou documentations nécessaires pour l'exécution du Contrat et notamment, mais pas seulement, tout élément qui lui paraîtrait de nature à compromettre la bonne exécution des Prestations ou devant être pris en compte par le Prestataire ;
- Permettre un accès libre et rapide au Prestataire à ses locaux et/ou au site où sont réalisées les Prestations y compris pour la livraison des matériels et équipements nécessaires à la réalisation des Prestations et notamment, mais pas seulement, les machines de forage ;
- Approuver tous les documents du Prestataire conformément au devis et à défaut dans un délai de deux jours au plus ;
- Préparer ses installations pour l'exécution du Contrat, et notamment, sans que cela ne soit exhaustif, décider et préparer les implantations des forages, fournir eau et électricité, et veiller, le Client étant toujours responsable de ses installations, à ce que le Prestataire

dispose en permanence de toutes les ressources nécessaires pour exécuter le Contrat, sauf accord spécifique contraire dans le Contrat. Si le Personnel du Client est tenu d'exécuter un travail lié au Contrat incluant, mais sans s'y limiter, l'assemblage ou l'installation d'équipements, ce personnel sera qualifié et restera en permanence sous la responsabilité du Client. Le Client conservera le droit exclusif de diriger et de superviser le travail quotidien de son personnel. Dans ce cas, le Prestataire ne sera en aucun cas responsable d'une négligence ou d'une faute du personnel du Client dans l'exécution de ses tâches, y compris les conséquences que cette négligence ou faute peut avoir sur le Contrat. Par souci de clarté, tout sous-traitant du Prestataire imposé ou choisi par le Client restera sous l'entière responsabilité du Client ;

- fournir, conformément aux articles R.554-1 et suivants du même chapitre du code de l'environnement, 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 déclarations d'intentions de commencement de travaux (DICT) (le délai de réponse, est de 7 à 15 jours selon les cas, hors jours fériés) et pour connaître l'environnement du projet. En cas d'incertitude ou de complexité pour la localisation des réseaux sur le domaine public, il pourra être nécessaire de faire réaliser, à la charge du Client, des fouilles manuelles ou des avant-trous à la pelle mécanique 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.

- Déclarer aux autorités administratives compétentes tout forage réalisé, notamment, sans que cela ne soit exhaustif, de plus de 10 m de profondeur ou lorsqu'ils sont destinés à la recherche, la surveillance ou au prélèvement d'eaux souterraines (piézomètres notamment).

**4.4** La responsabilité du Prestataire ne saurait être engagée en aucun cas pour quelque dommage que ce soit à des ouvrages publics ou privés (notamment, à titre d'exemple, des ouvrages, canalisations enterrés) dont la présence et l'emplacement précis ne lui auraient pas été signalés par écrit préalablement à l'émission du dernier devis et intégrés au Contrat.

## 5. Obligations générales du Prestataire

Le Prestataire devra :

- Exécuter avec le soin et la diligence requis ses obligations conformément au Contrat, toujours dans le respect des spécifications techniques et du calendrier convenus entre les Parties par écrit ;
- Respecter toutes les règles internes et les règles de sécurité raisonnables qui sont communiquées par le Client par écrit et qui sont applicables dans les endroits où les Prestations doivent être exécutées par le Prestataire ;
- S'assurer que son personnel reste à tout moment sous sa supervision et direction et exercer son pouvoir de contrôle et de direction sur ses équipes ;
- Procéder selon les moyens actuels de son art, à des recherches consciencieuses et à fournir les indications qu'on peut en attendre, étant entendu qu'il s'agit d'une obligation de moyen et en aucun cas d'une obligation de résultat ou de moyens renforcée ;
- Faire en sorte que son personnel localisé dans le pays de réalisation des Prestations respecte les lois dudit pays.

Le Prestataire n'est solidaire d'aucun autre intervenant sauf si la solidarité est explicitement prévue et expressément agréée dans le devis et dans ce cas la solidarité ne s'exerce que sur la durée de réalisation sur site du Client du Contrat.

En cas d'intervention du Prestataire sur site du Client, si des éléments de terrain diffèrent des informations préalables fournies par le Client, le Prestataire peut à tout moment décider que la protection de son personnel n'est pas assurée ou adéquate et suspendre ses Prestations jusqu'à ce que les mesures adéquates soient mises en œuvre pour assurer la protection du personnel, par exemple si des traces de pollution sont découvertes ou révélées. Une telle suspension sera considérée comme un Imprévu, tel que défini à l'article 14 ci-dessous.

## 6. Délais de réalisation

À défaut d'engagement précis, ferme et expresse du Prestataire dans le devis sur une date finale de réalisation ou une durée de réalisation fixe et non soumise à variations, les délais d'intervention et d'exécution données dans le devis sont purement indicatifs et, notamment du fait de la nature de l'activité du Prestataire, dépendante des interventions du Client ou de tiers, ne sauraient en aucun cas engager le Prestataire. Les délais de réalisation sont soumis aux ajustements tels qu'indiqués au Contrat. À défaut d'accord exprès spécifique contraire, il ne sera pas appliqué de pénalités de retard. Nonobstant toute clause contraire, les pénalités de retard, si elles sont prévues, sont plafonnées à un montant total maximum et cumulé pour le Contrat de 5% du montant total HT du Contrat.

- Le Prestataire réalise le Contrat sur la base des informations communiquées par le Client. Ce dernier est seul responsable de l'exactitude et de la complétude de ces données et transmettra au Prestataire toute information nécessaire à la réalisation des Prestations. En cas d'absence de transmission, d'inexactitude de ces données ou d'absence d'accès au(x) site(s) d'intervention, quelles que soient les hypothèses que le Prestataire a pu prendre, notamment en cas d'absence de données ou d'accès, le Prestataire est exonéré de toute responsabilité et les délais de réalisation sont automatiquement prolongés d'une durée au moins équivalente à la durée de correction de ces données et de reprise des Prestations correspondantes.

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

À l'exception d'un accord contraire dans les conditions spécifiques du devis ou dans les cas d'obligations législatives ou réglementaires non transférables par convention à la charge du Prestataire, toutes les démarches et formalités administratives ou autres, pour l'obtention des autorisations et permis de pénétrer sur les lieux et/ou d'effectuer les Prestations sont à la charge du Client. Le Client doit 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. Le Client doit également fournir tous les documents et informations relatifs aux dangers et aux risques de toute nature, notamment sans que cela ne soit exhaustif, ceux cachés, liés aux réseaux, aux obstacles enterrés, à l'histoire du site et à la pollution des sols, sous-sols et des nappes. Le Client communiquera les règles pratiques que les intervenants doivent respecter en matière de santé, sécurité, hygiène et respect de l'environnement. Il assure également en tant que de besoin la formation du personnel, notamment celui du Prestataire, sur les règles propres à son site, avant toute intervention sur site. Le Client sera responsable de tout dommage corporel, matériel ou immatériel, consécutif ou non-

consécutif, résultant des événements mentionnés au présent paragraphe et qui n'aurait pas été mentionné au Prestataire.

Lorsque les Prestations consistent à mesurer, relever voire analyser ou traiter des sols pollués, le Prestataire a l'obligation de prendre les mesures nécessaires pour protéger son personnel dans la réalisation desdites Prestations, sur la base des données fournies par le Client.

Les forages et investigations de sols et sous-sols peuvent par nature entraîner des dommages sur le site en ce compris tout chemin d'accès, en particulier sur la végétation, les cultures et les ouvrages existants, sans qu'il y ait négligence ou faute de la part du Prestataire. Ce dernier n'est en aucun cas tenu de remettre en état ou réparer ces dégâts, sauf si la remise en état et/ou les réparations font partie des Prestations, et n'est en aucun cas tenu d'indemniser le Client ou les tiers pour lesdits dommages inhérents à la réalisation des Prestations.

#### 8. Implantation, nivellement des sondages

À l'exception des cas où l'implantation des sondages fait partie des Prestations à réaliser par le Prestataire, ce dernier est exonéré de toute responsabilité dans les événements consécutifs à ladite implantation et est tenu indemne des conséquences liées à la décision d'implantation, tels que notamment, sans que cela ne soit exhaustif, le retard de réalisation, les surcoûts et/ou la perte de forage. Les Prestations ne comprennent 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.

#### 9. Hydrogéologie - Géotechnique

**9.1** Les niveaux d'eau indiqués dans le rapport final d'exécution des Prestations correspondent uniquement aux niveaux relevés au droit des sondages exécutés et au moment précis du relevé. 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 et Prestations. Seule une étude hydrogéologique spécifique permet de déterminer les amplitudes de variation de ces niveaux et les PHEC (Plus Hautes Eaux Connues).

**9.2** 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 inhérentes 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 et de bien d'autres facteurs telle que la variation latérale de faciès. 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 à titre d'exemple 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.

**9.3** 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 Prestations 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. Pollution - dépollution

Lorsque l'objet de la Prestation est le diagnostic ou l'analyse de la pollution de sols et/ou sous-sols, ou l'assistance à la maîtrise d'œuvre ou la maîtrise d'œuvre de prestations de dépollution, le Client devra désigner un coordonnateur de Sécurité et de Protection de la Santé sur le site (SPS), assister le Prestataire pour l'obtention des autorisations nécessaires auprès des autorités compétentes, fournir au Prestataire toute information (notamment visite sur site, documents et échantillons) nécessaire à l'obtention des Certificats d'Acceptation Préalable de Déchets ainsi que pour l'obtention des autorisations nécessaires au transport, au traitements et à l'élimination des terres, matériaux, effluents, rejets, déchets, et plus généralement de toute substance polluante.

Sauf s'il s'agit de l'objet des Prestations tel que précisé au devis, notre devis est réalisé sur la base d'un site sur lequel il n'existe aucun danger potentiel lié à la présence de produits radioactifs.

Les missions d'assistance à maîtrise d'œuvre ou de maîtrise d'œuvre seront exercées conformément à l'objectif de réhabilitation repris dans le devis. À défaut d'une telle définition d'objectif, ces missions ne pourront commencer.

#### 11. Rapport de mission, réception des Prestations par le Client

Sauf disposition contraire du Contrat et sous réserve des présentes conditions générales, la remise du dernier document à fournir dans le cadre des Prestations marque la fin de la réalisation des Prestations. La fin de la réalisation des Prestations sur site du Client est marquée par le départ autorisé du personnel du Prestataire du site. L'approbation du dernier document fourni dans le cadre des Prestations doit intervenir au plus tard deux semaines après sa remise au Client. À défaut de rejet explicite et par écrit par le Client dans ce délai, le document sera considéré comme approuvé. L'émission de commentaires ne vaut pas rejet et n'interrompt pas le délai d'approbation. Le Prestataire répondra aux commentaires dans les dix (10) jours de leur réception. À défaut de rejet explicite et par écrit par le Client dans les cinq (5) jours de la réception des réponses aux commentaires ou du document modifié, le document sera considéré comme approuvé. Si le Client refuse le document et que le document n'est toujours pas approuvé deux (2) mois après sa remise initiale, les Parties pourront mettre en œuvre le processus de règlement des litiges tel que défini au Contrat. À défaut de mise en œuvre de ce processus, le rapport sera considéré comme approuvé définitivement trois mois après la date de sa remise initiale au Client.

#### 12. Réserve de propriété, confidentialité

Les coupes de sondages, plans et documents établis par le Prestataire dans le cadre des Prestations ne peuvent être utilisés, publiés ou reproduits par des tiers sans son autorisation. Le Client ne peut pas les utiliser pour d'autres ouvrages sans accord écrit préalable exprès du Prestataire. Le Client s'engage à maintenir confidentielle et à ne pas utiliser pour tout autre objectif que celui prévu au Contrat ou pour le compte de tiers, toute information se rapportant au savoir-faire, techniques et données du Prestataire, que ces éléments soient brevetés ou non, dont le Client a pu avoir connaissance au cours des Prestations ou qui ont été acquises ou développées par le Prestataire au cours du Contrat, sauf accord préalable écrit exprès du Prestataire.

#### 13. Propriété Intellectuelle

Si dans le cadre du Contrat, le Prestataire met au point, développe ou utilise une nouvelle technique, celle-ci est et/ou reste sa propriété exclusive. Le Prestataire est libre de déposer tout brevet s'y rapportant. Le Prestataire est titulaire des droits d'auteur et de propriété sur les résultats et/ou données compris, relevés ou utilisés dans les ou, au cours des, Prestations et/ou développés, générés, compilés et/ou traités dans le cadre du Contrat. Le Prestataire concède au Client, sous réserve qu'il remplisse ses obligations au titre du Contrat, un droit non exclusif de reproduction des documents remis dans le cadre des Prestations pour la seule utilisation des besoins de l'exploitation, la maintenance et l'entretien du site Client concerné.

En cas de reproduction des documents remis par le Prestataire dans le cadre des Prestations, le Client s'engage à indiquer la source en portant sur tous les documents diffusés intégrant lesdits documents du Prestataire, quelle que soit leur forme, la mention suivante en caractères apparents : « *source originelle : Groupe Fondasol – date du document : JJJ/MM/AAAA* » sans que ces mentions ne puissent être interprétées comme une quelconque garantie donnée par le Prestataire. Le Client s'engage à ce que tout tiers à qui il aurait été dans l'obligation de remettre l'un ou les documents, se conforme à l'obligation de citation de la source originelle telle que prévue au présent article.

#### 14. Modifications du contenu des Prestations 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 du devis. Des conditions imprévisibles par le Prestataire au moment de l'établissement du devis touchant à la géologie et éléments de terrains et découvertes imprévues, aux hypothèses de travail, au projet et à son environnement, à la législation et aux règlements, à des événements imprévus, survenant au cours de la réalisation des Prestations (l'ensemble désigné par les « Imprévus ») pourront conduire le Prestataire à proposer au Client un ou des avenant(s) avec notamment application des prix du bordereau du devis, ou en leur absence, de nouveau prix raisonnables et des délais de réalisation mis à jour. À défaut d'un refus écrit exprès du Client dans un délai de sept (7) jours à compter de la réception de la proposition d'avenant ou de modification des Prestations, ledit avenant ou modification des Prestations devient pleinement effectif et le Prestataire est donc rémunéré du prix de cet avenant ou de cette modification des Prestations, en sus. En cas de refus écrit exprès du Client, le Prestataire est en droit de suspendre immédiatement l'exécution des Prestations jusqu'à confirmation écrite expresse du Client des modalités pour traiter de ces Imprévus et accord des deux Parties sur lesdites modalités. Les Prestations réalisées à cette date sont facturées et rémunérées intégralement, sans que le Client ne puisse faire état d'un préjudice. Le temps d'immobilisation du personnel du Prestataire est rémunéré selon le prix unitaire indiqué dans le bordereau de prix du devis. Dans l'hypothèse où le Prestataire notifie qu'il est dans l'impossibilité d'accepter les modalités de traitement des Imprévus telles que demandées par le Client, ce dernier aura le droit de résilier le Contrat selon les termes prévus à l'article 19.2 (Résiliation).

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

Le rapport de fin de mission, quel que soit son nom, constitue une synthèse des Prestations telle que définie au Contrat. Ce rapport et ses annexes forment un ensemble indissociable. Toute interprétation, reproduction partielle ou totale, ou utilisation par un autre maître de l'ouvrage, un autre constructeur ou maître d'œuvre, ou conseil desdits maître d'ouvrage, constructeur ou maître d'œuvre pour un projet différent de celui objet du Contrat est interdite et ne saurait en aucun cas engager la responsabilité du Prestataire à quelque titre que ce soit. La responsabilité du Prestataire ne saurait être engagée en dehors du cadre de la mission objet du rapport. Toute modification apportée au projet, au site, à l'ouvrage et/ou à son environnement non révélé expressément au Prestataire lors de la réalisation des Prestations ou dont il lui a été demandé de ne pas tenir compte, rend le rapport caduc, dégage la responsabilité du Prestataire et engage celle du Client. Le Client doit faire actualiser le dernier rapport émis dans le cadre du Contrat en cas d'ouverture du chantier (pour lequel le rapport a été émis) plus d'un an après remise dudit rapport. 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.

#### 16. Force Majeure

Le Prestataire ne sera pas responsable, de quelque manière que ce soit, de la non-exécution ou du retard d'exécution de ses obligations à la suite d'un événement de Force majeure. La Force Majeure sera définie comme un événement qui empêche l'exécution totale ou partielle du Contrat et qui ne peut être surmonté en dépit des efforts raisonnables de la part de la Partie affectée, qui lui est extérieure. La Force Majeure inclura, notamment les événements suivants: catastrophes naturelles ou climatiques, pénurie de main d'œuvre qualifiée ou de matières premières, incidents majeurs affectant la production des agents ou sous-traitants du Prestataire, actes de guerre, de terrorisme, sabotages, embargos, insurrections, émeutes ou atteintes à l'ordre public.

Tout événement de Force Majeure sera notifié par écrit à l'autre Partie dès que raisonnablement possible. Si l'événement de Force Majeure se poursuit pendant plus de deux (2) mois et que les Parties ne se sont pas mises d'accord sur les conditions de poursuite du Contrat, l'une ou l'autre des Parties aura le droit de résilier le Contrat, sur préavis écrit d'au moins trente (30) jours adressé à l'autre Partie, auquel cas la stipulation de la clause de Résiliation du Contrat s'appliquera.

Quand l'événement de Force Majeure aura cessé de produire ses effets, le Prestataire reprendra l'exécution des obligations affectées dès que possible. Le délai de réalisation sera automatiquement prolongé d'une période au moins équivalente à la durée réelle des effets de l'événement de Force Majeure. Tous frais supplémentaires raisonnablement engagés par le Prestataire suite à l'événement de Force Majeure seront remboursés par le Client au Prestataire contre présentation de la preuve de paiement associée et de la facture correspondante.

#### 17. Conditions de paiement, acompte, retenue de garantie

Aucune retenue de garantie n'est appliquée sur les paiements des Prestations.

Dans le cas où le Contrat nécessite une intervention d'une durée supérieure à un mois, des factures mensuelles intermédiaires sont établies et envoyées par le Prestataire pour paiement par le Client. Les paiements interviennent à réception et sans escompte. L'acompte dont le montant est défini dans les conditions particulières du devis est déduit de la facture ou décompte final(e).

En cas de sous-traitance par le Client au Prestataire 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.

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 sera exigible sans qu'un rappel ou mise en demeure 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 €.

Si la carence du Client rend nécessaire un recouvrement contentieux, le Client s'engage à payer, en sus du principal, des frais, dépens et émoluments ordinairement et légalement à sa charge et des dommages-intérêts éventuels, une indemnité fixée à 15% du montant TTC de la créance avec un minimum de 500 euros. Cette indemnité est due de plein droit, sans mise en demeure préalable, du seul fait du non-respect de la date de paiement. Les Parties reconnaissent expressément qu'elle constitue une évaluation raisonnable de l'indemnité de recouvrement et de l'indemnisation des frais de recouvrement.

Un désaccord quelconque dans le cadre de l'exécution des Prestations ne saurait en aucun cas constituer un motif de non-paiement des Prestations réalisées et non soumises à contestation précise et documentée. La compensation est formellement exclue. En conséquence, le Client s'interdit de déduire le montant des préjudices qu'il allègue du prix des Prestations facturé ou de retenir les paiements.

#### 18. Suspension

L'exécution du Contrat ne peut être suspendue par le Prestataire que dans les cas suivants :

- (i) En cas d'Imprévus,
- (ii) En cas de violation par le Client d'une ou plusieurs de ses obligations contractuelles,
- (iii) En cas de Force Majeure.

Quand l'un des événements mentionnés ci-dessus se produit, le Prestataire a le droit de notifier au Client son intention de suspendre l'exécution du Contrat. Dans ce cas, le délai de réalisation sera prolongé d'une période équivalente à la durée de cette suspension et tous les frais associés engagés par le Prestataire suite à cette suspension seront remboursés par le Client contre présentation des preuves de paiement associées, en ce compris l'indemnité d'immobilisation au taux prévu au devis. Le Prestataire peut soumettre la reprise des obligations suspendues au remboursement par le Client au Prestataire des sommes mentionnées ci-dessus.

Si l'exécution du Contrat est suspendue pendant une période de plus de deux (2) mois, le Prestataire aura le droit de résilier le Contrat immédiatement sur préavis écrit d'au moins trente (30) jours, auquel cas les stipulations de l'article « Résiliation » (19.2 et suivants) du Contrat s'appliqueront. À partir du moment où les obligations du Prestataire ou le Contrat sont suspendus pendant une durée égale ou supérieure à deux (2) mois, les Prestations seront considérées comme finies et acceptées par le Client.

## 19. Résiliation

Toute procédure de résiliation est obligatoirement précédée d'une tentative de négociation et résolution amiable du différend.

### 19.1 Résiliation pour manquement

Si l'une des Parties commet une violation substantielle du Contrat, l'autre Partie peut demander, par écrit, que la Partie défaillante respecte les conditions du Contrat. Si dans un délai de trente (30) jours, ou dans un autre délai dont les Parties auront convenu, après la réception de cette demande, la Partie défaillante n'a pas pris de mesures satisfaisantes pour respecter le Contrat, la Partie non défaillante peut, sans préjudice de l'exercice des autres droits ou recours dont elle peut disposer, résilier le Contrat en remettant à la Partie défaillante une notification écrite à cet effet.

### 19.2 Résiliation pour insolvabilité ou événement similaire ou après suspension prolongée

Si l'une ou l'autre des Parties est en état de cessation des paiements ou devient incapable de répondre à ses obligations financières, ou après une suspension supérieure à deux (2) mois, l'autre Partie peut, sans préjudice de l'exercice des autres droits ou recours dont elle peut disposer, résilier le Contrat en remettant à la première Partie une notification à cet effet. Cette résiliation entrera en vigueur à la date où ladite notification de résiliation est reçue par la première Partie.

### 19.3 Indemnisation pour résiliation

En cas de résiliation du Contrat en totalité ou en partie par le Client ou le Prestataire, conformément aux stipulations des Articles 19.1 ou 19.2, le Client paiera au Prestataire :

- Le solde du prix des Prestations exécutées conformément au Contrat, à la date de résiliation non encore payées, et
- Les coûts réellement engagés par le Prestataire jusqu'à la date de résiliation pour la réalisation des Prestations y compris si certaines Prestations ne sont pas terminées,
- les coûts engagés par le Prestataire suite à la résiliation, y compris, mais sans s'y limiter, tous les frais liés à l'annulation de ses contrats de sous-traitance ou de ses contrats avec ses propres fournisseurs et les frais engagés pour toute suspension prolongée (le cas échéant), et
- un montant raisonnable pour compenser les frais administratifs et généraux du Prestataire du fait de la résiliation, qui ne sera en aucun cas inférieur à quinze (15) pour cent du prix des Prestations restant à effectuer à la date de résiliation.

En cas de résiliation du Contrat due à un événement de Force Majeure conformément à l'Article 16, le Client paiera au Prestataire les montants mentionnés aux alinéas (i), (ii) et (iii) ci-dessus et tous les autres frais raisonnables engagés par le Prestataire suite à l'événement de Force Majeure et à la suspension associée.

### 19.4 Effets de la résiliation

La résiliation du Contrat en totalité ou en partie, pour quelque raison que ce soit, n'affectera pas les stipulations du présent article et des articles concernant la propriété intellectuelle, la confidentialité, la limitation de responsabilité, le droit applicable et le règlement des différends.

## 20. Répartition des risques, responsabilités

**20.1** 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. Le devoir de conseil du Prestataire vis-à-vis du Client ne s'exerce que dans les domaines de compétence requis pour l'exécution des Prestations spécifiquement confiées. Tout élément nouveau connu du Client après la fin de la réalisation des Prestations doit être communiqué au Prestataire qui pourra, le cas échéant, proposer la réalisation d'une prestation complémentaire. À défaut de communication des éléments nouveaux ou d'acceptation de la prestation 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 des données obtenues par prélèvements ou essais ponctuels sur le site objet des Prestations possède une représentativité limitée et donc incertaine par rapport à l'ensemble du site pour lequel elles seraient extrapolées.

**20.2** Le Prestataire est responsable des dommages qu'il cause directement par l'exécution de ses Prestations, dans les conditions et limites du Contrat. À ce titre, il est responsable de ses Prestations dont la défectuosité lui est imputable. Nonobstant toute clause contraire dans le Contrat ou tout autre document, la responsabilité totale et cumulée du Prestataire au titre du ou en relation avec le Contrat sera plafonnée au prix total HT du Contrat et à dix mille (10 000) euros pour tout Contrat dont le prix HT serait inférieur à ce montant, quel que soit le fondement de la responsabilité (contractuelle, délictuelle, garantie, légale ou autre). Nonobstant toute clause contraire dans le Contrat ou tout autre document, il est expressément convenu que le Prestataire ne sera pas responsable des dommages immatériels consécutifs et/ou non-consécutifs à un dommage matériel et ne sera pas responsable des dommages 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, que ceux-ci soient considérés directs ou non.

**20.3** Le Prestataire sera garanti et indemnisé en totalité par le Client contre tous recours, demandes, actions, procédures, recherches en responsabilité de toute nature de la part de tiers au Contrat à l'encontre du Prestataire du fait des Prestations.

## 21. Assurances

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-I du Code des assurances. **À ce titre et en toute hypothèse y compris pour les ouvrages non soumis à obligation d'assurance, 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€ HT doivent faire l'objet d'une déclaration auprès du Prestataire.** 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. Au-delà de 15 M€ HT de valeur de l'ouvrage, 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. Le Client prendra en charge toute éventuelle sur-cotisation qui serait demandée au Prestataire par rapport aux conditions de base de son contrat d'assurance. Par ailleurs, les ouvrages de caractère exceptionnel, voire inhabituels sont exclus du contrat d'assurance en vigueur et doivent faire l'objet d'une cotation particulière. À défaut de respecter ces engagements, le Client en supportera les conséquences financières. Le maître d'ouvrage est tenu d'informer le Prestataire de la DOC (déclaration d'ouverture de chantier).

Toutes les conséquences financières d'une déclaration insuffisante quant au coût de l'ouvrage seront supportées par le Client.

## 22. Changement de lois

Si à tout moment après la date du devis du Prestataire au Client, une loi, un règlement, une norme ou une méthode entre en vigueur ou change, et si cela augmente le coût de réalisation des Prestations, ou si cela affecte plus généralement l'une des conditions du Contrat, tel que, mais sans que ce ne soit limitatif, le délai de réalisation ou les garanties, le prix du Contrat sera ajusté en fonction de l'augmentation des coûts subie par le Prestataire du fait de ce changement et supporté par le Client. Les autres conditions du Contrat affectées seront ajustées de bonne foi pour refléter ce/ces changement(s).

## 23. Interprétation, langue

En cas de contradiction ou de conflit entre les termes des différents documents composant le Contrat tel qu'indiqué en article 1, les documents prévalent l'un sur l'autre dans l'ordre dans lequel ils sont énoncés audit article 1. Sauf clause contraire spécifique dans le devis, tout rapport et/ou document objet des Prestations sera fourni en français. Les titres des articles des présentes conditions générales n'ont aucune valeur juridique ni interprétative.

## 24. Cessibilité de Contrat, non-renonciation

Le Contrat ne peut être cédé, en tout ou en partie, par le Client ou le Prestataire à un tiers sans le consentement exprès, écrit, préalable de l'autre Partie. La sous-traitance par le Prestataire n'est pas considérée comme une cession au titre du présent article. Le fait que le Prestataire ne se prévale pas à un moment donné de l'une quelconque des stipulations du Contrat et/ou tolère un manquement par le Client à l'une quelconque des obligations visées dans le Contrat ne peut en aucun cas être interprété comme valant renonciation par le Prestataire à se prévaloir ultérieurement de l'une quelconque desdites stipulations.

## 25. Divisibilité

Si une stipulation du Contrat est jugée par une autorité compétente comme nulle et inapplicable en totalité ou en partie, la validité des autres stipulations du Contrat et le reste de la stipulation en question n'en sera pas affectée. Le Client et le Prestataire remplaceront cette stipulation par une stipulation aussi proche que possible de la stipulation rendue invalide, produisant les mêmes effets juridiques que ceux initialement prévus par le Client et le Prestataire.

## 26. Litiges - Attribution de juridiction

LE PRÉSENT CONTRAT EST SOUMIS AU DROIT FRANÇAIS ET TOUT LITIGE RELATIF AUDIT CONTRAT (SA VALIDITÉ, SON INTERPRÉTATION, SON EXISTENCE, SA RÉALISATION, DÉFECTUEUSE OU TOTALE, SON EXPIRATION OU SA RÉSILIATION NOTAMMENT) SERA SOUMIS EXCLUSIVEMENT AU DROIT FRANÇAIS.

À DÉFAUT D'ACCORD AMIABLE DANS UN DÉLAI DE 30 JOURS SUIVANT L'ENVOI D'UNE CORRESPONDANCE FAISANT ÉTAT D'UN DIFFÉREND, TOUT LITIGE SERA SOUMIS POUR RÉSOLUTION AUX JURIDICTIONS DU RESSORT DU SIÈGE SOCIAL DU PRESTATAIRE QUI SONT SEULES COMPÉTENTES, ET AUXQUELLES LES PARTIES ATTRIBUENT COMPÉTENCE EXCLUSIVE, MÊME EN CAS DE DEMANDE INCIDENTE OU D'APPEL EN GARANTIE OU DE PLURALITÉ DE DÉFENDEURS. LA LANGUE DU CONTRAT ET DE TOUT RÈGLEMENT DES LITIGES EST LE FRANÇAIS.

NOVEMBRE 2018

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

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

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

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

Classification des missions d'ingénierie géotechnique en page suivante

Février 2014



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

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

## ETAPE 1 : ETUDE GEOTECHNIQUE PREALABLE (G1)

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

### Phase Étude de Site (ES)

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

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

### Phase Principes Généraux de Construction (PGC)

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

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

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

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

### Phase Avant-projet (AVP)

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

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

### Phase Projet (PRO)

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

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

### Phase DCE / ACT

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

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

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

### ETUDE ET SUIVI GEOTECHNIQUES D'EXECUTION (G3)

Cette mission permet de réduire les risques géotechniques résiduels par la mise en

œuvre à temps de mesures correctives d'adaptation ou d'optimisation. Elle est confiée à l'entrepreneur sauf disposition contractuelle contraire, sur la base de la phase G2 DCE/ACT. Elle comprend deux phases interactives:

#### Phase Étude

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

#### Phase Suivi

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

## SUPERVISION GEOTECHNIQUE D'EXECUTION (G4)

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

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

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

### Phase Supervision du suivi d'exécution

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

## A TOUTES ETAPES : DIAGNOSTIC GEOTECHNIQUE (G5)

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

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

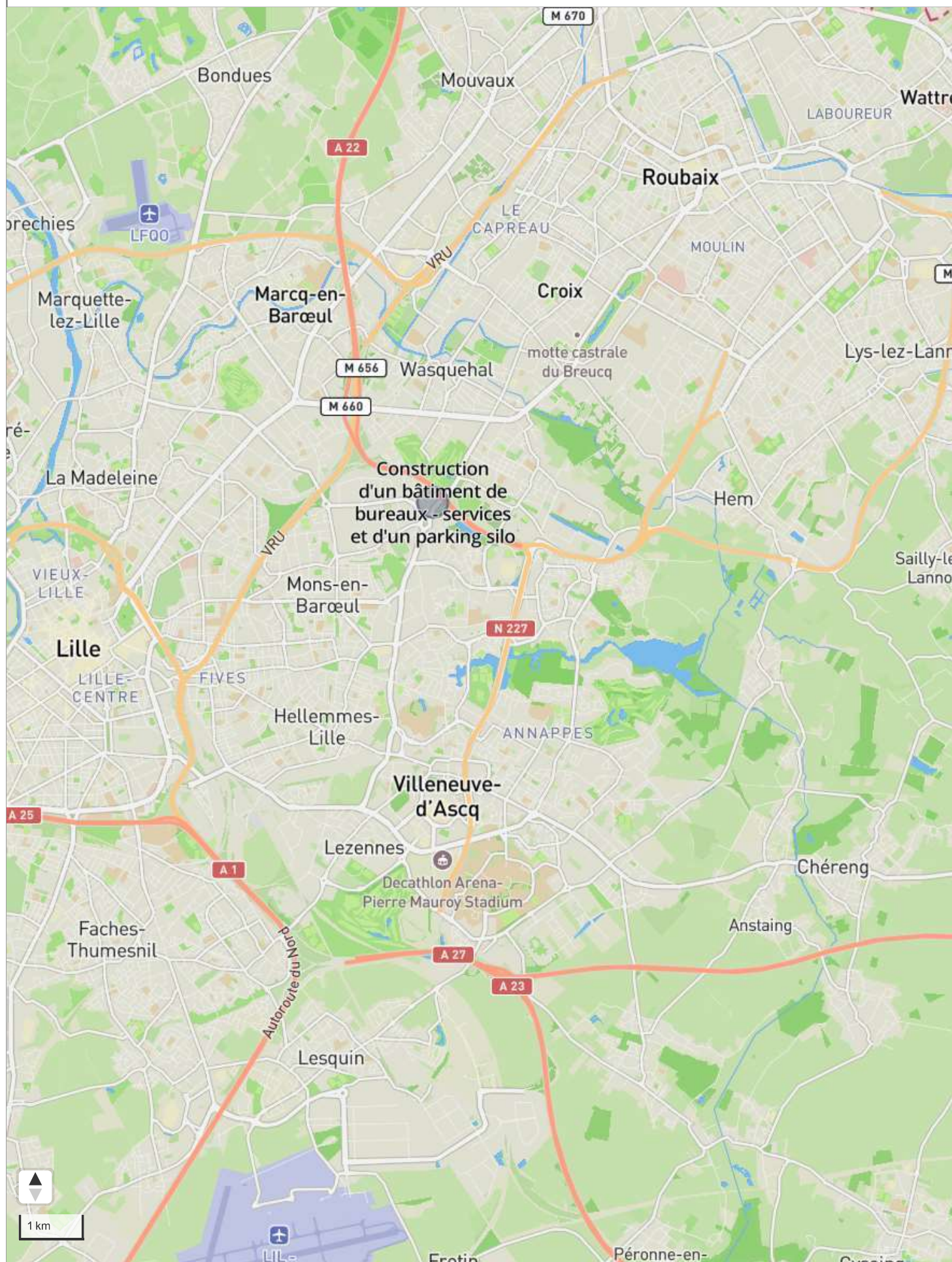
Si ce diagnostic conduit à modifier une partie du projet ou à réaliser des travaux sur l'ouvrage existant, des études géotechniques de conception et/ou d'exécution ainsi qu'un suivi et une supervision géotechniques seront réalisés ultérieurement, conformément à l'enchaînement des missions d'ingénierie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

Février 2014



## 4. PLANS DE SITUATION

**PLAN DE LOCALISATION**





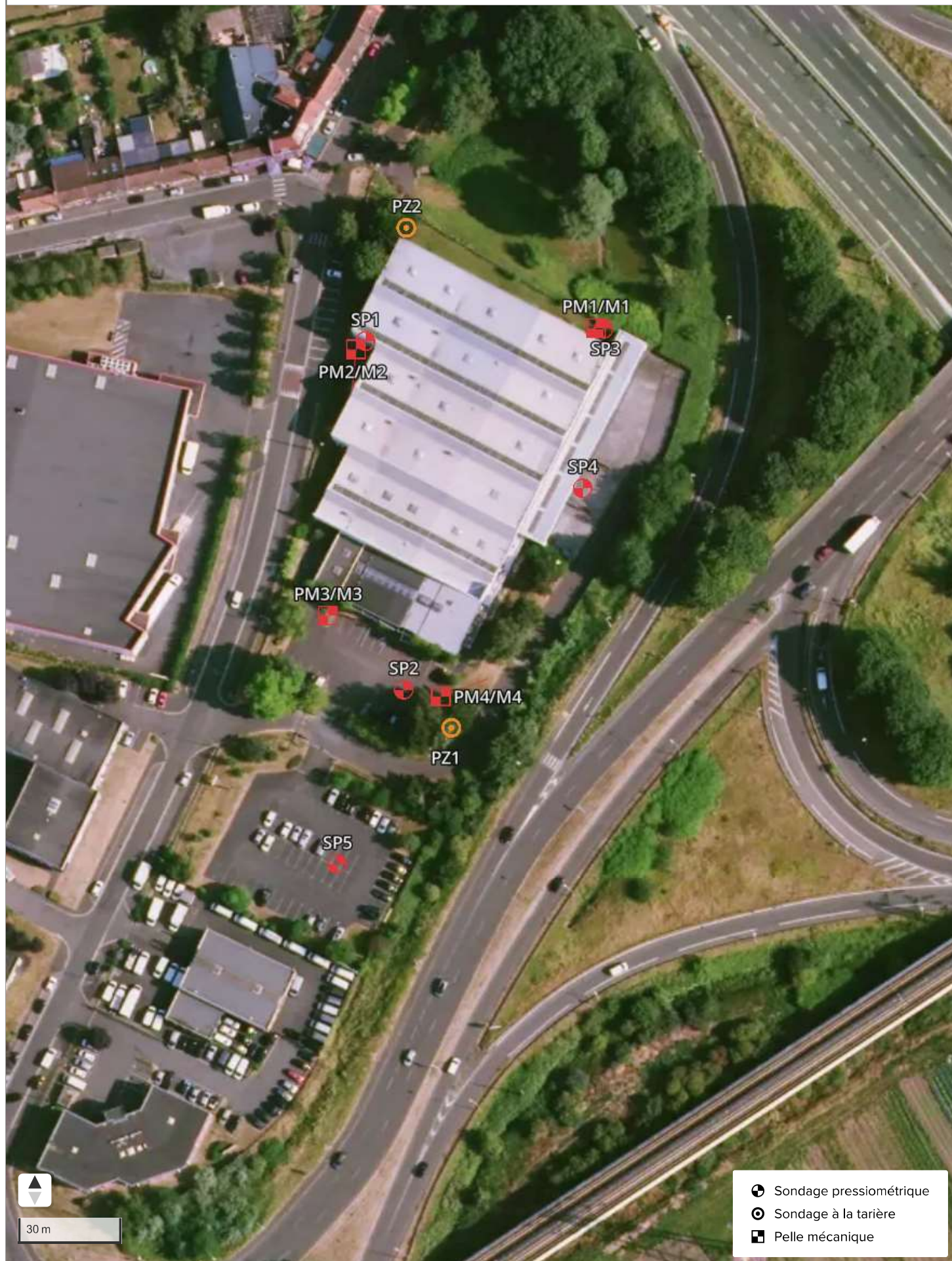
PLAN DE LOCALISATION





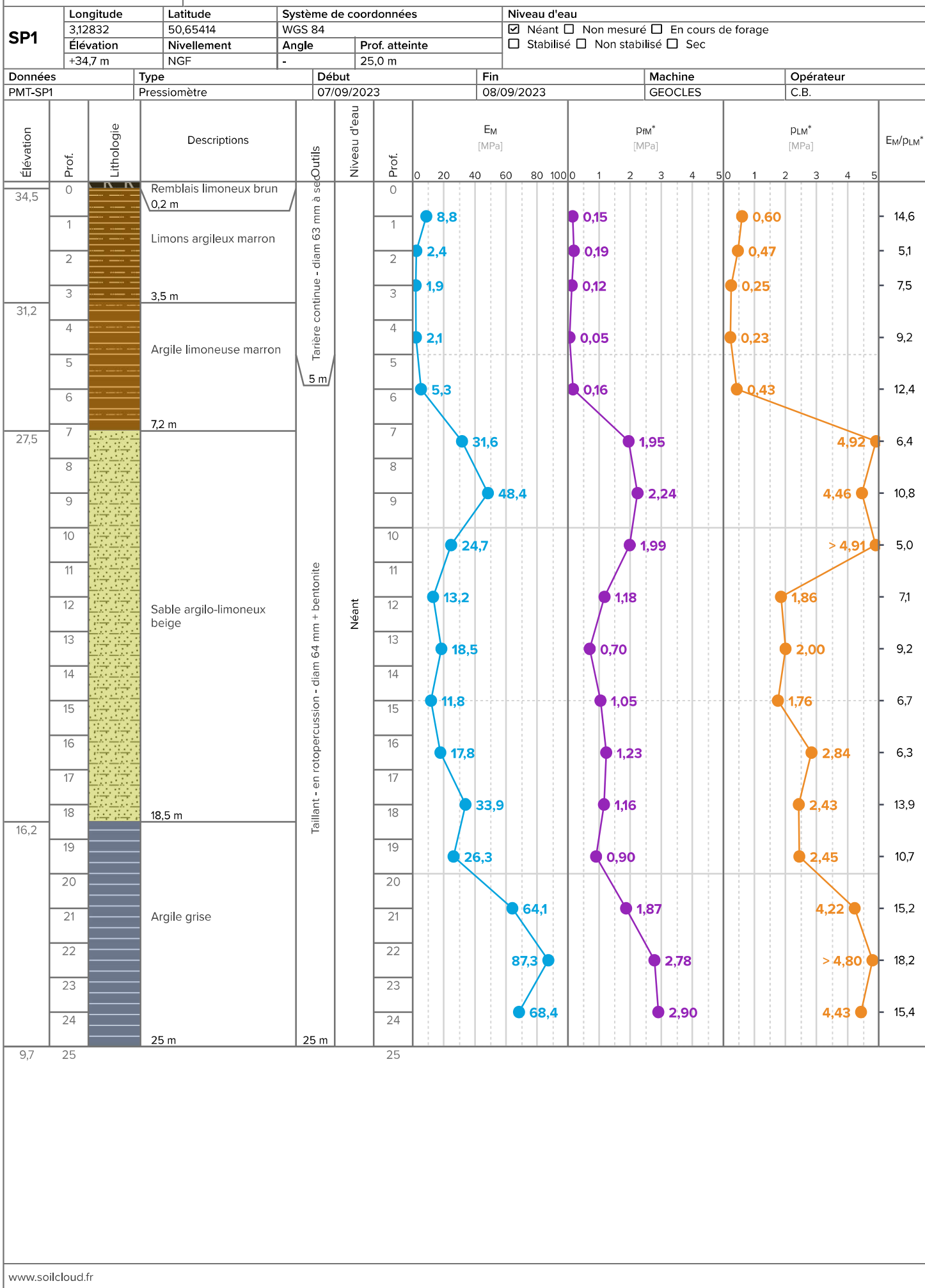
## 5. PLAN DE REPERAGE DES SONDAGES

PLAN D'IMPLANTATION

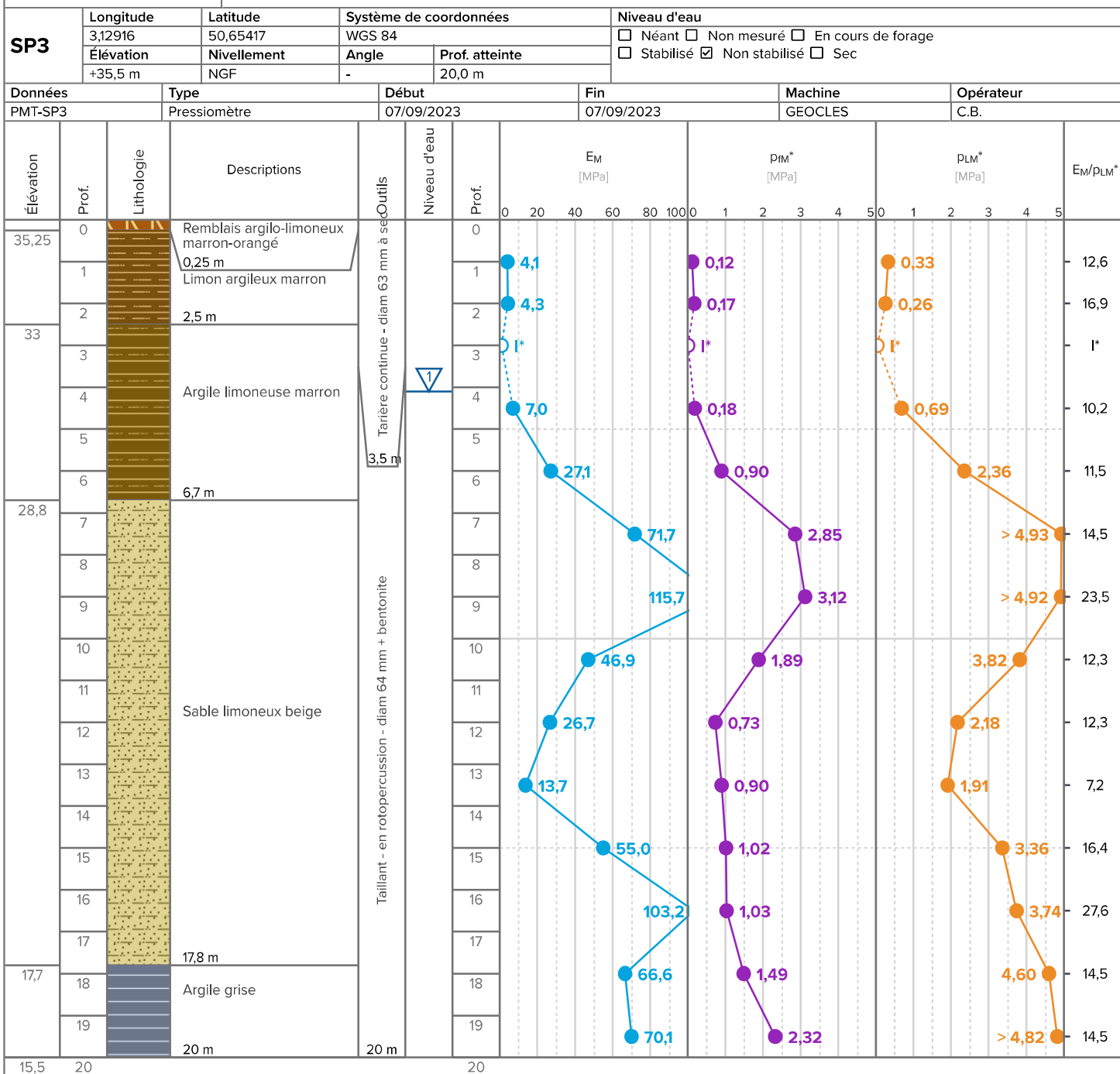




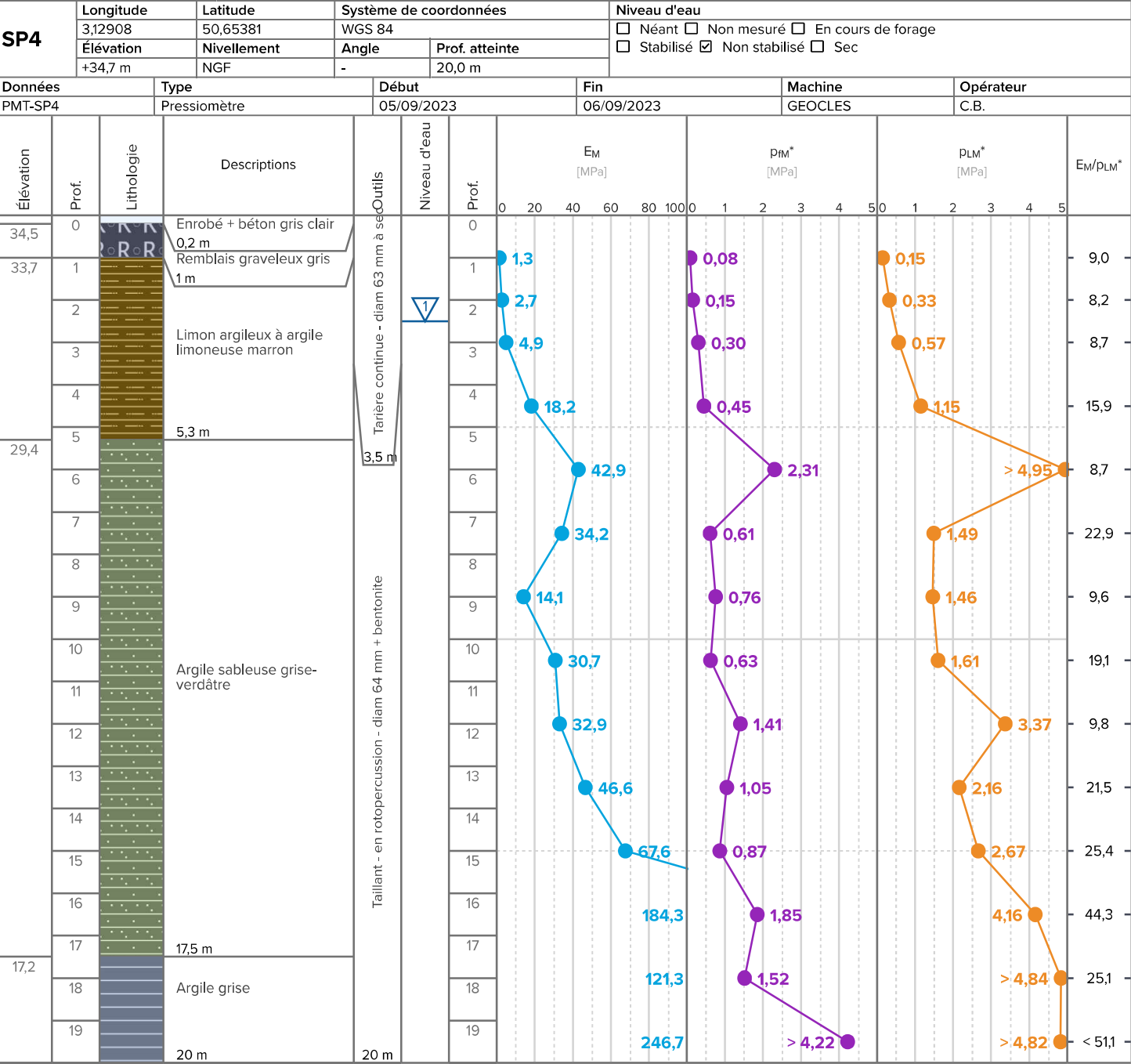
## **6. COUPES ET RESULTATS DES SONDAGES PRESSIOMETRIQUES**



| SP2       | Longitude |                     | Latitude                                     |                                                          | Système de coordonnées |            | Niveau d'eau                                                                                                   |              |                                                                                                                   |           |  |  |  |  |
|-----------|-----------|---------------------|----------------------------------------------|----------------------------------------------------------|------------------------|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|--|--|--|--|
|           | 3,12846   |                     | 50,65336                                     |                                                          | WGS 84                 |            | <input type="checkbox"/> Néant <input type="checkbox"/> Non mesuré <input type="checkbox"/> En cours de forage |              |                                                                                                                   |           |  |  |  |  |
|           | Élévation |                     | Nivellement                                  |                                                          | Angle                  |            | Prof. atteinte                                                                                                 |              | <input type="checkbox"/> Stabilisé <input checked="" type="checkbox"/> Non stabilisé <input type="checkbox"/> Sec |           |  |  |  |  |
|           |           | +35,2 m             |                                              | NGF                                                      |                        | -          |                                                                                                                | 25,0 m       |                                                                                                                   |           |  |  |  |  |
| Données   |           | Type                |                                              | Début                                                    |                        | Fin        |                                                                                                                | Machine      |                                                                                                                   | Opérateur |  |  |  |  |
| PMT-SP2   |           | Pressiomètre        |                                              | 30/08/2023                                               |                        | 30/08/2023 |                                                                                                                | GEOCLES      |                                                                                                                   | C.B.      |  |  |  |  |
| Élévation | Prof.     | Lithologie          | Descriptions                                 | Outils                                                   | Niveau d'eau           | Prof.      | Em<br>[MPa]                                                                                                    | Pm*<br>[MPa] | PLM*<br>[MPa]                                                                                                     | Em/PLM*   |  |  |  |  |
|           | 0         |                     | Enrobé gris clair<br>0,05 m                  | Tarière continue - diam 63 mm à sec                      |                        | 0          |                                                                                                                |              |                                                                                                                   |           |  |  |  |  |
| 34,8      | 1         |                     | Remblais gravo-<br>caillouteux gris<br>0,4 m |                                                          |                        | 1          | 8,4                                                                                                            | 0,15         | 0,46                                                                                                              | 18,4      |  |  |  |  |
|           | 2         |                     | Limon argileux marron<br>2,3 m               |                                                          |                        | 2          | 3,6                                                                                                            | 0,08         | 0,26                                                                                                              | 13,9      |  |  |  |  |
| 32,9      | 3         |                     | Limons argileux marron<br>clair              |                                                          |                        | 3          | 2,0                                                                                                            | 0,15         | 0,25                                                                                                              | 7,8       |  |  |  |  |
|           | 4         |                     | 4,7 m                                        |                                                          |                        | 4          | 2,8                                                                                                            | 0,21         | 0,45                                                                                                              | 6,2       |  |  |  |  |
| 30,5      | 5         |                     | Argile sableuse marron<br>clair              | Tarière - en rotopercussion - diam 64 mm + bémol<br>11 m | 5                      |            |                                                                                                                |              |                                                                                                                   |           |  |  |  |  |
|           | 6         |                     | 6,1 m                                        |                                                          | 6                      | 9,7        | 0,69                                                                                                           | 1,41         | 6,9                                                                                                               |           |  |  |  |  |
| 29,1      | 7         | Sable gris-verdâtre |                                              |                                                          | 7                      | 57,3       | 2,18                                                                                                           | > 4,93       | 11,6                                                                                                              |           |  |  |  |  |
|           | 8         |                     |                                              |                                                          | 8                      |            |                                                                                                                |              |                                                                                                                   |           |  |  |  |  |
|           | 9         |                     |                                              |                                                          | 9                      | 71,8       | 2,77                                                                                                           | > 4,92       | 14,6                                                                                                              |           |  |  |  |  |
|           | 10        |                     |                                              |                                                          | 10                     | 20,7       | 0,91                                                                                                           | 2,64         | 7,9                                                                                                               |           |  |  |  |  |
|           | 11        |                     |                                              |                                                          | 11                     |            |                                                                                                                |              |                                                                                                                   |           |  |  |  |  |
|           | 12        |                     |                                              |                                                          | 12                     | 64,4       | 2,99                                                                                                           | > 4,92       | 13,1                                                                                                              |           |  |  |  |  |
|           | 13        |                     |                                              |                                                          | 13                     | 40,3       | 1,28                                                                                                           | 2,44         | 16,5                                                                                                              |           |  |  |  |  |
|           | 14        |                     |                                              |                                                          | 14                     |            |                                                                                                                |              |                                                                                                                   |           |  |  |  |  |
|           | 15        | 15,2 m              |                                              |                                                          | 15                     | 53,3       | 1,92                                                                                                           | 3,89         | 13,7                                                                                                              |           |  |  |  |  |
| 20        | 16        | Argile grise        |                                              |                                                          | 16                     | 24,2       | 1,22                                                                                                           | 2,72         | 8,9                                                                                                               |           |  |  |  |  |
|           | 17        |                     |                                              |                                                          | 17                     |            |                                                                                                                |              |                                                                                                                   |           |  |  |  |  |
|           | 18        |                     |                                              |                                                          | 18                     | 104,1      | 3,12                                                                                                           | > 4,84       | 21,5                                                                                                              |           |  |  |  |  |
|           | 19        |                     |                                              |                                                          | 19                     |            |                                                                                                                |              |                                                                                                                   |           |  |  |  |  |
|           | 20        |                     |                                              |                                                          | 20                     | 143,8      | 3,22                                                                                                           | > 4,77       | 30,1                                                                                                              |           |  |  |  |  |
|           | 21        |                     |                                              |                                                          | 21                     | 89,7       | 1,81                                                                                                           | 4,08         | 22,0                                                                                                              |           |  |  |  |  |
|           | 22        |                     |                                              |                                                          | 22                     | 21,3       | 0,96                                                                                                           | 2,75         | 7,7                                                                                                               |           |  |  |  |  |
|           | 23        |                     |                                              |                                                          | 23                     |            |                                                                                                                |              |                                                                                                                   |           |  |  |  |  |
|           | 24        |                     |                                              |                                                          | 24                     | 204,1      | > 3,96                                                                                                         | > 4,90       | 41,7                                                                                                              |           |  |  |  |  |
| 10,2      | 25        |                     | 25 m                                         |                                                          |                        |            |                                                                                                                |              |                                                                                                                   |           |  |  |  |  |

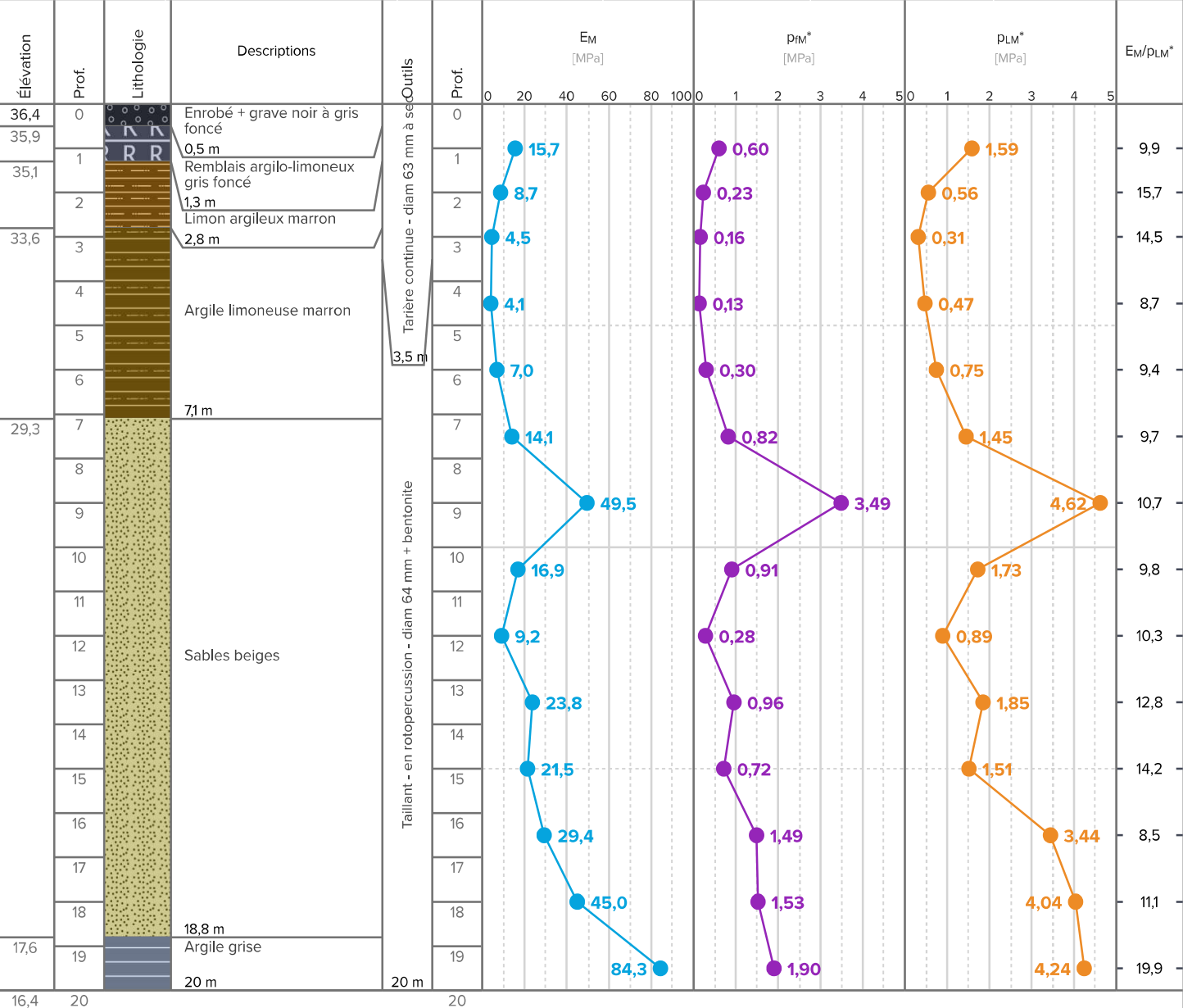






|     |           |             |                        |                |                                           |                                        |                                             |
|-----|-----------|-------------|------------------------|----------------|-------------------------------------------|----------------------------------------|---------------------------------------------|
| SP5 | Longitude | Latitude    | Système de coordonnées |                | Niveau d'eau                              |                                        |                                             |
|     | 3,12822   | 50,65297    | WGS 84                 |                | <input checked="" type="checkbox"/> Néant | <input type="checkbox"/> Non mesuré    | <input type="checkbox"/> En cours de forage |
|     | Élévation | Nivellement | Angle                  | Prof. atteinte | <input type="checkbox"/> Stabilisé        | <input type="checkbox"/> Non stabilisé | <input type="checkbox"/> Sec                |

|         |              |            |            |         |           |
|---------|--------------|------------|------------|---------|-----------|
| Données | Type         | Début      | Fin        | Machine | Opérateur |
| PMT-SP5 | Pressiomètre | 31/08/2023 | 31/08/2023 | GEOCLES | C.B.      |



## **7. COUPES LITHOLOGIQUES ET COMPTE-RENDU DES PIEZOMETRES**

[www.soilcloud.fr](http://www.soilcloud.fr)



| PZ1     | Longitude         | Latitude    | Système de coordonnées |                | Niveau d'eau                                  |                                        |                                             |
|---------|-------------------|-------------|------------------------|----------------|-----------------------------------------------|----------------------------------------|---------------------------------------------|
|         | 3,12862           | 50,65328    | WGS 84                 |                | <input type="checkbox"/> Néant                | <input type="checkbox"/> Non mesuré    | <input type="checkbox"/> En cours de forage |
|         | Élévation         | Nivellement | Angle                  | Prof. atteinte | <input checked="" type="checkbox"/> Stabilisé | <input type="checkbox"/> Non stabilisé | <input type="checkbox"/> Sec                |
|         | +36,0 m           | NGF         | -                      | 6,0 m          |                                               |                                        |                                             |
| Données | Type              | Début       |                        | Fin            | Machine                                       | Opérateur                              |                                             |
| PZO-PZ1 | Piézomètre ouvert | 28/08/2023  |                        | 28/08/2023     | GEOCLES                                       | C.B.                                   |                                             |

#### Sondage

|          |   |         |
|----------|---|---------|
| Prof.    | P | 6,0 m   |
| Diamètre | D | 90,0 mm |

#### Niveau d'eau

|                    |                |       |
|--------------------|----------------|-------|
| En cours de forage | H <sub>w</sub> | - m   |
| Après équipement   | H <sub>w</sub> | 5,1 m |

#### Tube

|                                         |                |             |
|-----------------------------------------|----------------|-------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> PVC |                |             |
| Diamètre intérieur                      | D <sub>i</sub> | 51,0 mm     |
| Diamètre extérieur                      | D <sub>e</sub> | 60,0 mm     |
| Crépines                                | De             | 2,0 à 6,0 m |
|                                         | Fente          | 0,5 mm      |

|                  |                                         |        |
|------------------|-----------------------------------------|--------|
| Développement    | <input checked="" type="checkbox"/> Non |        |
| Bouchon de fond  | <input checked="" type="checkbox"/> Oui |        |
| Hauteur hors sol | H <sub>t</sub>                          | 0,35 m |

#### Remblais

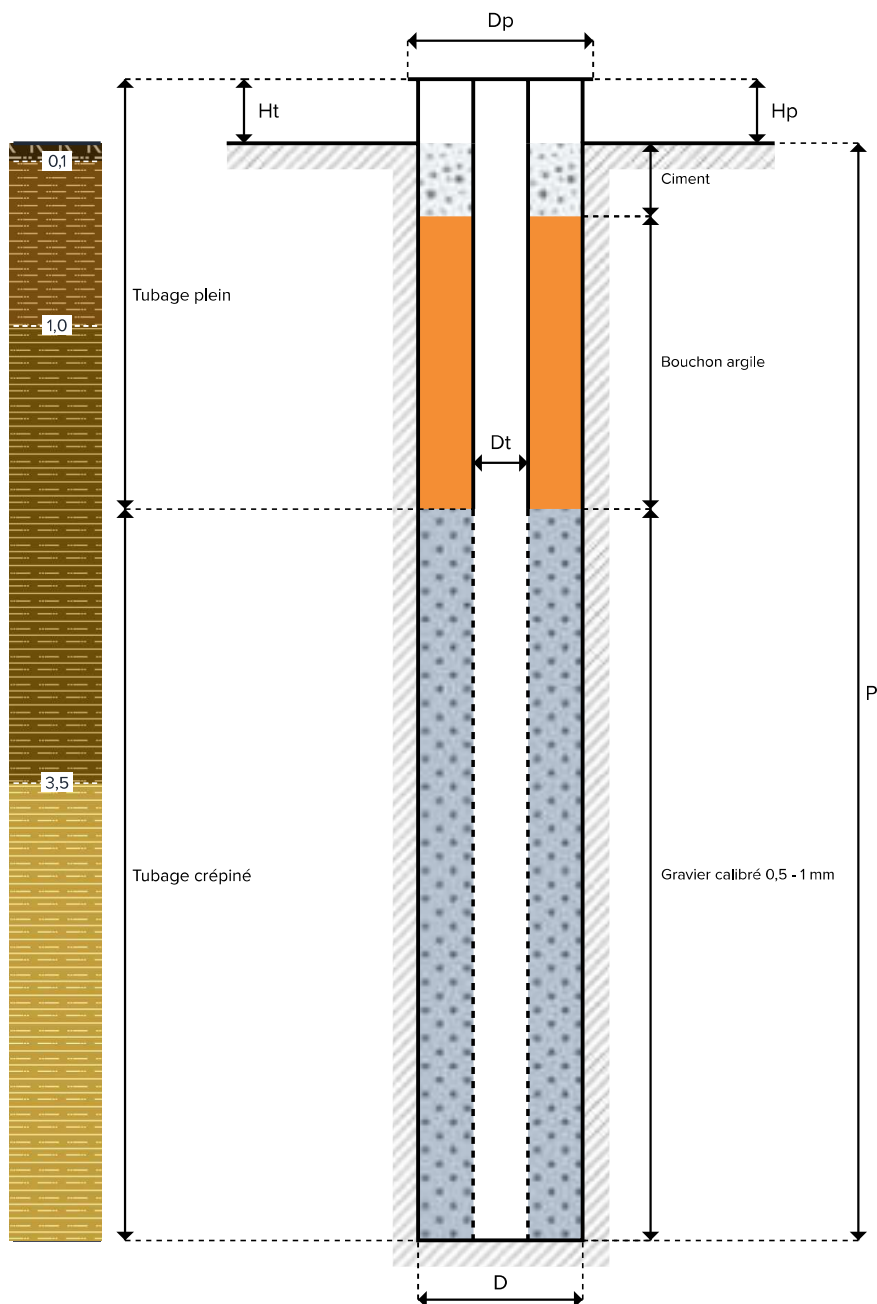
|                            |    |             |
|----------------------------|----|-------------|
| Ciment                     | De | 0,0 à 0,4 m |
| Bouchon argile             | De | 0,4 à 2,0 m |
| Gravier calibré 0,5 - 1 mm | De | 2,0 à 6,0 m |

#### Protection

|                     |                                         |         |
|---------------------|-----------------------------------------|---------|
| Tête métallique     | <input checked="" type="checkbox"/> Oui |         |
| Cadenas             | <input checked="" type="checkbox"/> Oui |         |
| Bouche à clef       | <input checked="" type="checkbox"/> Non |         |
| Regard béton        | <input checked="" type="checkbox"/> Non |         |
| Diamètre protection | D <sub>p</sub>                          | 80,0 mm |
| Hauteur hors sol    | H <sub>p</sub>                          | 0,35 m  |

#### Réception Piézomètre

|                                  |        |
|----------------------------------|--------|
| Profondeur Eau - Début réception | 0,0 m  |
| Profondeur Eau - Fin réception   | 1,0 m  |
| Durée réception                  | 10,0 h |



[www.soilcloud.fr](http://www.soilcloud.fr)

|         |                      |                    |                        |                         |                                                                                                                                                                                                                                     |           |  |
|---------|----------------------|--------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|--|
| PZ2     | Longitude            | Latitude           | Système de coordonnées |                         | Niveau d'eau                                                                                                                                                                                                                        |           |  |
|         | 3,12847              | 50,65439           | WGS 84                 |                         | <input type="checkbox"/> Néant <input type="checkbox"/> Non mesuré <input type="checkbox"/> En cours de forage<br><input type="checkbox"/> Stabilisé <input checked="" type="checkbox"/> Non stabilisé <input type="checkbox"/> Sec |           |  |
|         | Élévation<br>+37,3 m | Nivellement<br>NGF | Angle<br>-             | Prof. atteinte<br>6,0 m |                                                                                                                                                                                                                                     |           |  |
| Données | Type                 | Début              |                        | Fin                     | Machine                                                                                                                                                                                                                             | Opérateur |  |
| PZO-PZ2 | Piézomètre ouvert    | 05/09/2023         |                        | 05/09/2023              | GEOCLES                                                                                                                                                                                                                             | C.B.      |  |

#### Sondage

|          |   |         |
|----------|---|---------|
| Prof.    | P | 6,0 m   |
| Diamètre | D | 52,0 mm |

#### Niveau d'eau

|                    |                |       |
|--------------------|----------------|-------|
| En cours de forage | H <sub>w</sub> | - m   |
| Après équipement   | H <sub>w</sub> | 1,3 m |

#### Tube

|                                         |                                         |             |
|-----------------------------------------|-----------------------------------------|-------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> PVC |                                         |             |
| Diamètre intérieur                      | D <sub>t</sub>                          | 51,0 mm     |
| Diamètre extérieur                      | D <sub>t</sub>                          | 60,0 mm     |
| Crépines                                | De                                      | 2,0 à 6,0 m |
|                                         | Fente                                   | 0,5 mm      |
| Développement                           | <input checked="" type="checkbox"/> Non |             |
| Bouchon de fond                         | <input checked="" type="checkbox"/> Oui |             |
| Hauteur hors sol                        | H <sub>t</sub>                          | 0,0 m       |

#### Remblais

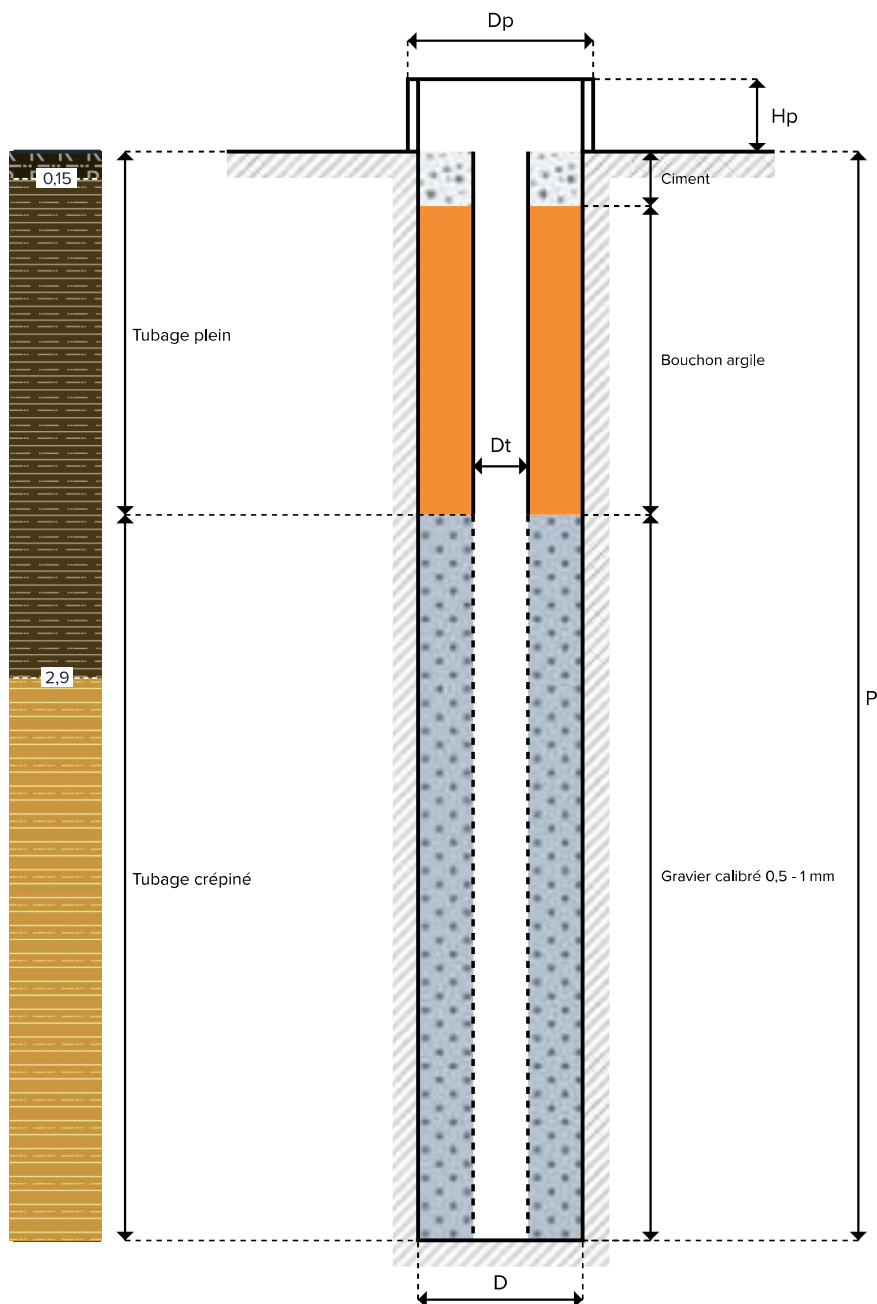
|                            |    |             |
|----------------------------|----|-------------|
| Ciment                     | De | 0,0 à 0,3 m |
| Bouchon argile             | De | 0,3 à 2,0 m |
| Gravier calibré 0,5 - 1 mm | De | 2,0 à 6,0 m |

#### Protection

|                     |                                         |         |
|---------------------|-----------------------------------------|---------|
| Tête métallique     | <input checked="" type="checkbox"/> Oui |         |
| Cadenas             | <input checked="" type="checkbox"/> Oui |         |
| Bouche à clef       | <input checked="" type="checkbox"/> Non |         |
| Regard béton        | <input checked="" type="checkbox"/> Non |         |
| Diamètre protection | D <sub>p</sub>                          | 80,0 mm |
| Hauteur hors sol    | H <sub>p</sub>                          | 0,4 m   |

#### Réception Piézomètre

|                                  |       |
|----------------------------------|-------|
| Profondeur Eau - Début réception | 0,0 m |
| Profondeur Eau - Fin réception   | 1,0 m |
| Durée réception                  | 1,0 h |



## **8. RESULTATS DES FOUILLES A LA PELLE MECANIQUE**





Construction d'un bâtiment de bureaux - services  
et d'un parking silo

(N° Projet: PR.59GT.23.0169)  
10 rue de la Censé - Z.A. de la  
Pilaterie - VILLENEUVE D'ASCQ

|            |           |                |                              |             |                            |                                                                                                                   |                          |
|------------|-----------|----------------|------------------------------|-------------|----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| PM1/M1     | Longitude | Latitude       | Système de coordonnées       |             | Précision des relevés      | Niveau d'eau                                                                                                      |                          |
|            | 3,12913   | 50,65417       | WGS 84                       |             | Mètre                      | <input type="checkbox"/> Néant <input type="checkbox"/> Non mesuré <input type="checkbox"/> En cours de forage    |                          |
|            | Élévation | Prof. atteinte | Angle                        | Nivellement | Précision des nivellements | <input type="checkbox"/> Stabilisé <input type="checkbox"/> Non stabilisé <input checked="" type="checkbox"/> Sec |                          |
|            | +35,5 m   | 1,4 m          | -                            | NGF         | Mètre                      |                                                                                                                   |                          |
| Début      |           |                | Fin                          |             | Machine                    | Opérateur                                                                                                         |                          |
| 14/09/2023 |           |                | 14/09/2023                   |             | -                          | -                                                                                                                 |                          |
| Élévation  | Prof.     | Lithologie     | Descriptions                 |             |                            |                                                                                                                   | Outils                   |
| 35,5       | 0         |                | Remblais limoneux brun beige |             |                            |                                                                                                                   | Mini pelle à godet 30 cm |
|            |           |                | 0,9 m                        |             |                            |                                                                                                                   |                          |
| 34,6       | 1         |                | Limon roux beige             |             |                            |                                                                                                                   |                          |
|            |           |                | 1,4 m                        |             |                            |                                                                                                                   | 1,4 m                    |
| 34,1       |           |                |                              |             |                            |                                                                                                                   |                          |

## RAPPORT PHOTOGRAPHIQUE

| Sondage | Type            | Élévation   | Prof. atteinte |
|---------|-----------------|-------------|----------------|
| PM1/M1  | Pelle mécanique | +35,5 m NGF | 1,4 m          |





Construction d'un bâtiment de bureaux - services  
et d'un parking silo

(N° Projet: PR.59GT.23.0169)  
10 rue de la Censé - Z.A. de la  
Pilaterie - VILLENEUVE D'ASCQ

|            |           |                                                                                   |                                        |             |                            |                                                                                                                   |                          |
|------------|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|-------------|----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| PM2/M2     | Longitude | Latitude                                                                          | Système de coordonnées                 |             | Précision des relevés      | Niveau d'eau                                                                                                      |                          |
|            | 3,12829   | 50,65412                                                                          | WGS 84                                 |             | Mètre                      | <input type="checkbox"/> Néant <input type="checkbox"/> Non mesuré <input type="checkbox"/> En cours de forage    |                          |
|            | Élévation | Prof. atteinte                                                                    | Angle                                  | Nivellement | Précision des nivellements | <input type="checkbox"/> Stabilisé <input type="checkbox"/> Non stabilisé <input checked="" type="checkbox"/> Sec |                          |
|            | +34,7 m   | 1,1 m                                                                             | -                                      | NGF         | Mètre                      |                                                                                                                   |                          |
| Début      |           |                                                                                   | Fin                                    |             | Machine                    | Opérateur                                                                                                         |                          |
| 14/09/2023 |           |                                                                                   | 14/09/2023                             |             | -                          | -                                                                                                                 |                          |
| Élévation  | Prof.     | Lithologie                                                                        | Descriptions                           |             |                            |                                                                                                                   | Outils                   |
| 34,7       | 0         |  | Remblais terreux à limoneux brun beige |             |                            |                                                                                                                   | Mini pelle à godet 30 cm |
|            |           |                                                                                   | 0,5 m                                  |             |                            |                                                                                                                   |                          |
| 34,2       |           |                                                                                   | Limon roux beige                       |             |                            |                                                                                                                   |                          |
|            | 1         |                                                                                   | 1,1 m                                  |             |                            |                                                                                                                   | 1,1 m                    |
| 33,6       |           |                                                                                   |                                        |             |                            |                                                                                                                   |                          |

www.soilcloud.fr

## RAPPORT PHOTOGRAPHIQUE

| Sondage | Type            | Élévation   | Prof. atteinte |
|---------|-----------------|-------------|----------------|
| PM2/M2  | Pelle mécanique | +34,7 m NGF | 1,1 m          |





Construction d'un bâtiment de bureaux - services  
et d'un parking silo

(N° Projet: PR.59GT.23.0169)  
10 rue de la Censé - Z.A. de la  
Pilaterie - VILLENEUVE D'ASCQ

|            |           |                |                                                              |             |                            |                                                                                                                   |                          |
|------------|-----------|----------------|--------------------------------------------------------------|-------------|----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| PM3/M3     | Longitude | Latitude       | Système de coordonnées                                       |             | Précision des relevés      | Niveau d'eau                                                                                                      |                          |
|            | 3,12819   | 50,65353       | WGS 84                                                       |             | Mètre                      | <input type="checkbox"/> Néant <input type="checkbox"/> Non mesuré <input type="checkbox"/> En cours de forage    |                          |
|            | Élévation | Prof. atteinte | Angle                                                        | Nivellement | Précision des nivellements | <input type="checkbox"/> Stabilisé <input type="checkbox"/> Non stabilisé <input checked="" type="checkbox"/> Sec |                          |
|            | +35,1 m   | 1,1 m          | -                                                            | NGF         | Mètre                      |                                                                                                                   |                          |
| Début      |           |                | Fin                                                          |             | Machine                    | Opérateur                                                                                                         |                          |
| 14/09/2023 |           |                | 14/09/2023                                                   |             | -                          | -                                                                                                                 |                          |
| Élévation  | Prof.     | Lithologie     | Descriptions                                                 |             |                            |                                                                                                                   | Outils                   |
| 35,1       | 0         |                | Remblais limoneux avec de grave non traitée (GNT) brun beige |             |                            |                                                                                                                   | Mini pelle à godet 30 cm |
| 34,5       |           |                | 0,6 m                                                        |             |                            |                                                                                                                   |                          |
|            | 1         |                | Limon roux beige                                             |             |                            |                                                                                                                   |                          |
|            |           |                | 1,1 m                                                        |             |                            |                                                                                                                   | 1,1 m                    |
| 34         |           |                |                                                              |             |                            |                                                                                                                   |                          |



## RAPPORT PHOTOGRAPHIQUE

| Sondage | Type            | Élévation   | Prof. atteinte |
|---------|-----------------|-------------|----------------|
| PM3/M3  | Pelle mécanique | +35,1 m NGF | 1,1 m          |





## RAPPORT PHOTOGRAPHIQUE

| Sondage | Type            | Élévation   | Prof. atteinte |
|---------|-----------------|-------------|----------------|
| PM4/M4  | Pelle mécanique | +35,6 m NGF | 1,1 m          |



## **9. RESULTATS DES ESSAIS DE PERMEABILITE**

RÉFÉRENCE : PR.59GT.23.0169  
 NOM DU CALCUL : Essai MATSUO

PROJET : Construction d'un bâtiment de bureaux -  
 services et d'un parking silo

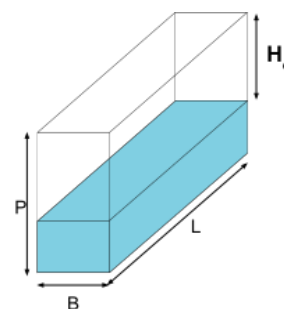
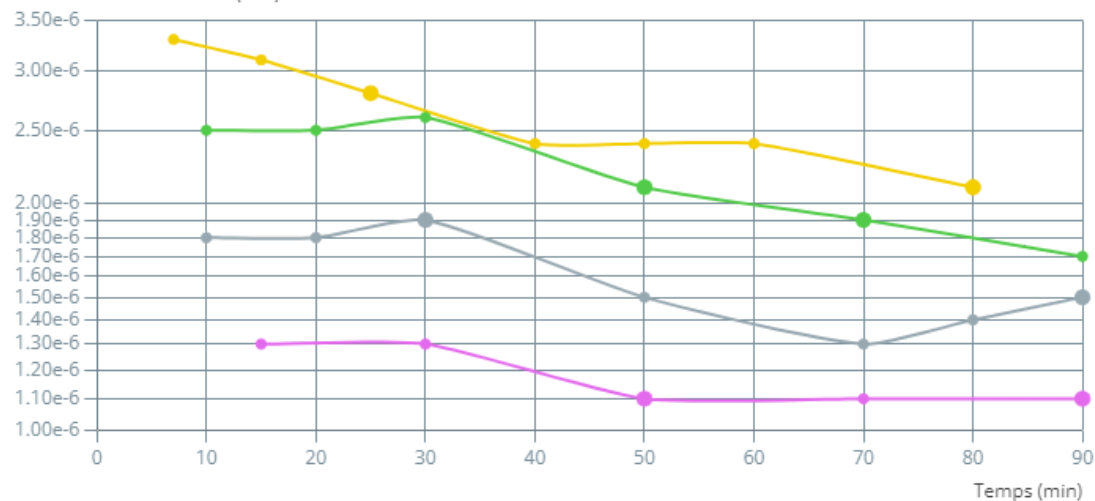
OUTIL : Matsuo v1.0

## Vérificateur

## Observations

|                       | PM1              | PM2              | PM3              | PM4              | - | - |
|-----------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|---|---|
| LONGITUDE             | -                | -                | -                | -                | - | - |
| LATITUDE              | -                | -                | -                | -                | - | - |
| LONGUEUR L (m)        | 0.95             | 0.75             | 0.9              | 1                | - | - |
| LARGEUR B (m)         | 0.3              | 0.3              | 0.3              | 0.3              | - | - |
| PROFONDEUR P (m)      | 1.4              | 1.1              | 1.1              | 1.1              | - | - |
| DATE DÉBUT SATURATION | 14/09/2023 16:30 | 14/09/2023 16:30 | 14/09/2023 16:30 | 14/09/2023 16:30 | - | - |
| DATE DÉBUT ESSAI      | 14/09/2023 17:30 | 14/09/2023 17:30 | 14/09/2023 17:30 | 14/09/2023 17:30 | - | - |
| NATURE DU SOL         | -                | -                | -                | -                | - | - |
| MÉTÉO                 | -                | -                | -                | -                | - | - |
| VENT                  | -                | -                | -                | -                | - | - |
| TEMPÉRATURE           | -                | -                | -                | -                | - | - |
| OBSERVATIONS          | -                | -                | -                | -                | - | - |

Perméabilité instantanée (m/s)



| N° ESSAI | ESSAI | DATE ESSAI     | PERMÉABILITÉ |
|----------|-------|----------------|--------------|
| 1        | PM1   | 14/09/23 17:30 | 1,10E-6 m/s  |
| 2        | PM2   | 14/09/23 17:30 | 2,00E-6 m/s  |
| 3        | PM3   | 14/09/23 17:30 | 1,52E-6 m/s  |
| 4        | PM4   | 14/09/23 17:30 | 2,42E-6 m/s  |

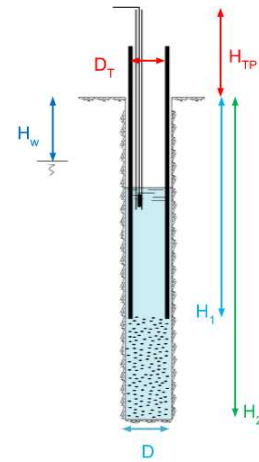
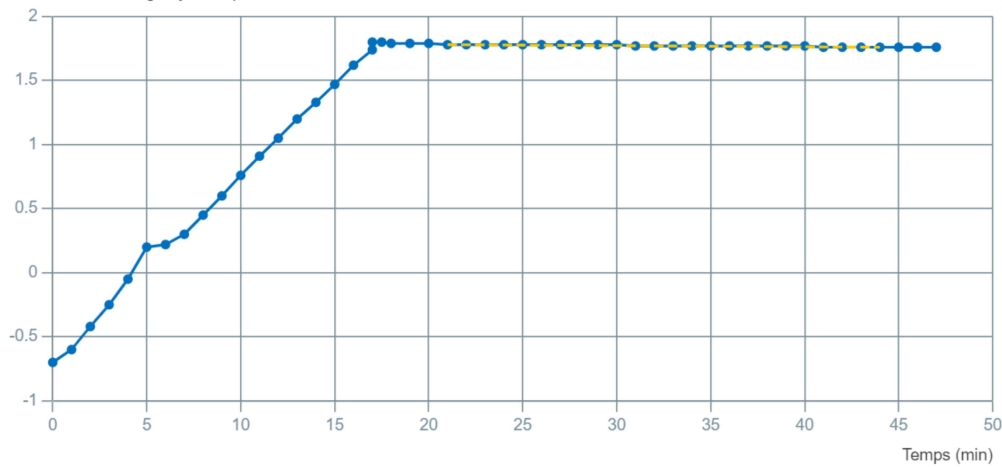


RÉFÉRENCE : PR.59GT.23.0169  
NOM DU CALCUL : Essai Nasberg\_PZ1  
PROJET : Construction d'un bâtiment de bureaux - services et d'un parking silo  
OUTIL : Lefranc / Nasberg v1.1  
SONDAGE N° : PZ1  
DATE : 28/08/2023, 11h16

TYPE DE L'ESSAI : Essai hors nappe  
DÉBIT DE L'ESSAI : 1,26 l/min2,10E-5 m³/s  
DIAMÈTRE INTÉRIEUR DU TUBE : 103 mm  
PROFONDEUR ESSAI : de 1,30 à 2,30 m

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

Variation de la charge hydraulique h durant l'essai



### Phase 1 : débit

COEFFICIENT DE PERMÉABILITÉ :  $K_L = 9,9E-6$  m/s  
(résolution équation différentielle)

| DURÉE CORRIGÉE<br>min | CHARGE HYDRAU-<br>LIQUE h<br>m | DURÉE CORRIGÉE<br>min | CHARGE HYDRAU-<br>LIQUE h<br>m |
|-----------------------|--------------------------------|-----------------------|--------------------------------|
| 0,0                   | -0,70                          |                       |                                |
| 1,0                   | -0,60                          |                       |                                |
| 2,0                   | -0,42                          |                       |                                |
| 3,0                   | -0,25                          |                       |                                |
| 4,0                   | -0,05                          |                       |                                |
| 5,0                   | 0,20                           |                       |                                |
| 6,0                   | 0,22                           |                       |                                |
| 7,0                   | 0,30                           |                       |                                |
| 8,0                   | 0,45                           |                       |                                |
| 9,0                   | 0,60                           |                       |                                |
| 10,0                  | 0,76                           |                       |                                |
| 11,0                  | 0,91                           |                       |                                |
| 12,0                  | 1,05                           |                       |                                |
| 13,0                  | 1,20                           |                       |                                |
| 14,0                  | 1,33                           |                       |                                |
| 15,0                  | 1,47                           |                       |                                |
| 16,0                  | 1,62                           |                       |                                |
| 17,0                  | 1,74                           |                       |                                |

### Phase 2 : retour à l'équilibre

COEFFICIENT DE PERMÉABILITÉ :  $K_L < 1.10^{-6}$  m/s

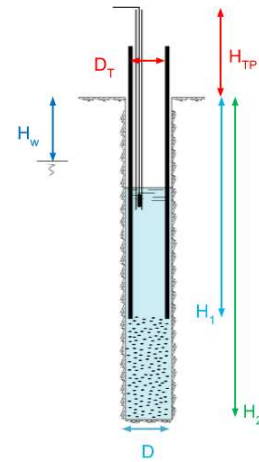
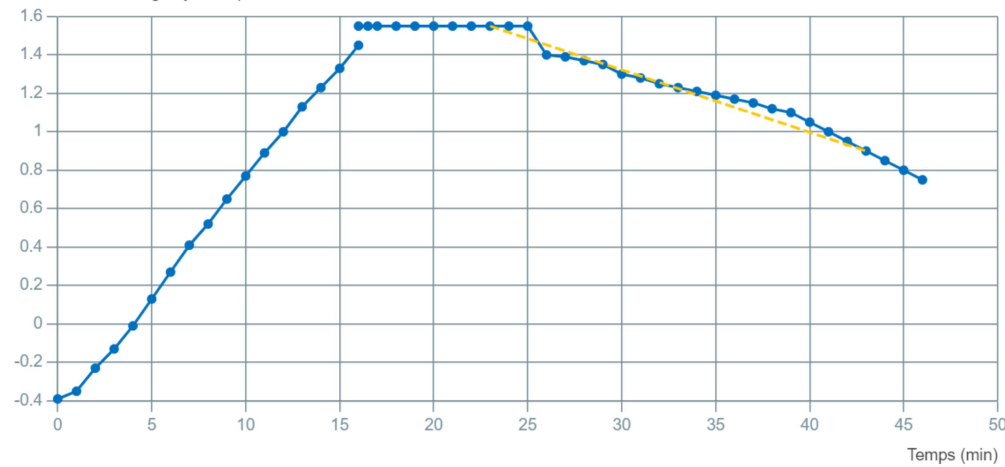
| DURÉE CORRIGÉE<br>min | CHARGE HYDRAU-<br>LIQUE h<br>m | DURÉE CORRIGÉE<br>min | CHARGE HYDRAU-<br>LIQUE h<br>m |
|-----------------------|--------------------------------|-----------------------|--------------------------------|
| 0,0                   | 1,80                           | 17,0                  | 1,77                           |
| 0,5                   | 1,80                           | 18,0                  | 1,77                           |
| 1,0                   | 1,79                           | 19,0                  | 1,77                           |
| 2,0                   | 1,79                           | 20,0                  | 1,77                           |
| 3,0                   | 1,79                           | 21,0                  | 1,77                           |
| 4,0                   | 1,78                           | 22,0                  | 1,77                           |
| 5,0                   | 1,78                           | 23,0                  | 1,77                           |
| 6,0                   | 1,78                           | 24,0                  | 1,76                           |
| 7,0                   | 1,78                           | 25,0                  | 1,76                           |
| 8,0                   | 1,78                           | 26,0                  | 1,76                           |
| 9,0                   | 1,78                           | 27,0                  | 1,76                           |
| 10,0                  | 1,78                           | 28,0                  | 1,76                           |
| 11,0                  | 1,78                           | 29,0                  | 1,76                           |
| 12,0                  | 1,78                           | 30,0                  | 1,76                           |
| 13,0                  | 1,78                           |                       |                                |
| 14,0                  | 1,77                           |                       |                                |
| 15,0                  | 1,77                           |                       |                                |
| 16,0                  | 1,77                           |                       |                                |

RÉFÉRENCE : PR.59GT.23.0169  
NOM DU CALCUL : Essai Nasberg\_PZ2  
PROJET : Construction d'un bâtiment de bureaux - services et d'un parking silo  
OUTIL : Lefranc / Nasberg v1.1  
SONDAGE N° : PZ2  
DATE : 05/09/2023, 11h20

TYPE DE L'ESSAI : Essai hors nappe  
DÉBIT DE L'ESSAI : 1,26 l/min2,10E-5 m³/s  
DIAMÈTRE INTÉRIEUR DU TUBE : 103 mm  
PROFONDEUR ESSAI : de 1,10 à 2,00 m

LONGUEUR DE LA CAVITÉ D'ESSAI : L = 0,90 m  
DIAMÈTRE DE LA CAVITÉ D'ESSAI : D = 0,090 m  
ÉLANCEMENT DE LA CAVITÉ : L/D = 10,0  
DIAMÈTRE DE LA SPHÈRE ÉQUIVALENTE : m = F/D = 0,3  
PROFONDEUR DE LA NAPPE : Ho = 5,00 m

Variation de la charge hydraulique h durant l'essai



## Phase 1 : débit

COEFFICIENT DE PERMÉABILITÉ :  $K_L = \text{m/s}$   
(approximation du régime transitoire)

| DURÉE CORRIGÉE<br>min | CHARGE HYDRAULIQUE h<br>m |
|-----------------------|---------------------------|
| 0,0                   | -0,39                     |
| 1,0                   | -0,35                     |
| 2,0                   | -0,23                     |
| 3,0                   | -0,13                     |
| 4,0                   | -0,01                     |
| 5,0                   | 0,13                      |
| 6,0                   | 0,27                      |
| 7,0                   | 0,41                      |
| 8,0                   | 0,52                      |
| 9,0                   | 0,65                      |
| 10,0                  | 0,77                      |
| 11,0                  | 0,89                      |
| 12,0                  | 1,00                      |
| 13,0                  | 1,13                      |
| 14,0                  | 1,23                      |
| 15,0                  | 1,33                      |
| 16,0                  | 1,45                      |

## Phase 2 : retour à l'équilibre

COEFFICIENT DE PERMÉABILITÉ :  $K_L = 2,0\text{E-6 m/s}$

| DURÉE CORRIGÉE<br>min | CHARGE HYDRAULIQUE h<br>m |
|-----------------------|---------------------------|
| 0,0                   | 1,55                      |
| 0,5                   | 1,55                      |
| 1,0                   | 1,55                      |
| 2,0                   | 1,55                      |
| 3,0                   | 1,55                      |
| 4,0                   | 1,55                      |
| 5,0                   | 1,55                      |
| 6,0                   | 1,55                      |
| 7,0                   | 1,55                      |
| 8,0                   | 1,55                      |
| 9,0                   | 1,55                      |
| 10,0                  | 1,40                      |
| 11,0                  | 1,39                      |
| 12,0                  | 1,37                      |
| 13,0                  | 1,35                      |
| 14,0                  | 1,30                      |
| 15,0                  | 1,28                      |
| 16,0                  | 1,25                      |

| DURÉE CORRIGÉE<br>min | CHARGE HYDRAULIQUE h<br>m |
|-----------------------|---------------------------|
| 17,0                  | 1,23                      |
| 18,0                  | 1,21                      |
| 19,0                  | 1,19                      |
| 20,0                  | 1,17                      |
| 21,0                  | 1,15                      |
| 22,0                  | 1,12                      |
| 23,0                  | 1,10                      |
| 24,0                  | 1,05                      |
| 25,0                  | 1,00                      |
| 26,0                  | 0,95                      |
| 27,0                  | 0,90                      |
| 28,0                  | 0,85                      |
| 29,0                  | 0,80                      |
| 30,0                  | 0,75                      |

## **I0.PRE-DIMENSIONNEMENT D'UN PIEU – BATIMENT EN R+5**

## 1. CARACTÉRISTIQUES DU PIEU

|                                    |                                          |
|------------------------------------|------------------------------------------|
| DIAMÈTRE DE FORAGE :               | B = 700 mm                               |
| PÉRIMÈTRE FROTTANT :               | P <sub>s</sub> = 220 cm                  |
| SURFACE DE LA BASE :               | A <sub>b</sub> = 3 848,5 cm <sup>2</sup> |
| LONGUEUR DU PIEU DANS LE TERRAIN : | D = 14,00 m                              |
| COTE DE LA TÊTE DU PIEU :          | Z <sub>tête</sub> = 32,00 m              |
| COTE DE LA BASE DU PIEU :          | Z <sub>base</sub> = 18,00 m              |
| CATÉGORIE DU PIEU :                | 6 FTC, FTCD                              |
| CLASSE :                           | 2                                        |
|                                    | Foré tarière creuse                      |
| TECHNIQUE :                        | simple rotation ou<br>double rotation    |
| NORME D'EXÉCUTION :                | NF EN 1536                               |
| MISE EN OEUVRE :                   | Sans refoulement du sol                  |
| EFFET DE GROUPE :                  | Non                                      |

### RÉSISTANCE INTRINSÈQUE (PIEU BÉTON)

|                                            |                          |
|--------------------------------------------|--------------------------|
| TYPE D'OUVRAGE :                           | Autre que pont           |
| INCLUSION OU PIEU :                        | Pieux                    |
| RÉSISTANCE CARACTÉRISTIQUE À 28 JOURS :    | f <sub>ck</sub> = 25 MPa |
| CALCUL SOUHAITÉ À t JOURS (t ≤ 28 jours) : | Non                      |
| RÉDUCTION DU SUR K1 :                      | 0,00                     |
| PIEU ARMÉ :                                | Non                      |
|                                            | k <sub>1</sub> = 1,35    |
|                                            | k <sub>2</sub> = 1,00    |
|                                            | k <sub>3</sub> = 1,00    |

## 2. MODÈLE GÉOTECHNIQUE

| N° | COUCHE                              | Classes de sol<br>selon B.2.1 | Z <sub>inf</sub><br>m | P <sub>LM</sub> *<br>MPa | Ép. couche<br>m | Long. pieu<br>m | P <sub>te</sub> *<br>MPa | k <sub>p</sub><br>- | q <sub>s</sub><br>kPa |
|----|-------------------------------------|-------------------------------|-----------------------|--------------------------|-----------------|-----------------|--------------------------|---------------------|-----------------------|
| 1  | Mort terrain/Sous-sol               | Argiles et limons             | 31,00                 |                          | 1,00            | 1,00            |                          |                     |                       |
| 2  | Limon argileux à argiles limoneuses | Argiles et limons             | 27,50                 | 0,40                     | 3,50            | 3,50            |                          |                     | 46                    |
| 3  | Sable limoneux à argileux           | Sables et graves              | 20,00                 | 1,70                     | 7,50            | 7,50            |                          |                     | 120                   |
| 4  | Argile                              | Argiles et limons             | 7,00                  | 2,80                     | 13,00           | 2,00            | 2,80                     | 1,30                | 72                    |

## 3. RÉSULTATS

| ÉTAT LIMITE |                  | PORTANCE (COMPRESSION)                | RÉSISTANCE DE TRACTION                 | RÉSISTANCE INTRINSÈQUE EN COMPRESSION   |
|-------------|------------------|---------------------------------------|----------------------------------------|-----------------------------------------|
| ELS         | CARACTÉRISTIQUES | R <sub>c;cr;d</sub> = <b>2 245</b> kN | R <sub>t;cr;d</sub> = <b>-1 095</b> kN | R* <sub>c;d;ELS</sub> = <b>2 138</b> kN |
|             | QUASI-PERMANENTS | R <sub>c;cr;d</sub> = <b>1 836</b> kN | R <sub>t;cr;d</sub> = <b>-803</b> kN   |                                         |
| ELU         | FONDAMENTAUX     | R <sub>c;d</sub> = <b>2 911</b> kN    | R <sub>t;d</sub> = <b>-1 496</b> kN    | R* <sub>c;d;ELU</sub> = <b>3 801</b> kN |
|             | SISMIQUES        | R <sub>c;d</sub> = <b>2 911</b> kN    | R <sub>t;d</sub> = <b>-1 496</b> kN    | R* <sub>c;d;ELU</sub> = <b>4 386</b> kN |
|             | ACCIDENTELS      | R <sub>c;d</sub> = <b>3 202</b> kN    | R <sub>t;d</sub> = <b>-1 639</b> kN    | R* <sub>c;d;ELU</sub> = <b>4 751</b> kN |

## 4. ÉTUDE PARAMÉTRIQUE

### 4.1 EN FONCTION DE LA LONGUEUR

| LONGUEUR DU PIEU (m)                          |                  | D =                     | 14,00         | 15,00        | 20,00        |
|-----------------------------------------------|------------------|-------------------------|---------------|--------------|--------------|
| PORTANCE (COMPRESSION) (en kN)                |                  |                         |               |              |              |
| ELS                                           | CARACTÉRISTIQUES | R <sub>c;cr;d</sub> =   | <b>2 245</b>  | <b>2 342</b> | <b>2 829</b> |
|                                               | QUASI-PERMANENTS | R <sub>c;cr;d</sub> =   | <b>1 836</b>  | 1 916        | 2 314        |
| ELU                                           | FONDAMENTAUX     | R <sub>c;d</sub> =      | <b>2 911</b>  | 3 025        | 3 594        |
|                                               | SISMIQUES        | R <sub>c;d</sub> =      | <b>2 911</b>  | 3 025        | 3 594        |
|                                               | ACCIDENTELS      | R <sub>c;d</sub> =      | <b>3 202</b>  | 3 327        | 3 953        |
| RÉSISTANCE DE TRACTION (en kN)                |                  |                         |               |              |              |
| ELS                                           | CARACTÉRISTIQUES | R <sub>t;cr;d</sub> =   | <b>-1 095</b> | -1 160       | -1 488       |
|                                               | QUASI-PERMANENTS | R <sub>t;cr;d</sub> =   | <b>-803</b>   | -851         | -1 091       |
| ELU                                           | FONDAMENTAUX     | R <sub>t;d</sub> =      | <b>-1 496</b> | -1 586       | -2 033       |
|                                               | SISMIQUES        | R <sub>t;d</sub> =      | <b>-1 496</b> | -1 586       | -2 033       |
|                                               | ACCIDENTELS      | R <sub>t;d</sub> =      | <b>-1 639</b> | -1 737       | -2 226       |
| RÉSISTANCE INTRINSÈQUE EN COMPRESSION (en kN) |                  |                         |               |              |              |
| ELS                                           | CARACTÉRISTIQUES | R* <sub>c;d;ELS</sub> = | <b>2 138</b>  | 2 116        | 2 116        |
|                                               | FONDAMENTAUX     | R* <sub>c;d;ELU</sub> = | <b>3 801</b>  | 3 762        | 3 762        |
| ELU                                           | SISMIQUES        | R* <sub>c;d;ELU</sub> = | <b>4 386</b>  | 4 341        | 4 341        |
|                                               | ACCIDENTELS      | R* <sub>c;d;ELU</sub> = | <b>4 751</b>  | 4 703        | 4 703        |

4.2 EN FONCTION DU DIAMÈTRE

| DIAMÈTRE (mm)                                 |                  | B =               | 700              | 600              |
|-----------------------------------------------|------------------|-------------------|------------------|------------------|
| PORTANCE (COMPRESSION) (en kN)                |                  |                   |                  |                  |
| ELS                                           | CARACTÉRISTIQUES | $R_{c,cr;d} =$    | <del>2 245</del> | <del>1 849</del> |
|                                               | QUASI-PERMANENTS | $R_{c,cr;d} =$    | 1 836            | 1 512            |
| ELU                                           | FONDAMENTAUX     | $R_{c;d} =$       | 2 911            | 2 372            |
|                                               | SISMIQUES        | $R_{c;d} =$       | 2 911            | 2 372            |
|                                               | ACCIDENTELS      | $R_{c;d} =$       | 3 202            | 2 609            |
| RÉSISTANCE DE TRACTION (en kN)                |                  |                   |                  |                  |
| ELS                                           | CARACTÉRISTIQUES | $R_{t,cr;d} =$    | -1 095           | -939             |
|                                               | QUASI-PERMANENTS | $R_{t,cr;d} =$    | -803             | -688             |
| ELU                                           | FONDAMENTAUX     | $R_{t;d} =$       | -1 496           | -1 283           |
|                                               | SISMIQUES        | $R_{t;d} =$       | -1 496           | -1 283           |
|                                               | ACCIDENTELS      | $R_{t;d} =$       | -1 639           | -1 405           |
| RÉSISTANCE INTRINSÈQUE EN COMPRESSION (en kN) |                  |                   |                  |                  |
| ELS                                           | CARACTÉRISTIQUES | $R^*_{c;d;ELS} =$ | 2 138            | 1 555            |
| ELU                                           | FONDAMENTAUX     | $R^*_{c;d;ELU} =$ | 3 801            | 2 764            |
|                                               | SISMIQUES        | $R^*_{c;d;ELU} =$ | 4 386            | 3 189            |
|                                               | ACCIDENTELS      | $R^*_{c;d;ELU} =$ | 4 751            | 3 455            |



# **II. PRE-DIMENSIONNEMENT D'UN PIEU – PARKING SILO**

## 1. CARACTÉRISTIQUES DU PIEU

DIAMÈTRE DE FORAGE :  $B = 600$  mm  
PÉRIMÈTRE FROTTANT :  $P_s = 188$  cm  
SURFACE DE LA BASE :  $A_b = 2\,827,4$  cm<sup>2</sup>  
LONGUEUR DU PIEU DANS LE TERRAIN :  $D = 10,00$  m  
COTE DE LA TÊTE DU PIEU :  $z_{tête} = 34,40$  m  
COTE DE LA BASE DU PIEU :  $z_{base} = 24,40$  m  
CATÉGORIE DU PIEU : 6 FTC, FTCD  
CLASSE : 2  
Foré tarière creuse  
TECHNIQUE : simple rotation ou  
double rotation  
NORME D'EXÉCUTION : NF EN 1536  
MISE EN OEUVRE : Sans refoulement du sol  
EFFET DE GROUPE : Non

### RÉSISTANCE INTRINSÈQUE (PIEU BÉTON)

TYPE D'OUVRAGE : Autre que pont  
INCLUSION OU PIEU : Pieux  
RÉSISTANCE CARACTÉRISTIQUE À 28 JOURS :  $f_{ck} = 25$  MPa  
CALCUL SOUHAITÉ À  $t$  JOURS ( $t \leq 28$  jours) : Non  
RÉDUCTION DU SUR  $K_1$  : 0,00  
PIEU ARMÉ : Oui  
 $k_1 = 1,35$   
 $k_2 = 1,00$   
 $k_3 = 1,00$

## 2. MODÈLE GÉOTECHNIQUE

| N° | COUCHE                              | Classes de sol<br>selon B.2.1 | $z_{inf}$<br>m | $P_{LM}^*$<br>MPa | Ép. couche<br>m | Long. pieu<br>m | $P_{le}^*$<br>MPa | $k_p$<br>- | $q_s$<br>kPa |
|----|-------------------------------------|-------------------------------|----------------|-------------------|-----------------|-----------------|-------------------|------------|--------------|
| 1  | Mort terrain                        | Argiles et limons             | 33,00          |                   | 1,40            | 1,40            |                   |            |              |
| 2  | Limon argileux à argiles limoneuses | Argiles et limons             | 28,00          | 0,50              | 5,00            | 5,00            |                   |            | 51           |
| 3  | Sable limoneux à argileux           | Sables et graves              | 17,50          | 1,70              | 10,50           | 3,60            | 1,70              | 1,65       | 120          |
| 4  | Argile                              | Argiles et limons             | 15,00          | 2,00              | 2,50            |                 |                   |            |              |

## 3. RÉSULTATS

| ÉTAT LIMITE |                  | PORTANCE (COMPRESSION)   | RÉSISTANCE DE TRACTION | RÉSISTANCE INTRINSÈQUE EN COMPRESSION |
|-------------|------------------|--------------------------|------------------------|---------------------------------------|
| ELS         | CARACTÉRISTIQUES | $R_{C;cr;d} = 1\,145$ kN | $R_{T;cr;d} = -535$ kN | $R_{C;d;ELS}^* = 1\,571$ kN           |
|             | QUASI-PERMANENTS | $R_{C;cr;d} = 936$ kN    | $R_{T;cr;d} = -392$ kN |                                       |
| ELU         | FONDAMENTAUX     | $R_{C;d} = 1\,501$ kN    | $R_{T;d} = -731$ kN    | $R_{C;d;ELU}^* = 3\,491$ kN           |
|             | SISMQUES         | $R_{C;d} = 1\,501$ kN    | $R_{T;d} = -731$ kN    | $R_{C;d;ELU}^* = 4\,028$ kN           |
|             | ACCIDENTELS      | $R_{C;d} = 1\,651$ kN    | $R_{T;d} = -801$ kN    | $R_{C;d;ELU}^* = 4\,363$ kN           |

4. ÉTUDE PARAMÉTRIQUE

4.1 EN FONCTION DE LA LONGUEUR

|                                               |                  |                   |       |
|-----------------------------------------------|------------------|-------------------|-------|
| LONGUEUR DU PIEU (m)                          |                  | D =               | 10,00 |
| PORTANCE (COMPRESSION) (en kN)                |                  |                   |       |
| ELS                                           | CARACTÉRISTIQUES | $R_{c;cr;d}$ =    | 1 145 |
|                                               | QUASI-PERMANENTS | $R_{c;cr;d}$ =    | 936   |
| ELU                                           | FONDAMENTAUX     | $R_{c;d}$ =       | 1 501 |
|                                               | SISMIQUES        | $R_{c;d}$ =       | 1 501 |
|                                               | ACCIDENTELS      | $R_{c;d}$ =       | 1 651 |
| RÉSISTANCE DE TRACTION (en kN)                |                  |                   |       |
| ELS                                           | CARACTÉRISTIQUES | $R_{t;cr;d}$ =    | -535  |
|                                               | QUASI-PERMANENTS | $R_{t;cr;d}$ =    | -392  |
| ELU                                           | FONDAMENTAUX     | $R_{t;d}$ =       | -731  |
|                                               | SISMIQUES        | $R_{t;d}$ =       | -731  |
|                                               | ACCIDENTELS      | $R_{t;d}$ =       | -801  |
| RÉSISTANCE INTRINSÈQUE EN COMPRESSION (en kN) |                  |                   |       |
| ELS                                           | CARACTÉRISTIQUES | $R^*_{c;d;ELS}$ = | 1 571 |
| ELU                                           | FONDAMENTAUX     | $R^*_{c;d;ELU}$ = | 3 491 |
|                                               | SISMIQUES        | $R^*_{c;d;ELU}$ = | 4 028 |
|                                               | ACCIDENTELS      | $R^*_{c;d;ELU}$ = | 4 363 |

4.2 EN FONCTION DU DIAMÈTRE

|                                               |                  |                   |       |
|-----------------------------------------------|------------------|-------------------|-------|
| DIAMÈTRE (mm)                                 |                  | B =               | 600   |
| PORTANCE (COMPRESSION) (en kN)                |                  |                   |       |
| ELS                                           | CARACTÉRISTIQUES | $R_{c;cr;d}$ =    | 1 145 |
|                                               | QUASI-PERMANENTS | $R_{c;cr;d}$ =    | 936   |
| ELU                                           | FONDAMENTAUX     | $R_{c;d}$ =       | 1 501 |
|                                               | SISMIQUES        | $R_{c;d}$ =       | 1 501 |
|                                               | ACCIDENTELS      | $R_{c;d}$ =       | 1 651 |
| RÉSISTANCE DE TRACTION (en kN)                |                  |                   |       |
| ELS                                           | CARACTÉRISTIQUES | $R_{t;cr;d}$ =    | -535  |
|                                               | QUASI-PERMANENTS | $R_{t;cr;d}$ =    | -392  |
| ELU                                           | FONDAMENTAUX     | $R_{t;d}$ =       | -731  |
|                                               | SISMIQUES        | $R_{t;d}$ =       | -731  |
|                                               | ACCIDENTELS      | $R_{t;d}$ =       | -801  |
| RÉSISTANCE INTRINSÈQUE EN COMPRESSION (en kN) |                  |                   |       |
| ELS                                           | CARACTÉRISTIQUES | $R^*_{c;d;ELS}$ = | 1 571 |
| ELU                                           | FONDAMENTAUX     | $R^*_{c;d;ELU}$ = | 3 491 |
|                                               | SISMIQUES        | $R^*_{c;d;ELU}$ = | 4 028 |
|                                               | ACCIDENTELS      | $R^*_{c;d;ELU}$ = | 4 363 |

## **I2.RESULTATS DES AGRESSIVITES DES SOLS ET EAUX**

**FONDASOL****Monsieur Timothée RAMARD**

Parc d'activités du Mélantois

Rue des Sorbiers

CS 20541

59262 SAINGHIN EN MELANTOIS

---

**RAPPORT D'ANALYSE**


---

**Dossier N° : 23E164778**

N° de rapport d'analyse : AR-23-LK-201941-01

Référence Dossier : N° Projet : PR.59GT.23.0169-59EN

Nom Projet : PR.59GT.23.0169-59EN

Nom Commande : PR.59GT.23.0169-59EN / Agress. 1

Référence Commande : PO.59EN.23.0264

PO.59EN.23.0264

Version du : 02/10/2023

Date de réception technique : 08/09/2023

Première date de réception physique : 08/09/2023

Coordinateur de Projets Clients : Clémence BARTHEL / ClemenceBARTHEL@eurofins.com / +33 3 88 91 19 11

| N° Ech | Matrice         |       | Référence échantillon |
|--------|-----------------|-------|-----------------------|
| 001    | Sol             | (SOL) | SP2 (0-1 m)           |
| 002    | Eau souterraine | (ESO) | PZ2                   |



## RAPPORT D'ANALYSE

**Dossier N° : 23E164778**

Version du : 02/10/2023

N° de rapport d'analyse : AR-23-LK-201941-01

Date de réception technique : 08/09/2023

Première date de réception physique : 08/09/2023

Référence Dossier : N° Projet : PR.59GT.23.0169-59EN

Nom Projet : PR.59GT.23.0169-59EN

Nom Commande : PR.59GT.23.0169-59EN / Agress. 1

Référence Commande : PO.59EN.23.0264

PO.59EN.23.0264

N° Echantillon

Référence client :

Matrice :

Date de prélèvement :

Date de début d'analyse :

Température de l'air de l'enceinte :

**001  
SP2 (0-1 m)**
**SOL**

25/08/2023

09/09/2023

2°C

**002  
PZ2**
**ESO**

04/09/2023

08/09/2023

2°C

### Préparation Physico-Chimique

 LS025 : **Filtration 0.45 µm**

Effectuée

### Analyses immédiates

 LS001 : **Mesure du pH**

pH

▲ # 7.1

Température

°C

20.9

 JI020 : **Titre Alcalimétrique**

° f

\* 33.8

**Complet (TAC)**

 LS028 : **Anhydride carbonique  
(CO2) agressif**

mg/l

0.00

### Indices de pollution

 LS02L : **Azote Nitrique / Nitrates (NO3)**

Nitrates mg NO3/l

▲ # 15.4

Azote nitrique mg N-NO3/l

▲ # 3.49

 LS02I : **Chlorures (Cl)**

mg/l

\* 39.5

 LS02R : **Ammonium**

mg NH4/l

▲ # 0.09

 LS02Z : **Sulfates (SO4)**

mg/l

\* 47.8

 LSRDB : **Classe d'agressivité  
selon NF EN 206**

&lt;XA1

### Métaux

 LS206 : **Magnésium (Mg)  
dissous**

mg/l

\* 12.9

 LS204 : **Calcium (Ca) dissous**

mg/l

\* 143

 LS207 : **Potassium (K) dissous**

mg/l

\* 3.04

 LS208 : **Sodium (Na) dissous**

mg/l

\* 29.8

### Sous-traitance

**RAPPORT D'ANALYSE**
**Dossier N° : 23E164778**

Version du : 02/10/2023

N° de rapport d'analyse : AR-23-LK-201941-01

Date de réception technique : 08/09/2023

Première date de réception physique : 08/09/2023

Référence Dossier : N° Projet : PR.59GT.23.0169-59EN

Nom Projet : PR.59GT.23.0169-59EN

Nom Commande : PR.59GT.23.0169-59EN / Agress. 1

Référence Commande : PO.59EN.23.0264

PO.59EN.23.0264

N° Echantillon

Référence client :

Matrice :

Date de prélèvement :

Date de début d'analyse :

Température de l'air de l'enceinte :

**001**  
**SP2 (0-1 m)**
**SOL**

25/08/2023

09/09/2023

2°C

**002**  
**PZ2**
**ESO**

04/09/2023

08/09/2023

2°C

**Sous-traitance**

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

Sulfate dans l'acide (SO4) Agressivité mg/kg

Béton

Classe d'agressivité selon NF EN 206

684

&lt; XA1

 EM005 : **Degré d'acidité des sols** ml/kg M.S.

**selon BAUMANN GULLY**

&lt;20

| Observations                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | N° d'échantillon | Référence client |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|------------------|
| L'accréditation a été retirée pour l'analyse identifiée par le symbole ▲. Par conséquent, celle-ci n'est ni présumée conforme au référentiel d'accréditation ni couverte par les accords de reconnaissance internationaux.                                                                                                                | (002)            | PZ2              |
| Les délais de mise en analyse sont supérieurs à ceux indiqués dans notre dernière étude de stabilité ou aux délais normatifs pour les paramètres identifiés par '#' et donnent lieu à des réserves sur les résultats, avec retrait de l'accréditation. L'échantillon a néanmoins été conservé dans les meilleures conditions de stockage. | (002)            | PZ2              |
| Spectrophotométrie visible automatisée : l'analyse a été réalisée sur l'échantillon filtré à 0.45µm.                                                                                                                                                                                                                                      | (002)            | PZ2              |

---

**RAPPORT D'ANALYSE**

---

**Dossier N° : 23E164778**

Version du : 02/10/2023

N° de rapport d'analyse : AR-23-LK-201941-01

Date de réception technique : 08/09/2023

Première date de réception physique : 08/09/2023

Référence Dossier : N° Projet : PR.59GT.23.0169-59EN

Nom Projet : PR.59GT.23.0169-59EN

Nom Commande : PR.59GT.23.0169-59EN / Agress. 1

Référence Commande : PO.59EN.23.0264

PO.59EN.23.0264

**Aurélie Schaeffer**

Coordinatrice Projets Clients

La reproduction de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte 6 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. Seules certaines prestations rapportées dans ce document sont couvertes par l'accréditation. Elles sont identifiées par le symbole \*.

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.

Laboratoire agréé par le gouvernement du Grand-Duché de Luxembourg pour l'accomplissement de tâches techniques d'étude et de vérification dans le domaine de l'environnement – Détail disponible sur demande

## Annexe technique

**Dossier N° :23E164778**

N° de rapport d'analyse : AR-23-LK-201941-01

Emetteur : Timothée RAMARD

Commande EOL : 006-10514-1048661

Nom projet : N° Projet : PR.59GT.23.0169-59EN

Référence commande : PO.59EN.23.0264

PR.59GT.23.0169-59EN

PO.59EN.23.0264

Nom Commande : PR.59GT.23.0169-59EN / Agress. 1

### Eau souterraine

| Code  | Analyse                                                           | Principe et référence de la méthode                                                                                   | LQI      | Incertitude à la LQ | Unité                  | Prestation réalisée sur le site de :          |
|-------|-------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|---------------------|------------------------|-----------------------------------------------|
| JI020 | Titre Alcalimétrique Complet (TAC)                                | Spectrophotométrie (UV/VIS) - Méthode interne - Méthode interne - Méthode interne - Méthode interne - Méthode interne | 0.5      | 30%                 | ° f                    | Eurofins Analyses pour l'Environnement France |
| LS001 | Mesure du pH<br>pH<br>Température                                 | Potentiométrie - NF EN ISO 10523                                                                                      |          |                     | °C                     |                                               |
| LS025 | Filtration 0.45 µm                                                | Filtration - Méthode interne                                                                                          |          |                     |                        |                                               |
| LS028 | Anhydride carbonique (CO2) agressif                               | Calcul - Calcul                                                                                                       |          |                     | mg/l                   |                                               |
| LS02I | Chlorures (Cl)                                                    | Spectrophotométrie (UV/VIS)<br>[Spectrophotométrie visible automatisée] - NF ISO 15923-1                              | 1        | 30%                 | mg/l                   |                                               |
| LS02L | Azote Nitrique / Nitrates (NO3)<br><br>Nitrates<br>Azote nitrique | Spectrophotométrie (UV/VIS)<br>[Spectrophotométrie visible automatisée] - NF ISO 15923-1                              | 1<br>0.2 | 35%<br>35%          | mg NO3/l<br>mg N-NO3/l |                                               |
| LS02R | Ammonium                                                          | Spectrophotométrie (UV/VIS) - NF ISO 15923-1                                                                          | 0.05     | 22%                 | mg NH4/l               |                                               |
| LS02Z | Sulfates (SO4)                                                    | Spectrophotométrie (UV/VIS)<br>[Spectrophotométrie visible automatisée] - NF ISO 15923-1                              | 5        | 20%                 | mg/l                   |                                               |
| LS204 | Calcium (Ca) dissous                                              | ICP/AES - NF EN ISO 11885                                                                                             | 1        | 30%                 | mg/l                   |                                               |
| LS206 | Magnésium (Mg) dissous                                            |                                                                                                                       | 0.01     | 30%                 | mg/l                   |                                               |
| LS207 | Potassium (K) dissous                                             |                                                                                                                       | 0.1      | 40%                 | mg/l                   |                                               |
| LS208 | Sodium (Na) dissous                                               |                                                                                                                       | 0.05     | 35%                 | mg/l                   |                                               |
| LSRDB | Classe d'agressivité selon NF EN 206                              | Calcul - Calcul                                                                                                       |          |                     |                        |                                               |

### Sol

| Code  | Analyse                                                                                                                                              | Principe et référence de la méthode   | LQI | Incertitude à la LQ | Unité      | Prestation réalisée sur le site de :                                       |
|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|-----|---------------------|------------|----------------------------------------------------------------------------|
| EM005 | Degré d'acidité des sols selon BAUMANN GULLY                                                                                                         | Potentiométrie - EN 16502             | 20  |                     | ml/kg M.S. | Prestation soustraite à Eurofins Analyses Des Matériaux Et Combustibles Fr |
| EM00B | Sulfates solubles dans l'acide (SO4) - Agressivité sur béton<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      |                                                                            |

## Annexe de traçabilité des échantillons

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

**Dossier N° : 23E164778**

N° de rapport d'analyse : AR-23-LK-201941-01

Emetteur :

Commande EOL : 006-10514-1048661

Nom projet : N° Projet : PR.59GT.23.0169-59EN  
PR.59GT.23.0169-59EN

Référence commande : PO.59EN.23.0264  
PO.59EN.23.0264

Nom Commande : PR.59GT.23.0169-59EN / Agress. 1

### Eau souterraine

| N° Ech | Référence Client | Date & Heure<br>Prélèvement | Date de Réception<br>Physique <sup>(1)</sup> | Date de Réception<br>Technique <sup>(2)</sup> | Code-Barre | Nom Flacon             |
|--------|------------------|-----------------------------|----------------------------------------------|-----------------------------------------------|------------|------------------------|
| 002    | PZ2              | 04/09/2023 12:00:00         | 08/09/2023                                   | 08/09/2023                                    | /          | Flaconnage non reconnu |
| 002    | PZ2              | 04/09/2023 12:00:00         | 08/09/2023                                   | 08/09/2023                                    | P01GO8963  | 100mL PE               |
| 002    | PZ2              | 04/09/2023 12:00:00         | 08/09/2023                                   | 08/09/2023                                    | P01GO8991  | 100mL PE               |
| 002    | PZ2              | 04/09/2023 12:00:00         | 08/09/2023                                   | 08/09/2023                                    | P02GQ0017  | 120mL PE               |
| 002    | PZ2              | 04/09/2023 12:00:00         | 08/09/2023                                   | 08/09/2023                                    | P040013020 | 250mL PE               |
| 002    | PZ2              | 04/09/2023 12:00:00         | 08/09/2023                                   | 08/09/2023                                    | V020530246 | 250mL verre            |

### Sol

| N° Ech | Référence Client | Date & Heure<br>Prélèvement | Date de Réception<br>Physique <sup>(1)</sup> | Date de Réception<br>Technique <sup>(2)</sup> | Code-Barre | Nom Flacon |
|--------|------------------|-----------------------------|----------------------------------------------|-----------------------------------------------|------------|------------|
| 001    | SP2 (0-1 m)      | 25/08/2023 12:00:00         | 08/09/2023                                   | 08/09/2023                                    | P09499711  | Seau Lixi  |

(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-23-EM-014336-01      Version du : 28/09/2023

Page 1/2

Dossier N° : 23Q007126

Date de réception : 12/09/2023

Référence Dossier :

Référence Commande : EUFRSA200134801

| N° Ech | Matrice | Référence échantillon | Préleveur |
|--------|---------|-----------------------|-----------|
| 001    | Sols    | 23E164778-001         | 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

20 rue du Kochersberg  
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@Eurofins.com](mailto:Materiaux@Eurofins.com)

## RAPPORT D'ANALYSE

N° de rapport d'analyse : AR-23-EM-014336-01      Version du : 28/09/2023      Page 2/2  
 Dossier N° : 23Q007126      Date de réception : 12/09/2023  
 Référence Dossier :  
 Référence Commande : EUFRSA200134801

N° Echantillon      **23Q007126-001**      Référence : 23E164778-001  
 Date de prélèvement : 25/08/2023  
 Début d'analyse : 14/09/2023  
 Description échantillon : SP2 (0-1 m) -

### Essais Chimiques

|                                                                                                                                                                                 | Résultat | Unité      | Limite |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|------------|--------|
| EM005 : <b>Degré d'acidité des sols selon BAUMANN GULLY</b> Prestation réalisée sur le site de Saverne (Non accrédité)<br>Potentiométrie - EN 16502                             | <20      | ml/kg M.S. |        |
| 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                                                                                                                                    | 684      | 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).

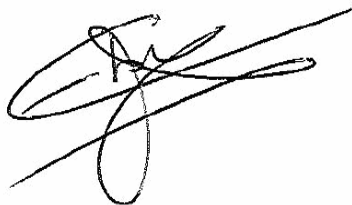
Les résultats et conclusions éventuelles s'appliquent à l'échantillon tel qu'il a été reçu. Le laboratoire n'est pas responsable de la représentativité des échantillons. Les données transmises par le client pouvant affecter la validité des résultats (la date de prélèvement, la matrice, la référence échantillon 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



Anne Eber  
 Technicienne de Laboratoire

**FONDASOL****Aline NOWACKI**

Parc d'activités du Mélantois

Rue des Sorbiers

CS 20541

59262 SAINGHIN EN MELANTOIS

---

**RAPPORT D'ANALYSE**

---

**Dossier N° : 23E167485**

N° de rapport d'analyse : AR-23-LK-204814-01

Référence Dossier : N° Projet : PR.59GT.23.0169-59EN

Nom Projet : PR.59GT.23.0169-59EN

Nom Commande : PR.59GT.23.0169

Référence Commande : PO.59EN.23.0273

Version du : 04/10/2023

Date de réception technique : 13/09/2023

Première date de réception physique : 13/09/2023

Coordinateur de Projets Clients : Clémence BARTHEL / ClemenceBARTHEL@eurofins.com / +33 3 88 91 19 11

| N° Ech | Matrice   | Référence échantillon |
|--------|-----------|-----------------------|
| 001    | Sol (SOL) | SP1 0-1,50 m          |

## RAPPORT D'ANALYSE

**Dossier N° : 23E167485**

Version du : 04/10/2023

N° de rapport d'analyse : AR-23-LK-204814-01

Date de réception technique : 13/09/2023

Première date de réception physique : 13/09/2023

Référence Dossier : N° Projet : PR.59GT.23.0169-59EN

Nom Projet : PR.59GT.23.0169-59EN

Nom Commande : PR.59GT.23.0169

Référence Commande : PO.59EN.23.0273

N° Echantillon

Référence client :

Matrice :

Date de prélèvement :

Date de début d'analyse :

Température de l'air de l'enceinte :

**001**
**SP1 0-1,50**
**m**
**SOL**

12/09/2023

13/09/2023

8.2°C

### Sous-traitance

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

Sulfate dans l'acide (SO4) Agressivité mg/kg

Béton

Classe d'agressivité selon NF EN 206

163

&lt; XA1

EM005 : **Degré d'acidité des sols**

ml/kg M.S.

**selon BAUMANN GULLY**

&lt;20



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.

---

## RAPPORT D'ANALYSE

---

**Dossier N° : 23E167485**

Version du : 04/10/2023

N° de rapport d'analyse : AR-23-LK-204814-01

Date de réception technique : 13/09/2023

Première date de réception physique : 13/09/2023

Référence Dossier : N° Projet : PR.59GT.23.0169-59EN

Nom Projet : PR.59GT.23.0169-59EN

Nom Commande : PR.59GT.23.0169

Référence Commande : PO.59EN.23.0273

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.

Laboratoire agréé par le gouvernement du Grand-Duché de Luxembourg pour l'accomplissement de tâches techniques d'étude et de vérification dans le domaine de l'environnement – Détail disponible sur demande



## Annexe technique

**Dossier N° :23E167485**

N° de rapport d'analyse : AR-23-LK-204814-01

Emetteur : Melle Aline NOWACKI

Commande EOL : 006-10514-1050298

Nom projet : N° Projet : PR.59GT.23.0169-59EN

Référence commande : PO.59EN.23.0273

PR.59GT.23.0169-59EN

Nom Commande : PR.59GT.23.0169

### Sol

| Code  | Analyse                                                                                                                                              | Principe et référence de la méthode   | LQI | Incertitude à la LQ | Unité      | Prestation réalisée sur le site de :                                             |
|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|-----|---------------------|------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| EM005 | Degré d'acidité des sols selon BAUMANN GULLY                                                                                                         | Potentiométrie - EN 16502             | 20  |                     | ml/kg M.S. | Prestation soustraite à Eurofins<br>Analyses Des Matériaux Et<br>Combustibles Fr |
| EM00B | Sulfates solubles dans l'acide (SO4) - Agressivité sur béton<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      |                                                                                  |

## Annexe de traçabilité des échantillons

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

**Dossier N° : 23E167485**

N° de rapport d'analyse : AR-23-LK-204814-01

Emetteur :

Commande EOL : 006-10514-1050298

Nom projet : N° Projet : PR.59GT.23.0169-59EN

Référence commande : PO.59EN.23.0273

PR.59GT.23.0169-59EN

Nom Commande : PR.59GT.23.0169

### Sol

| N° Ech | Référence Client | Date & Heure<br>Prélèvement | Date de Réception<br>Physique <sup>(1)</sup> | Date de Réception<br>Technique <sup>(2)</sup> | Code-Barre | Nom Flacon |
|--------|------------------|-----------------------------|----------------------------------------------|-----------------------------------------------|------------|------------|
| 001    | SP1 0-1,50 m     | 12/09/2023 11:10:00         | 13/09/2023                                   | 13/09/2023                                    |            |            |

(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-23-EM-014802-01      Version du : 03/10/2023

Page 1/2

Dossier N° : 23Q007205

Date de réception : 15/09/2023

Référence Dossier :

Référence Commande : EUFRSA200134922

| N° Ech | Matrice | Référence échantillon | Préleveur |
|--------|---------|-----------------------|-----------|
| 001    | Sols    | 23E167485-001         | 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

20 rue du Kochersberg  
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@Eurofins.com](mailto:Materiaux@Eurofins.com)

## RAPPORT D'ANALYSE

N° de rapport d'analyse : AR-23-EM-014802-01      Version du : 03/10/2023      Page 2/2  
 Dossier N° : 23Q007205      Date de réception : 15/09/2023  
 Référence Dossier :  
 Référence Commande : EUFRSA200134922

N° Echantillon : **23Q007205-001**      Référence : 23E167485-001  
 Date de prélèvement : 12/09/2023  
 Début d'analyse : 20/09/2023  
 Description échantillon : SP1 0-1,50 m -

### Essais Chimiques

|                                                                                                                                                                                 | Résultat | Unité      | Limite |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|------------|--------|
| EM005 : <b>Degré d'acidité des sols selon BAUMANN GULLY</b> Prestation réalisée sur le site de Saverne (Non accrédité)<br>Potentiométrie - EN 16502                             | <20      | ml/kg M.S. |        |
| 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                                                                                                                                    | 163      | 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).

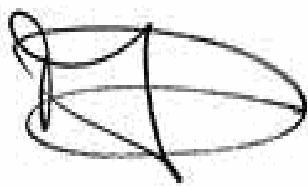
Les résultats et conclusions éventuelles s'appliquent à l'échantillon tel qu'il a été reçu. Le laboratoire n'est pas responsable de la représentativité des échantillons. Les données transmises par le client pouvant affecter la validité des résultats (la date de prélèvement, la matrice, la référence échantillon 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



[www.groupefondasol.com](http://www.groupefondasol.com)

## AGENCE DE LILLE

50, allée des sorbiers  
Parc d'Activités du Mélantois  
CS 20541 – 59815 LESQUIN

☎ 03.20.14.99.40  
✉ [lille@groupefondasol.com](mailto:lille@groupefondasol.com)