

Agence de SAINT-VENANT  
64 Route de Saint-Floris  
62350 SAINT-VENANT

Tél : 03 21 56 51 57  
contact62@geotechnique-sas.com



**GÉotechnique**  
sciences de la terre sas

# RAPPORT D'ETUDE GEOTECHNIQUE DE CONCEPTION G2 PHASE PRO

Localisation  
**LILLE (59)**

Projet  
**Création d'une voie pompier**

Maître d'Ouvrage  
**UGECAM**



**REFERENCE: ACr2024-03-268-G2 PRO**

Ind.	Date	Contenu	Rédacteur	Vérificateur	Observations
A	05/06/2024	35 pages + annexes	A. CARPENTIER	-	1 <sup>ère</sup> diffusion

*Référentiel document : v2.2 22/01/2024*

## PLAN DU RAPPORT

<b>1. PRESENTATION .....</b>	<b>3</b>
1.1. Définition de l'opération .....	3
1.2. Contrat – Mission géotechnique .....	3
1.3. Cadre réglementaire .....	4
1.4. Documents communiqués .....	4
1.5. Caractéristiques du projet .....	5
1.6. Caractéristiques générales du site .....	6
1.6.1. Localisation .....	6
1.6.2. Caractéristiques de la zone d'étude .....	7
1.6.3. Contextes géologique & hydrogéologique .....	7
1.6.4. Enquête historique sommaire .....	10
1.7. Risques naturels .....	10
1.7.1. Risque d'inondation .....	10
1.7.2. Risque de remontée de nappe .....	11
1.7.3. Exposition au retrait-gonflement des argiles .....	12
1.7.4. Présence de cavités / risque karstique .....	13
1.7.5. Mouvements de terrains .....	13
1.7.6. Amiante naturelle .....	13
1.7.7. Risque sismique .....	14
1.7.8. Arrêtés de catastrophes naturelles .....	15
<b>2. INVESTIGATIONS GEOTECHNIQUES .....</b>	<b>17</b>
2.1. Implantation et nivellement .....	17
2.2. Investigations réalisées .....	17
2.2.1. Sondages de reconnaissance .....	17
2.2.2. Essais en laboratoire .....	17
<b>3. SYNTHESE GEOTECHNIQUE .....</b>	<b>19</b>
3.1. Coupe stratigraphique du terrain - caractéristiques mécaniques .....	19
3.2. Résultats d'essais en laboratoire .....	20
3.3. Exposition au retrait-gonflement des sols argileux .....	21
3.4. Agressivité des sols et eaux sur le béton .....	21
3.5. Niveaux des eaux souterraines .....	22
3.6. Reconnaissances sur ouvrages existants et mitoyens .....	23
<b>4. APPLICATIONS GEOTECHNIQUES A L'AVANT-PROJET .....</b>	<b>24</b>
4.1. Modèle géotechnique retenu .....	24
4.2. Niveaux caractéristiques des eaux souterraines .....	24
4.3. Principes généraux de terrassements .....	24
4.3.1. Préambule .....	24
4.3.2. Recommandations générales .....	25
4.3.3. Travaux préparatoires .....	25
4.3.4. Aménagement des plateformes .....	26
4.4. Conception de la voie pompier .....	27

4.4.1. Assise de la structure de voirie (P.S.T.) .....	27
4.4.2. Structure de voirie .....	28
4.4.3. Critères de réception .....	33

<b>5. ALEAS RESIDUELS ET RISQUES ASSOCIES .....</b>	<b>34</b>
<b>6. CONDITIONS GENERALES DE VALIDITE DU RAPPORT .....</b>	<b>35</b>

Annexe 1 :	<b>Extrait de la norme NF P 94-500 de novembre 2013</b>
Annexe 2 :	<b>Conditions de validité de l'étude</b>
Annexe 3 :	<b>Implantation des sondages</b>
Annexe 4 :	<b>Coupes des sondages</b>
Annexe 5 :	<b>Essais en laboratoire</b>

*Le présent document devient la propriété du client uniquement après paiement intégral de la prestation correspondante.*

# 1. PRESENTATION

## 1.1. Définition de l'opération

Le Maître d'Ouvrage UGECAM envisage la création d'une voie pompier sur un terrain situé rue du Docteur Charcot à LILLE (59).

Les principaux intervenants du projet sont :

- Maître d'Ouvrage : UGECAM

## 1.2. Contrat – Mission géotechnique

Notre offre d'étude géotechnique référencée ACr2024-03-261/1 en date du 23/02/2024 a été acceptée le 08/03/2024 (marché n°012241619) par **UGECAM**.

Conformément à notre offre et selon la norme AFNOR NF P 94-500 de novembre 2013, il s'agit d'une **mission géotechnique de conception** comprenant uniquement la **phase Avant-Projet** (G2 AVP).

Elle consiste à :

- Définir un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser, en assurer le suivi technique et en exploiter les résultats ;
- Synthétiser les hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade du projet ;
- Établir les notes techniques donnant les choix constructifs pour les travaux suivants :
  - Terrassements et soutènements associés,
  - Assises de la voie,
- Établir les notes de calcul de dimensionnement correspondantes ;
- Préciser les conditions de terrassements associées à la réalisation du projet ;
- Donner les dispositions à suivre vis-à-vis de la nappe et des avoisinants,

Il convient de rappeler que les aspects non exhaustifs suivants ne font pas partie de la mission :

- Les études environnementales éventuelles (diagnostic de pollution, voisinage, etc...) ;
- La reconnaissance des anomalies géotechniques en dehors de l'emprise des investigations.

Concernant les eaux souterraines, les informations hydrogéologiques intégrées à la présente mission sont limitées aux résultats de l'enquête documentaire générale et au report des niveaux d'eaux mesurés en cours d'investigations.

Si ces éléments peuvent être de nature à induire un éventuel impact sur le projet, une étude hydrogéologique spécifique pourra être réalisée dans les phases ultérieures d'études en adéquation avec les objectifs et les enjeux au regard du projet.

### 1.3. Cadre réglementaire

Les textes normatifs et documents de référence appliqués dans le cadre de cette étude sont les suivants :

- Eurocode 7 – Calculs géotechniques
- Guide Technique SETRA-LCPC « réalisation des remblais et des couches de formes » Fascicules I et II *dit* GTR 92
- Normes AFNOR en vigueur concernant les travaux de sondages, des essais in situ ou de laboratoire

### 1.4. Documents communiqués

Les documents suivants nous ont été communiqués :

<i><b>Document</b></i>	<i><b>Fourni par</b></i>	<i><b>Référence</b></i>	<i><b>Format</b></i>	<i><b>Date</b></i>
Lettre de consultation	UGECAM	2024-03 CLRP études de sol	PDF	03/2024
Plan de localisation de la voie pompier		Piste pompier V4	PDF	19/01/2024



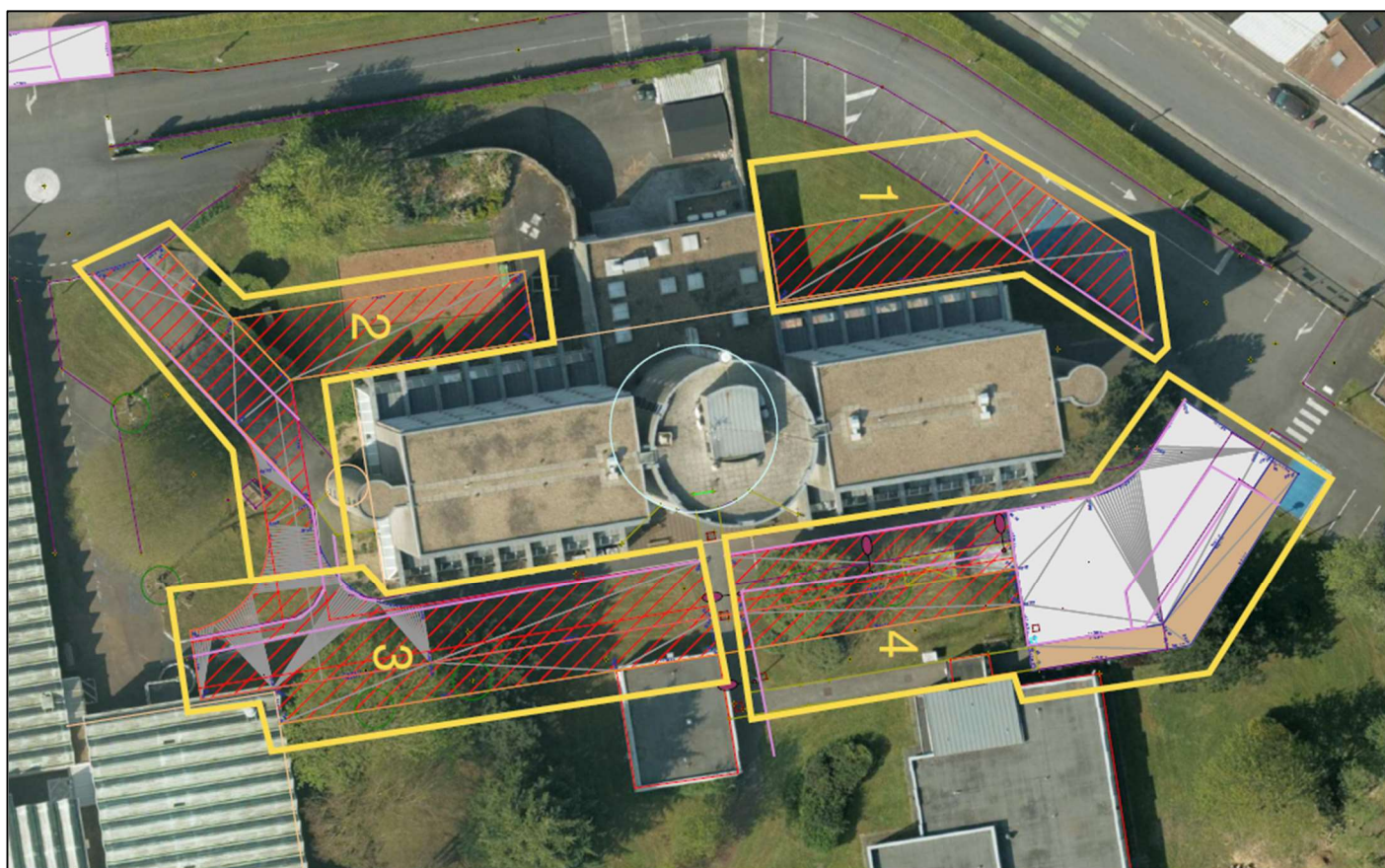
## 1.5. Caractéristiques du projet

Les caractéristiques principales du projet dont nous disposons sont les suivantes :

- Cote TN du site lors des investigations à environ 24.00 NGF d'après le site [geoportail.gouv.fr](http://geoportail.gouv.fr),
- Création d'une voie pompier au CLRP à Lille,
- Cote projet supposé à la cote de 24.00 m NGF.

Compte tenu de la topographie du site et des caractéristiques du projet, les terrassements induits seront faibles, de l'ordre de +/- 1.00 m, et se limiteront essentiellement à l'aménagement des plateformes de chantier et de support d'ouvrages au sol (parkings, voiries, dallages).

*Ci-après, un extrait du plan masse du projet :*



Les caractéristiques du projet communiquées sont :

- Trafic T5, 1 PL/Jour
- Durée de service 25 ans
- Plateforme PF2 = 50 MPa



## 1.6. Caractéristiques générales du site

### 1.6.1. Localisation

Le terrain concerné par la présente étude se situe rue Docteur Charcot sur la commune de LILLE (59) et correspond à la parcelle cadastrale n°2 section TH.

Ci-après, un plan de localisation de l'opération :



Source : [www.géoportail.fr](http://www.géoportail.fr)

Ci-après, un extrait d'image aérienne avec localisation du projet :



Source : [www.géoportail.fr](http://www.géoportail.fr)



### 1.6.2. Caractéristiques de la zone d'étude

Les éléments principaux à retenir concernant la configuration du site sont les suivants :

- Le terrain est occupé par un bâtiment de type R+5 (Centre Lillois de Réadaptation Professionnelle),
- L'altimétrie de la parcelle est d'environ 24.00 m NGF d'après les données recueillies sur le site Géoportail,
- La parcelle est délimitée par :
  - La rue Frédéric Combemale au nord,
  - La rue Jacques Malbernat à l'Est,
  - La rue Henri Ghesquière au Sud,
  - La rue du Docteur Charcot à l'Ouest.

### 1.6.3. Contextes géologique & hydrogéologique

D'après les données de la carte géologique au 1/50000 du secteur (cf. extrait inséré ci-après), la succession lithologique attendue est la suivante :

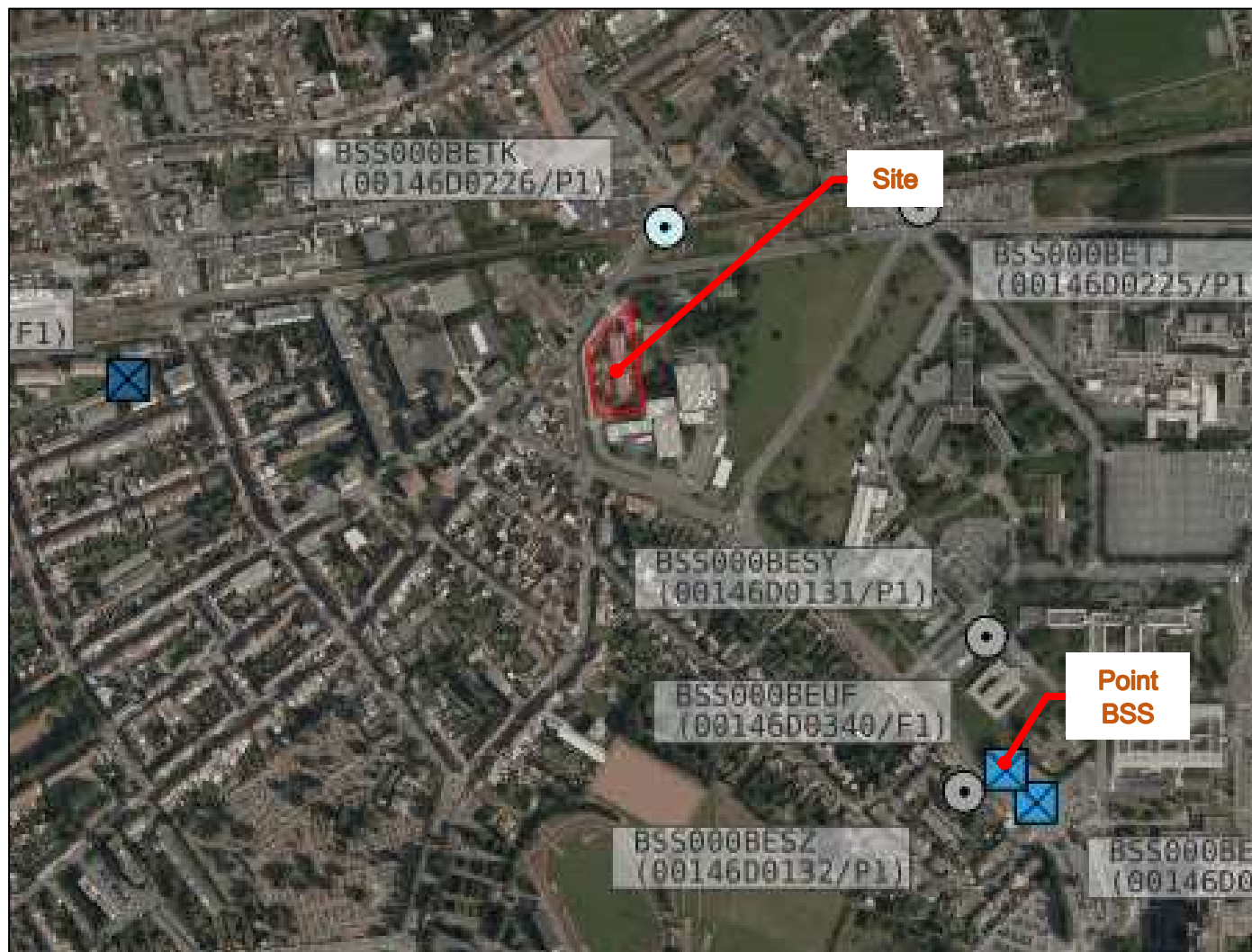
- Terre végétale, éventuels remblais et sols remaniés,
- Limons de plateaux,
- Craie du Sénonien.

*Extrait de la carte géologique au 1/50000 :*

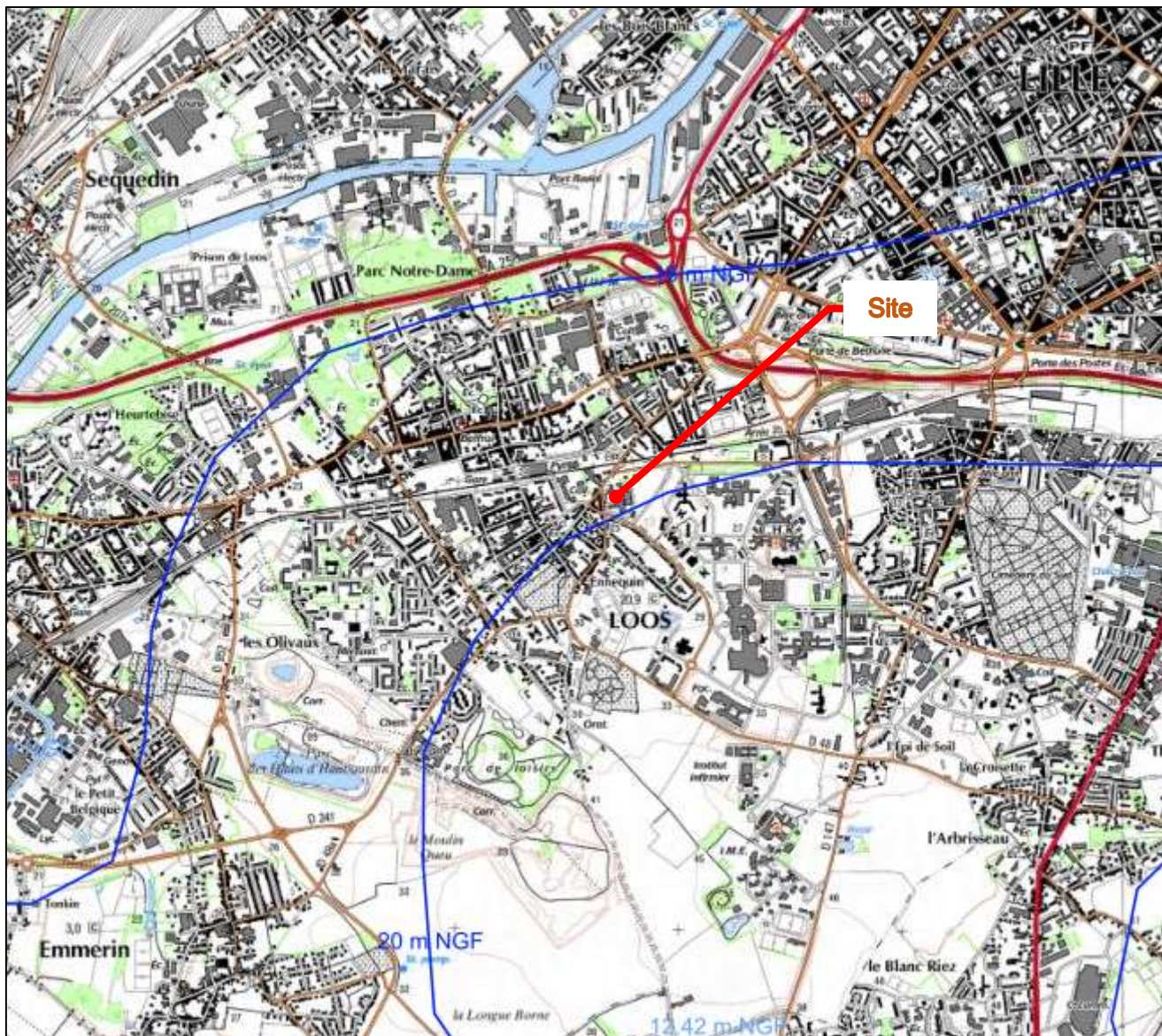




Les données piézométriques disponibles sur le site INFOTERRE indiquent la présence de la nappe vers 16.35 m NGF en aout 1930 soit vers 7.65 m de profondeur sur un ouvrage référencé BSS000BEUF, situé à proximité de la zone d'étude et dans le même contexte géologique.



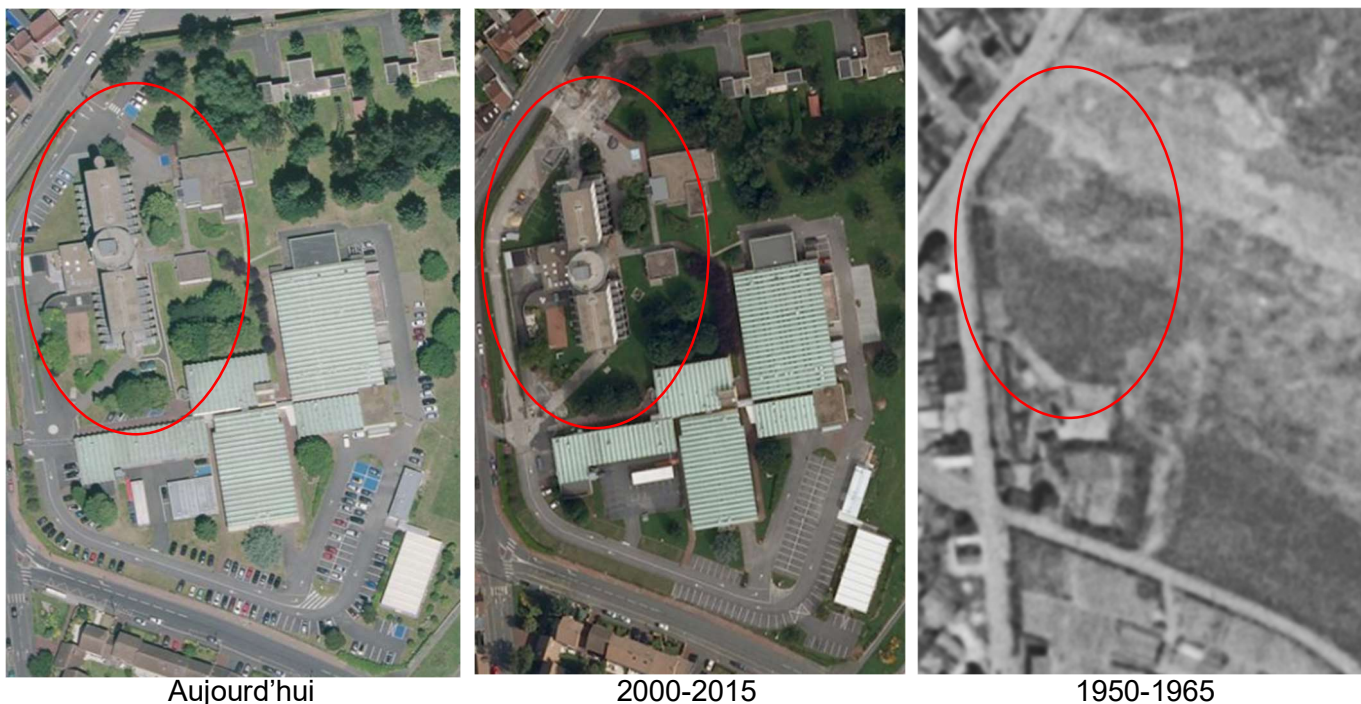
D'après les données du SIGES Nord-Pas De Calais, les isopièzes du niveau de la nappe de la craie, en 2009 en période de hautes eaux, est proche de 20.00 m NGF au droit du site d'étude, soit vers 4.00 m de profondeur environ.





#### 1.6.4. Enquête historique sommaire

En raison de l'occupation antérieure et actuelle du site, une enquête bibliographique historique sommaire a été effectuée sur la base de données disponibles (archives des images aériennes, recherche sur le net, ...).



L'enquête a révélé qu'avant 1965, la parcelle étudiée servait de champ agricole, avant que la construction du centre de réadaptation professionnelle ne vienne s'y établir en 1981.

### 1.7. Risques naturels

Les risques naturels relevés au droit du site, qui peuvent avoir une incidence sur l'interaction sol-structure, sont synthétisés ci-après (données Infoterre).

A noter que les risques naturels sans lien direct avec la stabilité des ouvrages (présence d'amiante, présence de radon, présence de pollutions de sol, etc...) ne sont pas l'objet de l'étude géotechnique et ne sont donc pas répertoriés.

#### 1.7.1. Risque d'inondation

D'après les données dont nous disposons (Géorisques), la zone d'étude se situe hors zone de PPRI.

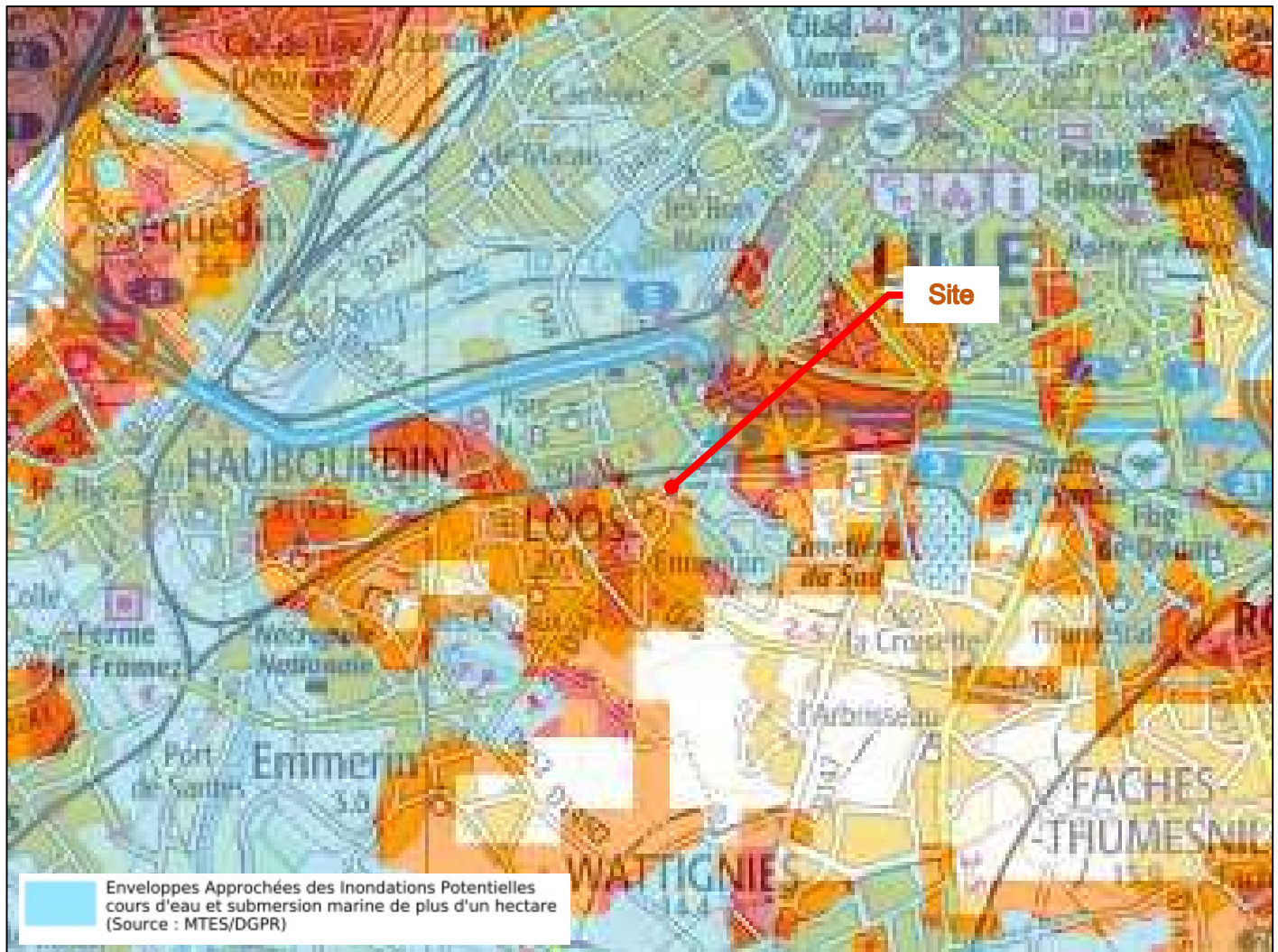
Il est de la responsabilité du Maître d'Ouvrage de se renseigner sur le risque réel d'inondation auprès des services d'urbanisme (P.L.U. notamment). Des dispositions de protection des ouvrages peuvent être prescrites et devront être dimensionnées par un bureau d'étude hydraulique.



### 1.7.2. Risque de remontée de nappe

D'après les données issues du BRGM, le site est localisé l'enveloppes approchée des inondations potentielles cours d'eau (zone bleue).

*Extrait de la carte de « Remontées de nappe » du BRGM (source Géorisques) :*



### 1.7.3. Exposition au retrait-gonflement des argiles

D'après les indications du BRGM, le projet se trouve dans une zone d'exposition faible au retrait-gonflement des argiles.

*Extrait de la carte d'aléa retrait / gonflement des argiles :*

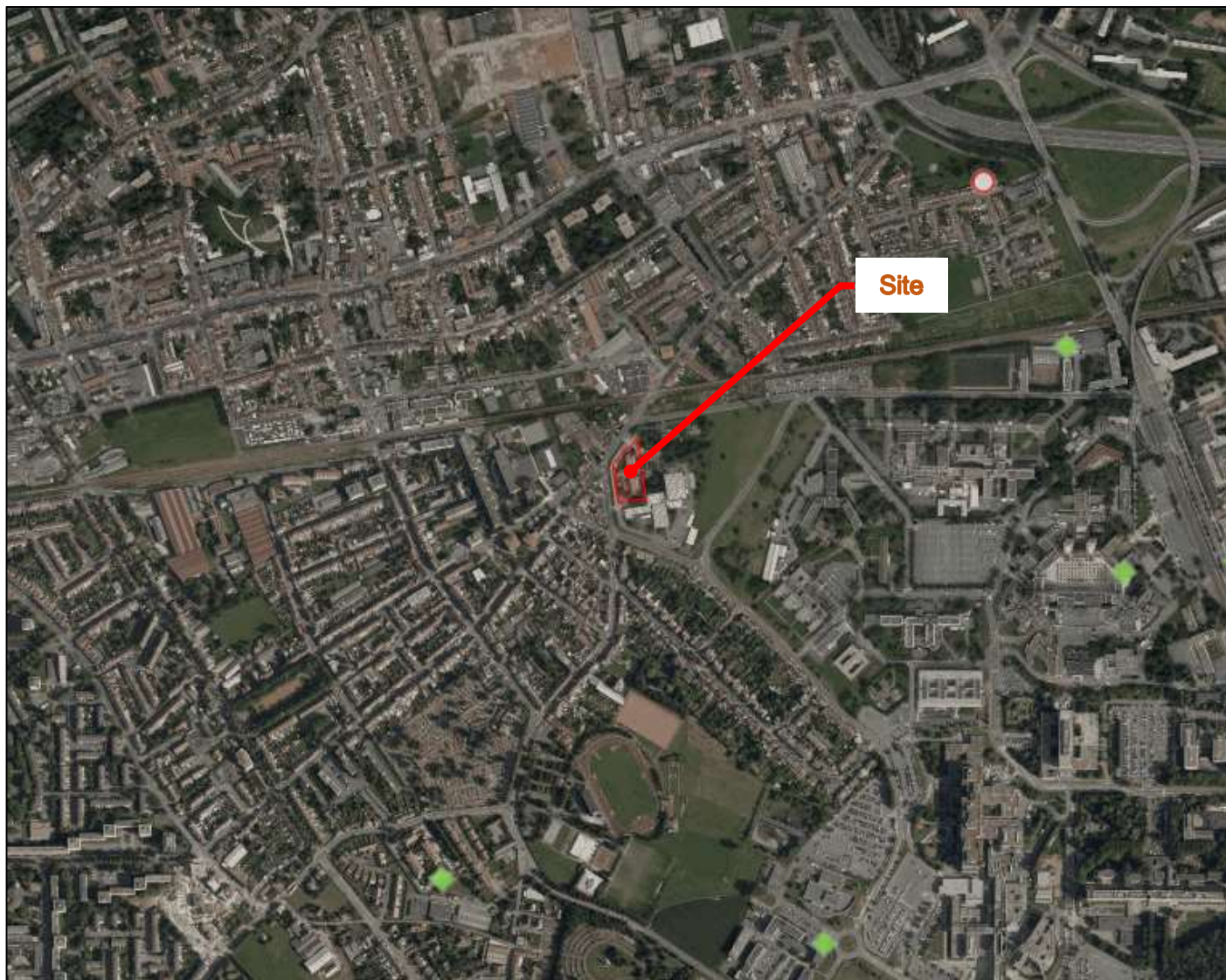




#### 1.7.4. Présence de cavités / risque karstique

Aucune cavité référencée n'est signalée dans la zone du projet.

*Extrait de la carte INFOTERRE relative aux cavités répertoriées :*



Selon les cartes d'INFOTERRE, le projet se trouve entre 700 et 800 m de cavités référencées.

#### 1.7.5. Mouvements de terrains

Aucun mouvement de terrain n'est signalé sur le site INFOTERRE dans la zone du projet.

#### 1.7.6. Amiante naturelle

Selon les cartes d'INFOTERRE, la commune ne fait pas l'objet d'une cartographie au 1/50 000 du risque d'amiante environnemental. A l'échelle 1/1 000 000, le terrain est classé à titre indicatif en zone de susceptibilité nulle.





Le décret relatif aux modalités d'application de la norme sur l'amiante environnemental n'est pas encore publié mais la Maitrise d'Ouvrage peut solliciter un BE spécialisé pour effectuer un diagnostic amiante conformément à la norme NF P 94-001.

#### **1.7.7. Risque sismique**

Selon la réglementation parasismique applicable depuis le 1<sup>er</sup> mai 2011, le projet se trouve sur une commune classée en zone de sismicité 2.

### 1.7.8. Arrêtés de catastrophes naturelles

A titre informatif, ci-dessous, la liste des arrêtés de catastrophes naturelles survenues sur la commune :

Code NOR	Libellé	Début le	Sur le journal officiel du
IOCE0831273A	Inondations et/ou Coulées de Boue	02/06/2008	31/12/2008
IOCE0823835A	Inondations et/ou Coulées de Boue	15/05/2008	10/10/2008
IOCE0771383A	Inondations et/ou Coulées de Boue	20/07/2007	25/11/2007
INTE0500890A	Inondations et/ou Coulées de Boue	04/07/2005	30/12/2005
INTE0100409A	Inondations Remontée Nappe	01/12/2000	18/07/2001
INTE0100107A	Inondations et/ou Coulées de Boue	15/09/2000	23/03/2001
INTE0000626A	Inondations et/ou Coulées de Boue	27/07/2000	22/11/2000
INTE9900627A	Inondations et/ou Coulées de Boue	25/12/1999	30/12/1999
INTE9900488A	Inondations et/ou Coulées de Boue	07/07/1999	04/12/1999
INTE9900488A	Inondations et/ou Coulées de Boue	26/06/1999	04/12/1999
INTE9800356A	Inondations et/ou Coulées de Boue	01/08/1998	03/10/1998
INTE9800324A	Inondations et/ou Coulées de Boue	06/06/1998	22/08/1998
INTE9200181A	Inondations et/ou Coulées de Boue	06/07/1991	03/04/1992
INTE9200181A	Inondations et/ou Coulées de Boue	01/01/1990	03/04/1992
BUDD8750074A	Inondations et/ou Coulées de Boue	17/07/1987	30/10/1987

Identifiant	Type	Nom
<a href="#">NPCAW0000365</a> 	carrière	Carrière à l'angle rues Charles Gide et Marcelin Krebs
<a href="#">NPCAW0000428</a> 	carrière	Carrière rue de l'Océanie, rue de l'Amérique, cimetière sud, square du Pacifique
<a href="#">NPCAW0000435</a> 	carrière	Carrière école Turgot, rue du Général de Wet
<a href="#">NPCAW0000437</a> 	carrière	Carrière rue du Bel-Air
<a href="#">NPCAW0000439</a> 	indéterminé	rue des Roses, rue des Myosotis
<a href="#">NPCAW0000443</a> 	carrière	Carrière rues Richard Wagner, Désiré Bondues, Désiré Verhaeghe, Henri Dillies, Place Albert Thomas
<a href="#">NPCAW0000475</a> 	carrière	Carrière rue François Coppée
<a href="#">NPCAW0000476</a> 	carrière	Carrière rues Courtois, Jean Walter, Frédéric Combemale et chemin de Bargues
<a href="#">NPCAW0000479</a> 	carrière	Effondrement rue de Cannes
<a href="#">NPCAW0000480</a> 	carrière	Carrière rue du Vaisseau Le Vengeur et Faubourg d'Arras

Code NOR	Libellé	Début le	Sur le journal officiel du
INTE9500699A	Sécheresse	01/01/1993	07/01/1996
INTE9200181A	Sécheresse	06/07/1991	03/04/1992
INTE9300656A	Sécheresse	01/01/1991	28/12/1993
INTE9200181A	Sécheresse	01/01/1990	03/04/1992



## 2. INVESTIGATIONS GEOTECHNIQUES

### 2.1. Implantation et nivellement

L'implantation des sondages et essais in situ figure sur le plan d'implantation joint en annexe 3. Elle a été définie en fonction de la configuration du projet, des emprises disponibles sur le site et de la localisation des réseaux enterrés.

Les sondages n'ont pas été nivelés à ce stade du projet, il conviendra de réaliser le rattachement des têtes des sondages lors de la réalisation du plan topographique du site.

### 2.2. Investigations réalisées

#### 2.2.1. Sondages de reconnaissance

Les investigations suivantes ont été réalisées dans le cadre de la présente mission G2 PRO :

Type de sondage	Référence	Prof. / TN (m)
<b>Sondages semi-destructifs</b> Méthode de forage : tarière hélicoïdale continue Ø 64 mm	TA1	6.00
	TA2	6.00
<b>Fouilles de reconnaissance de fondations</b>	RF1	*
	RF2	2.00
<b>Essais au pénétromètre dynamique lourd</b> Norme NF EN ISO 22476-2 Méthode : DPSH-B avec un chenillard de type EMCI P1.70	PD1	7.80 (refus)
	PD2	10.00

\* : non réalisée pour cause de réseau enterré.

Les résultats détaillés des sondages et essais sont insérés en annexe 4.

#### 2.2.2. Essais en laboratoire

Les essais en laboratoire décrits dans le tableau ci-dessous ont été effectués :

Type d'essai	Quantité
Teneur en eau naturelle - NF EN ISO 17892-1	2
Analyse granulométrique par tamisage - NF EN ISO 17892-4	2
Valeur au bleu du sol (VBS) - NF P 94-068	2
Classification des sols (GTR 92) - NF P 11-300	2

Les analyses chimiques suivantes ont été réalisées par un laboratoire d'analyses spécialisé :

Critère	Quantité
Agressivité des sols vis-à-vis du béton Norme NF EN 206	1

Les procès-verbaux des essais en laboratoire sont insérés en annexe 5.

### 3. SYNTHÈSE GEOTECHNIQUE

La description lithologique des terrains a été établie à partir des résultats des investigations effectuées et par corrélation entre les éléments suivants :

- les échantillons remaniés prélevés à la tarière hélicoïdale avec une précision verticale de +/- 20 cm ;
- la visualisation des sols dans les sondages à la pelle ;
- les diagrammes de résistance dynamique de pointe qui permettent d'apprécier la compacité des sols meubles jusqu'au refus éventuel avec une mesure tous les 20 cm ;
- les essais en laboratoire, notamment la valeur au bleu qui permettent d'appréhender le degré d'argilosité des sols ;
- les analyses granulométriques des sols.

Les limites de couches au droit des essais au pénétromètre dynamique sont interprétées ou extrapolées à partir des diagrammes de résistance dynamique de pointe. Il s'agit d'essais complémentaires pour resserrer la maille inter-sondages.

Nota : la profondeur des formations est donnée par rapport au terrain tel qu'il était au moment des investigations.

#### 3.1. Coupe stratigraphique du terrain - caractéristiques mécaniques

##### ➤ **TV : Terre végétale**

*Cette formation correspond au recouvrement superficiel du terrain. Elle est impropre à toute construction.*

- Profondeur de la base : de 0.10 à 0.40 m

Des variations d'épaisseur, parfois importantes, de la couche de **terre végétale** (TV) sont à attendre dans l'emprise du projet.

##### ➤ **R : Remblais (limon à limon argileux, marron, beige, noir à rouge, avec briques rouges, cailloutis divers)**

*Cette formation correspond aux remblais d'aménagement du site.*

- Profondeur du toit : de 0.10 à 0.40 m
- Profondeur de la base : 2.60 m en TA1 et TA2, > 2.00 m en RF2 (profondeur maximale investiguée)
- Caractéristiques mécaniques :
  - Résistance dynamique de pointe ( $q_d$ ) :  $0.9 \leq q_d \leq 13.5$  MPa

Des variations de nature et d'épaisseur des **remblais** (R) sont à attendre dans l'emprise du projet. Le site n'étant pas complètement vierge (présence de réseaux enterrés, démolitions, ...), nous attirons l'attention des différents intervenants sur les points suivants :

- un potentiel remaniement partiel ou général du terrain en surface lors des différents aménagements successifs,
- la mise en œuvre antérieure de remblais autochtones et/ou d'apports sur des épaisseurs différentes,
- la nécessité de comparer le plan topographique originel du site à l'actuel afin d'apprécier les épaisseurs de terrain remanié.



➤ **S1 : Limon crayeux beige**

*Cette formation correspond aux limons des plateaux ou à la frange d'altération du substratum crayeux du Sénonien*

- Profondeur du toit : 2.60 m
- Profondeur de la base : de 3.30 à 4.30 m
- Caractéristiques mécaniques :
  - Résistance dynamique de pointe ( $q_d$ ) :  $3.0 \leq q_d \leq 5.5$  MPa

➤ **S2 : Craie limoneuse, craie**

*Cette formation correspond au substratum crayeux du Sénonien*

- Profondeur du toit : de 3.30 à 4.30 m
- Profondeur de la base : > 6.00 m (profondeur maximale investiguée)
- Caractéristiques mécaniques :
  - Résistance dynamique de pointe ( $q_d$ ) :  $2.0 \leq q_d \leq 27.5$  MPa (refus)

### 3.2. Résultats d'essais en laboratoire

Le tableau suivant présente les résultats des essais en laboratoire :

Sondage	TA1	TA2
Identifiant du sol	R	R
Nature de sol	Remblais	Remblais
Profondeur de l'échantillon soumis aux essais (m/TN)	0.10 à 1.60	0.10 à 1.00
Teneur en eau naturelle $W_{nat}$ (%)	23.8	15.6
Dmax (mm)	20	10
Passant 80 $\mu$ m (%)	68.3	80.5
Valeur au bleu du sol VBS (%)	1.5	2.2
<b>Classe GTR</b>	<b>A<sub>1</sub></b>	<b>A<sub>1</sub></b>

### 3.3. Exposition au retrait-gonflement des sols argileux

Les résultats des essais en laboratoire détaillés précédemment permettent d'évaluer le risque de retrait-gonflement des argiles en période sèche en se basant sur le référentiel établi par le LCPC en 2000 dans son bulletin de liaison 229 (bl229) et sur notre retour d'expérience alliant la nouvelle cartographie du BRGM d'août 2019 et les diagnostics géotechniques effectués ces dernières années :

<b>Passant à 80 <math>\mu</math>m (%)</b>	<b>Valeur au bleu VBS</b>	<b>Activité des argiles <math>A_{CB}</math></b>	<b>Exposition au retrait du sol</b>
> 80	> 4	> 10	Forte
> 40	1.5 à 4	4 à 10	Moyenne
< 40	< 1.5	< 4	Faible

L'Activité des argiles selon LAUTRIN correspond à la VBS divisée par le passant à 2  $\mu$ m (établie par sédimentométrie :  $100 \text{ VBS} / \%_{2\mu\text{m}}$ )

Le tableau ci-dessous rappelle les caractéristiques obtenues :

<b>Sol</b>	<b>Passant à 80 <math>\mu</math>m (%)</b>	<b>Valeur au bleu VBS</b>	<b>Activité des argiles <math>A_{CB}</math></b>	<b>Exposition au retrait du sol</b>
R	68.6	1.5	-	Moyenne
R	80.5	2.2	-	Moyenne

Il résulte que les sols en place sont moyennement au phénomène de retrait-gonflement. Il y a donc lieu de prévoir des dispositions constructives spécifiques concernant les ouvrages au sol et des précautions concernant l'aménagement général de la propriété (végétation, gestion des eaux...). Ces éléments seront présentés ultérieurement dans ce rapport.

### 3.4. Agressivité des sols et eaux sur le béton

Les analyses chimiques effectuées sur les sols et l'eau de la nappe donnent les résultats suivants :

	Seuils				Valeurs échantillons
	« XA0 »	XA1	XA2	XA3	
Critères sur sols					
Acidité (ml/kg)	≤ 200	> 200	-	-	24
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (mg/kg)	< 2000	2000 à 3000	> 3 000 à 12000	> 12000 à 24000	650

Il résulte que les XXX ne présentent pas un caractère agressif vis-à-vis du béton. La classe retenue est < XA1 ou « XA0 » (dénomination admise).

Cette classification est à compléter par rapport à d'autres critères qui ne relèvent pas de la géotechnique.

### 3.5. Niveaux des eaux souterraines

Le tableau des relevés de niveaux est présenté ci-après :

<i>Référence du sondage</i>	<i>Profondeur du niveau d'eau /TN (m)</i>
PD1	Eboulé à 0.30
PD2	5.06
TA1	Pas d'eau jusqu'à 6.00 m
TA2	Pas d'eau jusqu'à 6.00 m
RF2	Pas d'eau jusqu'à 2.00 m

Des circulations d'eaux erratiques ne sont pas à exclure au sein des formations superficielles notamment en période pluvieuse.

Nous rappelons que le régime hydrogéologique est variable dans le temps, en fonction notamment des caractéristiques des formations géologiques en place et de la pluviométrie régionale.

Le délai de réponse des eaux souterraines (nappe massique ou circulations isolées), au droit d'un forage ou d'une excavation de surface limitée est variable en fonction de la perméabilité du sol. Dans les sols fins, ce délai peut atteindre plusieurs jours, notamment dans le cas des sols fortement argileux.

Des circulations d'eau peuvent également se produire au sein des remblais en zone urbanisée.

De même, en milieu urbain, la présence de venues d'eau ponctuelles peut être associée à des fuites de réseaux enterrés ou à des circulations induites par les tranchées de réseaux.

*Nota : ces relevés restent ponctuels. Un suivi piézométrique associé à une étude hydrogéologique doit être effectué dans les phases ultérieures d'études afin de définir les niveaux caractéristiques de la nappe.*



### 3.6. Reconnaissances sur ouvrages existants et mitoyens

Les coupes des fouilles de reconnaissance des fondations sont présentées en annexe. Nous rappelons que la reconnaissance RF1 n'a pu être réalisé compte tenu de la présence de réseau enterré. Le tableau inséré ci-après présente les principaux résultats :

<i>Excavation</i>	<i>RF2</i>
<i>Ouvrage concerné</i>	<i>Mur</i>
Type de fondation visualisée	Non reconnue
Débord extérieur (m)	-
Épaisseur de semelle (m)	Non reconnue
Hauteur du soubassement (m)	> 2.00
Profondeur d'assise (m)	Non reconnue
Sol d'assise correspondant	Non reconnue

Remarque : En raison des emprises restreintes disponibles ces reconnaissances sont limitées. Les relevés effectués sont ponctuels et ne représentent pas la totalité des fondations existantes. Des variations de géométrie et de profondeur sont donc possibles. Des reconnaissances complémentaires seront probablement nécessaires en phase PRO et EXE.

## 4. APPLICATIONS GEOTECHNIQUES A L'AVANT-PROJET

### 4.1. Modèle géotechnique retenu

Le modèle géotechnique a pour but de fixer la coupe de sols et les propriétés mécaniques caractéristiques que nous avons retenues pour chaque faciès, en vue de réaliser les calculs de prédimensionnement des ouvrages géotechniques.

Les paramètres indiqués dans le modèle sont les plus représentatifs au regard des résultats des essais, des hétérogénéités observées dans chaque sol et du nombre d'essais.

Les caractéristiques retenues sont données dans le tableau ci-après :

<i><b>Id.</b></i>	<i><b>Nature du sol</b></i>	<i><b>Prof. base de la couche / TN (m)</b></i>	<i><b>Résistance de pointe <math>q_d</math> (MPa)</b></i>
TV/R	Terre végétale / Remblais	2.60	2.0
S1	Limon crayeux	4.30	3.0
S2a	Craie limoneuse, craie	8.00	2.5
S2b	Craie	> 10.00	12.0

$q_d$  : résistance dynamique de pointe

Note importante : la profondeur et la cote altimétrique des différentes limites de couches étant variables, elles seront considérées au cas par cas en fonction du type de structure considéré et du modèle de calcul le plus pertinent (type « modèle de terrain » ou sondage spécifique).

### 4.2. Niveaux caractéristiques des eaux souterraines

Le contexte hydrogéologique du site est caractérisé par la présence d'une nappe qui aura un impact sur les travaux et/ou sur les structures définitives. En absence de données historiques suffisantes la concernant, les niveaux piézométriques caractéristiques nécessaires à la conception du projet, notamment le niveau des eaux exceptionnelles - EE, le niveau des eaux hautes – EH, le niveau des eaux fréquents - EF, ne sont pas connus. **La détermination de ces niveaux doit être effectuée dans le cadre d'une étude hydrogéologique spécifique indépendante des études géotechniques.**

### 4.3. Principes généraux de terrassements

#### 4.3.1. Préambule

Les mouvements de terres associés aux principes généraux de terrassement concernent les déblais de pleine masse, les fouilles de fondations et l'aménagement des plateformes (dallage, voirie, etc...).

### 4.3.2. Recommandations générales

- L'ensemble des terrassements devra être réalisé conformément au Guide Technique pour la réalisation des Remblais et des couches de forme (GTR 92).
- La terre végétale ainsi que les matériaux impropres à l'assise des plateformes devront être préalablement décapés.
- L'entreprise devra, dans la mesure du possible, réaliser une pente d'évacuation des eaux au niveau des fonds de forme, de manière à les canaliser vers un exutoire approprié.
- La réalisation des déblais devra respecter les conditions d'exécution suivantes :
  - Procéder au terrassement de la dernière couche de sol « en retro », sans faire évoluer les engins sur la pleine masse définitive.
  - Interrompre les travaux lorsque les conditions météorologiques sont trop défavorables.
- La surveillance de l'évolution des conditions météorologiques en incombe au terrassier qui devra prévoir à l'avance les mesures et dispositions conservatoires visant à protéger la qualité et la compacité de la plateforme dans le cas d'une dégradation pluvieuse (arrêt anticipé du chantier, protection et fermeture du fond de fouille, conservation d'une garde protectrice de terrassement, etc...).
- Par ailleurs, afin d'éviter des purges supplémentaires de matériaux détériorés par les eaux météoriques notamment, il est préférable de conserver une garde de 20 cm d'épaisseur de sol au niveau du fond de fouille général, qui sera enlevée au dernier moment, si celui-ci doit rester plusieurs jours à l'air libre.

### 4.3.3. Travaux préparatoires

#### 4.3.3.1. *Décapage de surface*

Avant tous travaux de terrassement en déblai, il conviendra de recenser la position de l'ensemble des réseaux enterrés et de veiller à leur neutralisation, à leur pontage ou à leur dévoiement.

En cas de dévoiement de réseau, nous recommandons de prévoir un relevé par un géomètre de toutes les infrastructures enterrées qui seront purgées et/ou dévoyées. Ce relevé permettra par ailleurs d'adapter le calepinage des fondations projetées ou d'anticiper les difficultés de terrassements qui pourraient être rencontrées.

Ensuite, il s'agira de procéder au décapage intégral de la végétation y compris l'abattage des arbres et l'arrachage complet des souches puis de la terre végétale.



#### 4.3.4. Aménagement des plateformes

Compte tenu de l'altitude rasante du projet, des épaisseurs de structures au sol et de la couche de forme, estimées globalement à 1.00 m, le niveau de fond de forme devrait se situer vers la cote 23.00 m NGF au plus bas.

##### 4.3.4.1. *Drainage du terrain*

Les sols impactés par les terrassements sont sensibles à l'eau et leur portance peut se dégrader rapidement.

L'importance du dispositif, en termes de densité et de profondeur des ouvrages ainsi que de capacité de pompage, devra être adaptée à l'importance des arrivées d'eau et aux sources de réalimentation. Les eaux captées devront être évacuées vers un exutoire stable et pérenne, par gravité ou par un système de pompage sur puisards.

Pour éviter toute stagnation d'eau et faciliter l'écoulement des eaux vers les drains, les plateformes devront être réglées en conservant des pentes latérales suffisantes ( $\geq 1.5\%$ ).

Nous conseillons de mettre rapidement en place un suivi piézométrique avec des relevés au moins hebdomadaires.

##### 4.3.4.2. *Réalisation des déblais*

Les déblais à réaliser concerneront des matériaux hétérogènes (R), nécessitant l'utilisation d'engins puissants ou de procédés adaptés (éclateur, brise-roche hydraulique, marteau pneumatique, ...). L'incidence des vibrations induites par ces procédés devra être prise en compte vis-à-vis des avoisinants. Le cas échéant, des mesures de protection devront être mises en œuvre.

##### 4.3.4.3. *Fond de forme*

D'après le calage altimétrique du projet et en tenant compte des terrassements nécessaires, il apparaît que le niveau de fond de forme devrait se situer vers la cote 23.00 m NGF.

A ce niveau altimétrique, on devrait rencontrer des remblais limoneux de moyenne consistance.

En cas de portance insuffisante du fond de forme après décapage et drainage du terrain (en cas de conditions météorologiques défavorables par exemple), il faudra envisager son renforcement par une des techniques suivantes :

- Un cloutage à l'aide de matériaux d'apport grossiers, type 50/150 à 100/300, à mettre en place par compactage intense et par roulement des engins de chantier,
- Une purge généralisée ou localisée et substitution avec des matériaux granulaires non sensibles à l'eau, à mettre en place par compactage.

Ces aménagements devront conduire à l'obtention d'une portance minimale EV2 de 30 MPa. Par conséquent, une vérification de la portance de la P.S.T. est conseillée par essais à la plaque à raison d'un essai tous les 2000 m<sup>2</sup>, ainsi qu'une vérification visuelle de l'absence de point dur (blocs, pointement rocheux...).

D'une manière générale, en vue de préserver la qualité des plateformes, il sera nécessaire de réaliser les travaux par temps sec.

La surveillance de l'évolution des conditions météorologiques incombe au terrassier, qui devra programmer à l'avance les mesures et dispositions conservatoires visant à protéger la qualité et la compacité de la plateforme en prévision d'événements pluvieux (arrêt anticipé du chantier, protection et fermeture du fond de fouille, conservation d'une garde protectrice de terrassement, etc...).

## 4.4. Conception de la voie pompier

Nous rappelons qu'il est envisagé de réaliser une voie pompier.

### 4.4.1. Assise de la structure de voirie (P.S.T.)

La partie supérieure des terrassements correspond actuellement à un cas de PST1 avec une portance de l'arase de classe AR1, après purge des sols de couverture impropres. Pour ces conditions il conviendra de réaliser une couche de forme de forte épaisseur (60 à 80 cm) à moins de mettre en œuvre préalablement un cloutage ou un traitement du sol en place.

Dans tous les cas, un compactage du fond de forme devra être effectué à 95 % de l'OPN avec un engin adapté à la nature des sols.

Une vérification de la portance de la P.S.T. est conseillée par essais à la plaque (**Objectif EV2 > 30 MPa**) ainsi qu'une vérification visuelle de l'absence de point dur (blocs, pointement rocheux...).

Les fonds de formes seront sensibles aux infiltrations des eaux pluviales et aux possibles circulations d'eau superficielles et évolueront dans le temps s'ils ne sont pas protégés. Les fonds de forme seront pentés dans la mesure du possible et l'eau sera évacuée dans des fossés provisoires ou définitifs.

## 4.4.2. Structure de voirie

### 4.4.2.1. Constitution

La structure d'assise de la voie respectera les préconisations données ci-après :

Sur une P.S.T. de nature limoneuse (sol R)	
<b>Mise en œuvre de la structure support de voirie</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Géotextile classe 5</li> <li><b>75 m de couche de forme</b> en GNT D<sub>21</sub>, de granulométrie 0/40</li> <li>Compactage de la couche de forme à 95 % de l'OPM</li> <li>23 cm de GC3 de couche de base</li> <li>6 cm de BBSGG3 de couche de roulement</li> </ul>

Epaisseur (m)	Module (MPa)	Nu (-)	Bibliothèque	Matériau	Temp. (°C)	Fréq. (Hz)
0.06	7000	0.35	NF P98-086 v2019	eb-bb3g3	15	10
Collé						
0.23	23000	0.25	NF P98-086 v2019	gc-t3	15	10
Collé						
Inf.	50	0.35	NF P98-086 v2019	pf2	15	10

### 4.4.2.2. Vérification mécanique

Chargement :

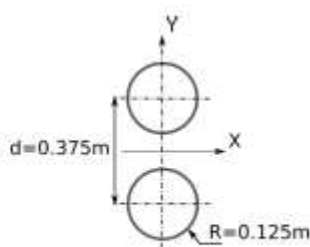
Jumelage français standard

Rayon (m) = 0.125

Pression (MPa) = 0.662

Poids/roue (kN) = 32.5

Entraxe (m) = 0.375



Trafic :

Trafic cumulé PL : 9125

Moyenne journalière annuelle : 1

Taux d'accroissement Arithmétique : 0

Durée de service : 25 ans



### Valeurs admissibles :

N° Couche	Matériau	Critère	Valeur calculée
2	gc-t3	$\sigma T$	1.207
3	pf2	$\epsilon Z$	2589.943

#### Couche 2

CAM: 0.40	NE: 3650	Risque: 0.25
$\sigma_6$ : 0.750	-1/b: 15.000	1/Kd: 1.000
S <sub>h</sub> : 0.030	S <sub>n</sub> : 1.000	Kr: 0.870
Kc: 1.400	Ks: 0.909	

#### Couche 3

CAM: 0.40	NE: 3650	Coeff A: 16000.000
Pente b: -0.222		

### Résultats :

#### Valeurs de dimensionnement

Mat.	Ép. (m)	Mod. (MPa)	Nu (-)	Zcalc (m)	$\epsilon T$		$\sigma T$		$\epsilon Z$		$\sigma Z$	
					val ( $\mu$ )	dir-loc	val (MPa)	dir-loc	val ( $\mu$ )	dir-loc	val (MPa)	dir-loc
eb-bbsg3	0.06	7000	0.35	0	35.5	Y-R	0.423	Y-J	15.3	Z-R	0.658	Z-R
				0.06	20.8	Y-R	0.323	X-J	29.4	Z-R	0.614	Z-R
gc-t3	0.23	23000	0.25	0.06	20.8	Y-R	0.874	Y-R	6.6	Z-R	0.614	Z-R
				0.29	-40.5	X-J	-1.169	X-J	23.6	Z-J	0.01	Z-J
pf2	infini	50	0.35	0.29	-40.5	X-J	0.003	X-R	167.9	Z-J	0.01	Z-J

*Contraintes (centre de la roue)*

Matériau	Ép. (m)	Mod. (MPa)	Nu (-)	Zcalc (m)	$\sigma_X$ (MPa)	$\sigma_Y$ (MPa)	$\sigma_Z$ (MPa)	$\sigma_{XY}$ (MPa)	$\sigma_{YZ}$ (MPa)	$\sigma_{ZX}$ (MPa)
eb-bbsg3	0.06	7000	0.35	0	0.811	0.763	0.658	0	0	0
				0.06	0.597	0.569	0.614	0	0.023	0
gc-t3	0.23	23000	0.25	0.06	0.973	0.874	0.614	0	0.023	0
				0.29	-1.138	-0.981	0.01	0	0.001	0
pf2	infini	50	0.35	0.29	0.003	0.003	0.01	0	0.001	0

*Contraintes (milieu de jumelage)*

Matériau	Ép. (m)	Mod. (MPa)	Nu (-)	Zcalc (m)	$\sigma_X$ (MPa)	$\sigma_Y$ (MPa)	$\sigma_Z$ (MPa)	$\sigma_{XY}$ (MPa)	$\sigma_{YZ}$ (MPa)	$\sigma_{ZX}$ (MPa)
eb-bbsg3	0.06	7000	0.35	0	0.484	0.423	0.012	0	0	0
				0.06	0.323	0.323	0.037	0	0	0
gc-t3	0.23	23000	0.25	0.06	0.874	0.875	0.037	0	0	0
				0.29	-1.169	-0.961	0.01	0	0	0
pf2	infini	50	0.35	0.29	0.003	0.003	0.01	0	0	0

*Déformations (centre la roue)*

Matériau	Ép. (m)	Mod. (MPa)	Nu (-)	Zcalc (m)	$\epsilon_X$ ( $\mu$ )	$\epsilon_Y$ ( $\mu$ )	$\epsilon_Z$ ( $\mu$ )	$\epsilon_{XY}$ ( $\mu$ )	$\epsilon_{YZ}$ ( $\mu$ )	$\epsilon_{ZX}$ ( $\mu$ )
eb-bbsg3	0.06	7000	0.35	0	44.8	35.5	15.3	0	0	0
				0.06	26.1	20.8	29.4	0	4.4	0
gc-t3	0.23	23000	0.25	0.06	26.1	20.8	6.6	0	1.3	0
				0.29	-38.9	-30.4	23.5	0	0	0
pf2	infini	50	0.35	0.29	-38.9	-30.4	165	0	21.1	0

### Déformations (milieu de jumelage)

Matériau	Ép. (m)	Mod. (MPa)	Nu (-)	Zcalc (m)	$\epsilon_X$ ( $\mu$ )	$\epsilon_Y$ ( $\mu$ )	$\epsilon_Z$ ( $\mu$ )	$\epsilon_{XY}$ ( $\mu$ )	$\epsilon_{YZ}$ ( $\mu$ )	$\epsilon_{ZX}$ ( $\mu$ )
eb-bbsg3	0.06	7000	0.35	0	47.4	35.6	-43.6	0	0	0
				0.06	28.1	28.1	-26.9	0	0	0
gc-t3	0.23	23000	0.25	0.06	28.1	28.1	-17.4	0	0	0
				0.29	-40.5	-29.2	23.6	0	0	0
pf2	infini	50	0.35	0.29	-40.5	-29.2	167.9	0	0	0

La chaussée est correctement dimensionnée mécaniquement.

#### 4.4.2.3. Vérification au gel / dégel

Conditions météorologiques :

**Paramètres de calcul de l'indice de gel admissible la**

Kcr : 0.7

Agglomération de plus de 1 000 000 d'habitants.

**Choix de l'indice de gel de référence Ir**

Hiver de type exceptionnel

Station : Lille

Ir : 250 °C.j

Détermination de Qpf :

#### ➤ Modélisation de la plateforme et calcul de Qpf

La modélisation décompose la plateforme en trois parties au plus, chacune ayant une épaisseur de sol positive ou nulle, ordonnées du haut vers le bas ainsi :

- SGn : partie non gélive, associée à la quantité de gel Qng ;
- SGp : partie peu gélive, associée à la quantité de gel Qg ;
- SGt : partie très gélive, associée à la quantité de gel Qg.

La quantité de gel Qpf est la somme des quantités de gel liées à la plateforme (Qng et Qg) et à la structure de la chaussée (Qm).

#### ➤ Choix de la configuration de la plateforme

Plateforme composée d'une partie non gélive sur une partie très gélive : type b, SGn / SGt.



➤ Quantités de gel Qng et Qg des parties non gélives et gélive de la plateforme

Partie du sol	Paramètre	Valeur	Unité
non gélive  SGn  (Qng)	Epaisseur Hn	0.75	m
	Classification des matériaux	D2	-
	MTLH éventuellement associés à de la chaux	Non	-
	Protection thermique apportée An	12	(°C.j) <sup>(1/2)</sup> .m <sup>-1</sup>
très gélive SGt (Qg)	Pente p de la droite obtenue à l'essai de gonflement au gel	1.1	mm/(°C.h) <sup>(1/2)</sup>
Valeur de Qng		7.941	(°C.j) <sup>(1/2)</sup>
Valeur de Qg		0.000	(°C.j) <sup>(1/2)</sup>

Pour plus de détails, voir les normes :

- NF P 98-086 : Dimensionnement des chaussées neuves, vérification au gel / dégel,
- NF P 11-300 : Exécution des terrassements, classification des matériaux utilisables en construction routière.

➤ Quantités de gel Qm liée à la structure de la chaussée

Chaussée peu épaisse (matériaux liés ≤ 20 cm)

$$Q_m = 0 \text{ (}^{\circ}\text{C.j)}^{(1/2)}$$

➤ Quantités de gel totale Qpf

$$Q_{ng} : 7.941 \text{ (}^{\circ}\text{C.j)}^{(1/2)}$$

$$Q_g : 0.000 \text{ (}^{\circ}\text{C.j)}^{(1/2)}$$

$$Q_m : 0.000 \text{ (}^{\circ}\text{C.j)}^{(1/2)}$$

$$Q_{pf} : 7.941 \text{ (}^{\circ}\text{C.j)}^{(1/2)}$$

Résultats :

Caractéristiques calculées :

- Quantité de gel admissible au niveau de la plateforme :  $Q_{pf} = 7.94 \text{ (}^{\circ}\text{C.j)}^{(1/2)}$
- Temps = 36.04 j
- Profondeur de gel :  $Z_{gel} = 0.63 \text{ m}$
- Indice de gel atmosphérique admissible :  $I_a = 318.95 \text{ }^{\circ}\text{C.j}$

Référence choisie :

- Valeur de l'indice de gel de référence  $I_r = 250 \text{ }^{\circ}\text{C.j}$
- Station météorologique correspondante : Lille

Pour que la vérification au gel-dégel soit satisfaite, il faut que la valeur de l'indice de gel atmosphérique admissible la soit supérieure ou égale à celle de l'indice de gel  $I_r$  choisie.

$$I_a = 318.95 \text{ } ^\circ\text{C.j} \geq I_r = 250 \text{ } ^\circ\text{C.j}$$

Vérification satisfaite.

La capacité de l'ensemble du sol et de la structure à résister aux cycles de gel-dégel est vérifiée dans la limite des hypothèses émises.

#### **4.4.3. Critères de réception**

Dans le cas d'une couche de forme en matériaux d'apport granulaires, les critères de réception à retenir sur la couche de forme, à l'aide d'essais à la plaque, pour une PF2 sont :

- Module  $EV2 \geq 50 \text{ MPa}$ ,
- Rapport  $EV2/EV1 < 2$ .

Dans le cas où les portances souhaitées ne seraient pas atteintes, une adaptation de la structure support devra être envisagée. Une étude particulière sera effectuée en phase travaux dans le cadre des missions G3 et G4.

## 5. ALEAS RESIDUELS ET RISQUES ASSOCIES

A l'issue de la présente étude, les aléas et incertitudes géologiques subsistants concernent principalement :

- Les variations d'épaisseur des couches identifiées. Au stade de l'exécution, la supervision géotechnique doit intervenir pour vérifier la présence des sols conformes aux résultats des études, ou, à défaut, pour définir en coordination avec la Maîtrise d'œuvre, les adaptations à envisager.
- Le niveau effectif de la nappe en situation extrême (eaux hautes et eaux exceptionnelles) et en phase travaux. Un suivi piézométrique est à mettre en place rapidement pour suivre les fluctuations de la nappe.
- La présence de vestiges enterrés non identifiés. En cas de rencontre il faudra évaluer l'importance des vestiges en vue de déterminer les mesures à prendre.
- Le niveau d'assise des fondations des mitoyens au projet. Avant le début des travaux, ces niveaux d'assise devront être relevés par des reconnaissances complémentaires.
- Les variations altimétriques du toit du substratum.
- Les éventuels remaniements du terrain ultérieurs à notre intervention.

Ces aléas et incertitudes résiduels peuvent présenter des risques pour le projet aussi bien en termes de coût que de délais. Ils peuvent être réduits par des investigations et prestations complémentaires tels que :

- Relevés topographiques,
- Recherches historiques,
- Sondages complémentaires,
- Étude hydrogéologique spécifique avec au préalable la pose et le suivi de piézomètres.

## 6. CONDITIONS GENERALES DE VALIDITE DU RAPPORT

Le présent rapport a été établi en fonction des données transmises. Il conclut la mission G2 phase PRO qui nous a été confiée par UGM.

Nous rappelons que, conformément à notre offre, notre prestation est encadrée par la norme NF P 94-500 de novembre 2013 dont un extrait est donné en annexe 1 et par les conditions de validité de l'étude propres à GEOTECHNIQUE SAS, fournies en annexe 2.

GEOTECHNIQUE SAS reste donc à la disposition de la Maitrise d'Ouvrage pour tout renseignement complémentaire et pour la réalisation des missions ultérieures (étude G4 notamment).

Rédacteur  
A. CARPENTIER  
Chargé d'affaire



## Annexe 1 : Extrait de la norme NF P 94-500 de novembre 2013

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.

### ÉTAPE 1 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE PRÉALABLE (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).

### ÉTAPE 2 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2)

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

#### Phase Avant-projet (AVP)

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

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

#### Phase Projet (PRO)

Elle est réalisée au stade du projet de la maîtrise d'œuvre et s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées suffisamment représentatives pour le site.

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un dossier de synthèse des hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade du projet (valeurs caractéristiques des paramètres géotechniques en particulier), des notes techniques donnant les choix constructifs des ouvrages géotechniques (terrassements, soutènements, pentes et talus, fondations, assises des dallages et voiries, améliorations de sols, dispositions vis-à-vis des nappes et des avoisinants), des notes de calcul de dimensionnement, un avis sur les valeurs seuils et une approche des quantités.

#### Phase DCE / ACT

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

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



### ÉTAPE 3 : ÉTUDES GÉOTECHNIQUES DE RÉALISATION (G3 et G 4, distinctes et simultanées)

#### ÉTUDE ET SUIVI GÉOTECHNIQUES D'EXECUTION (G3)

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

##### Phase Étude

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

##### Phase Suivi

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

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

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

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

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

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

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

#### DIAGNOSTIC GÉOTECHNIQUE (G5)

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

- Définir, après enquête documentaire, un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Étudier un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques (par exemple soutènement, causes géotechniques d'un désordre) dans le cadre de ce diagnostic, mais sans aucune implication dans la globalité du projet ou dans l'étude de l'état général de l'ouvrage existant.
- Si ce diagnostic conduit à modifier une partie du projet ou à réaliser des travaux sur l'ouvrage existant, des études géotechniques de conception et/ou d'exécution ainsi qu'un suivi et une supervision géotechniques seront réalisés ultérieurement, conformément à l'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (étape 2 et/ou 3).

## Annexe 2 : Conditions de validité de l'étude

1 - Le présent rapport et ses annexes sont indissociables. Il est basé sur un nombre limité de sondages et de mesures et sur les renseignements concernant le projet remis à GEOTECHNIQUE SAS au moment de la reconnaissance géotechnique. L'analyse et les recommandations soumises dans ce rapport sont basées sur les résultats obtenus à partir des sondages dont l'emplacement est indiqué sur le plan d'implantation joint en annexe, et sur toutes les informations données dans ce rapport.

2 - Ce rapport ne peut pas prendre en compte les variations éventuelles entre sondages. L'étude de sol étant basée sur un nombre limité de sondages, la continuité des couches de sols entre sondages ne peut être garantie et une adaptation du projet de fondation en fonction de l'hétérogénéité des sols est normale et ne peut être reprochée à GEOTECHNIQUE SAS.

3 - Toute étude réalisée à partir d'une esquisse ou d'un plan de principe nécessitera une seconde étude spécifique adaptée au projet retenu. Le but de ce rapport est limité au projet et à la localisation décrite ci-avant.

4 - Tout changement d'implantation ou de structure des constructions par rapport aux hypothèses de départ sera communiqué à GEOTECHNIQUE SAS qui donnera ou non son accord, selon que ces changements modifient les conclusions de l'étude.

5 - Tout changement de maîtrise d'ouvrage nécessite une mise à jour du rapport que le terrain et/ou l'emprise des travaux envisagées soient identiques ou aient évolués depuis la publication du présent rapport.

6 - Le délai de validité du présent rapport est limité à 6 mois et sous réserve que les conditions globales du site et du projet restent intactes dans ce même délai. Dans le cas contraire, une mise à jour du rapport ou une nouvelle étude doit être sollicitée par le client.

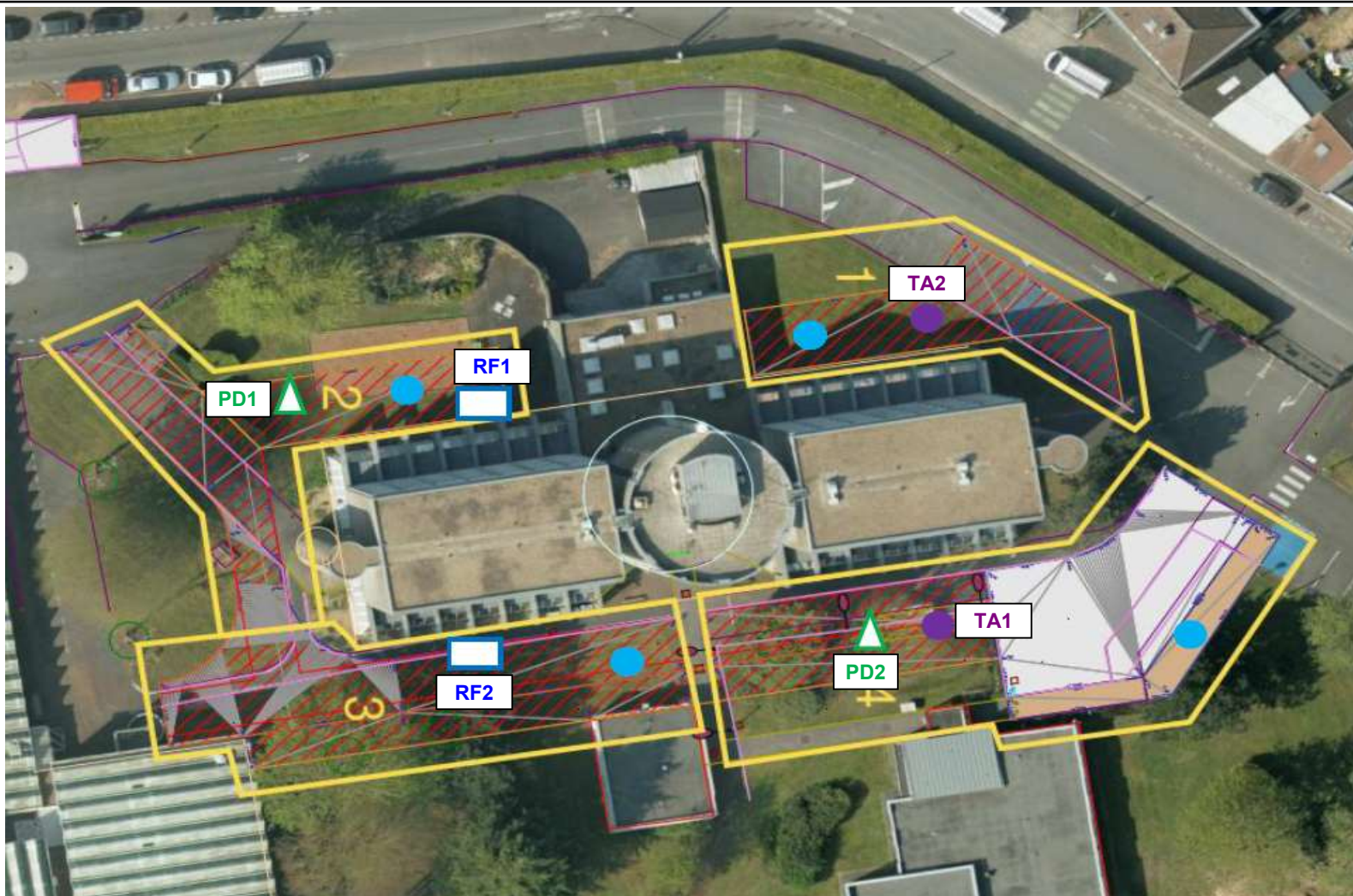
7 - Les éléments nouveaux mis à jour en cours des travaux de fondations et non détectés lors de la reconnaissance devront être signalés à GEOTECHNIQUE SAS afin d'étudier les adaptations nécessaires.

8 - Nous recommandons que toutes les opérations de construction en relation avec les terrassements et les fondations soient inspectées par un ingénieur géotechnicien afin d'assurer que les dispositions constructives soient totalement accomplies pendant les travaux.



## Annexe 3 : Implantation des sondages





## PLAN D'IMPLANTATION DES SONDAGES



- ▲ SONDAGE PENETROMETRIQUE
- SONDAGE A LA TARIERE
- RECONNAISSANCE DE FONDATION

Dossier

2024-03-268

Construction d'une voirie pompier

LILLE (59)

UGECAM HAUTS DE FRANCE

Etude géotechnique de conception (G2) phase Avant-Projet (AVP)



## Annexe 4 : Coupes des sondages



Opération : **LILLE (59)**

Client : **UGE CAM**

Dossier : **ACr2024-03-268**

Coordonnée en X :

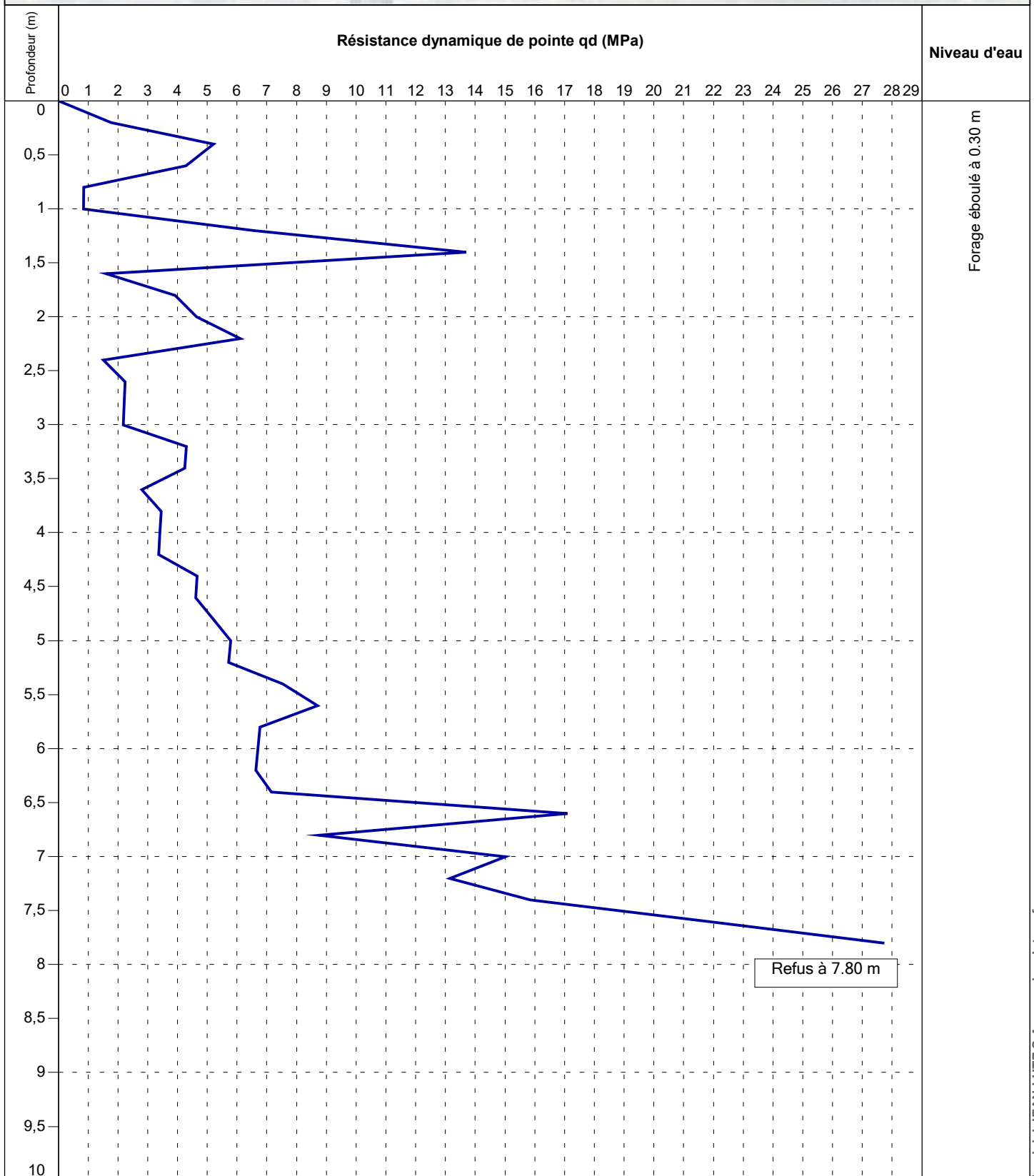
Coordonnée en Y :

Echelle : **1/50**

Profondeur atteinte : **7.80 m**

Date de l'essai : **08/04/2024**

Cote altimétrique :





Opération : **LILLE (59)**

Client : **UGE CAM**

Dossier : **ACr2024-03-268**

Coordonnée en X :

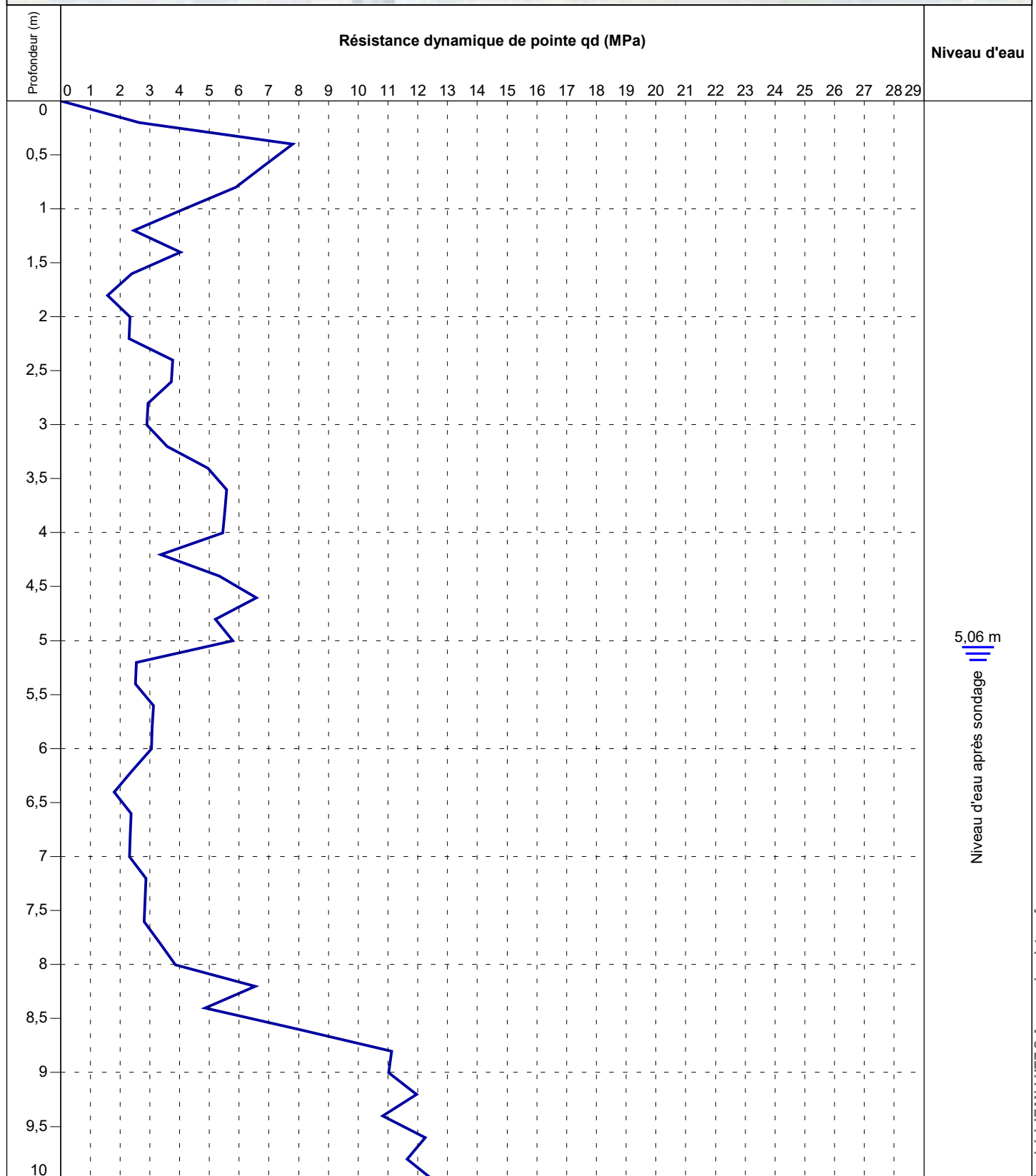
Coordonnée en Y :

Echelle : **1/50**

Profondeur atteinte : **10.00 m**

Date de l'essai : **08/04/2024**

Cote altimétrique :



Matériel utilisé : mouton de 63,50 kg, hauteur de chute de 0,75 m, équipement mobile de 14,40 kg, tiges de 1.0 m pour 6,17 kg, section de pointe de 20,00 cm<sup>2</sup>

Coef. étalonnage : **0,95**

EXGTE 3.23.6





Client : **UGECAM**

Dossier : **ACr2024-03-268**

Coordonnée en X :

Coordonnée en Y :

Echelle : 1/50

Profondeur atteinte : **6.00 m**

Date du sondage : 08/02/2024

Cote altimétrique :

Profondeur (m/T.A.)	Outil	Lithologie	Niveau d'eau	Echantillons
0	Tarière continue Ø 64 mm	Terre végétale 0,10 m	Pas de niveau d'eau relevé	
1		Remblai limoneux à débris de briques et cailloutis divers 1,60 m		
2		Remblai limoneux rouge à débris de briques 2,60 m		
3		Limon crayeux marron-beige 4,30 m		
4		Craie +/- limoneuse beige 5,60 m		
5		Craie blanche 6,00 m		
6				
7				
8				
9				
10				

Observation :



Client : **UGECAM**

Dossier : **ACr2024-03-268**

Coordonnée en X :

Coordonnée en Y :

Echelle : 1/50

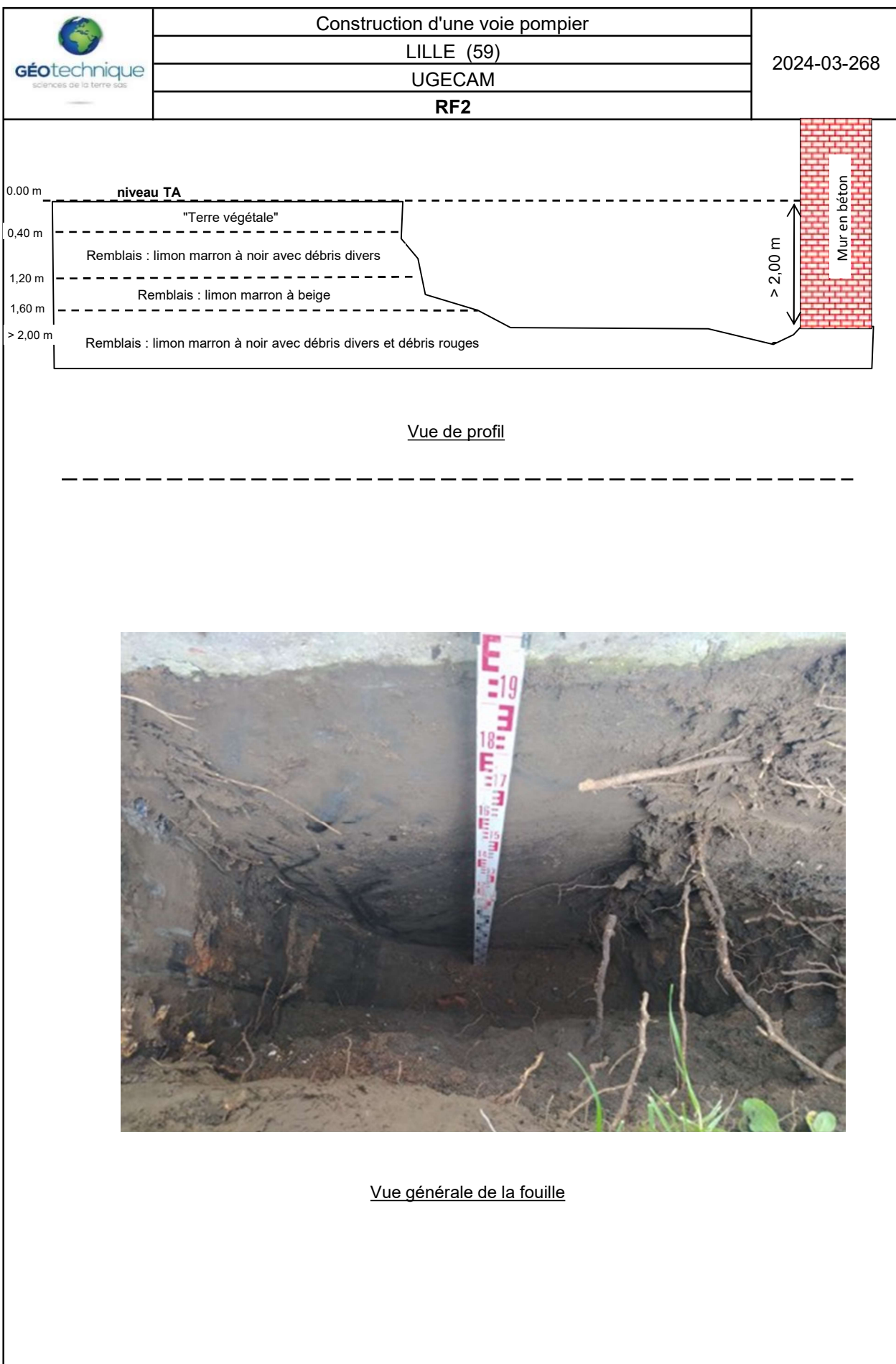
Profondeur atteinte : **6.00 m**

Date du sondage : 08/02/2024

Cote altimétrique :

Profondeur (m/T.A.)	Outil	Lithologie	Niveau d'eau	Echantillons
0	Tarière continue Ø 64 mm	Terre végétale 0,10 m	Pas de niveau d'eau relevé	
1		Remblais limoneux marron + débris de briques 2,60 m		
2		Limon crayeux beige 3,30 m		
3		Craie limoneuse marron clair 4,60 m		
4		Craie beige 5,40 m		
5		Craie blanche 6,00 m		
6				
7				
8				
9				
10				

Observation :





## Annexe 5 : Essais en laboratoire



**Chantier :**

LILLE (59)

**Projet :**

Création d'une voie pompier

**Client :**

UGECAM

**Dossier :**

2024-03-268

## ESSAIS D'IDENTIFICATION SUR SOLS

**Nature des matériaux :**

Remblai limoneux à débris de briques et cailloutis divers

**Provenance des matériaux :**

TA1

**Date du prélèvement :**

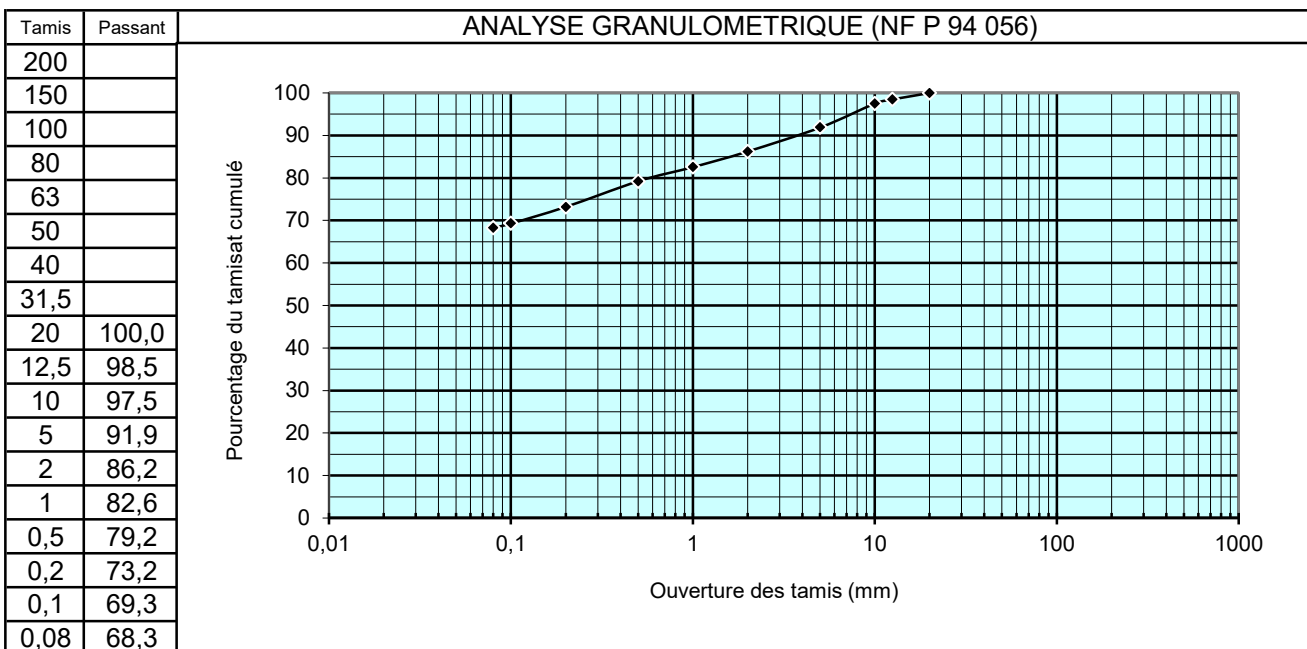
23/04/2024

**Profondeur :**

0,10 à 1,60

**Date des essais :**
**Observations :**

noir

**Opérateurs :**


### AUTRES PARAMETRES D'IDENTIFICATION

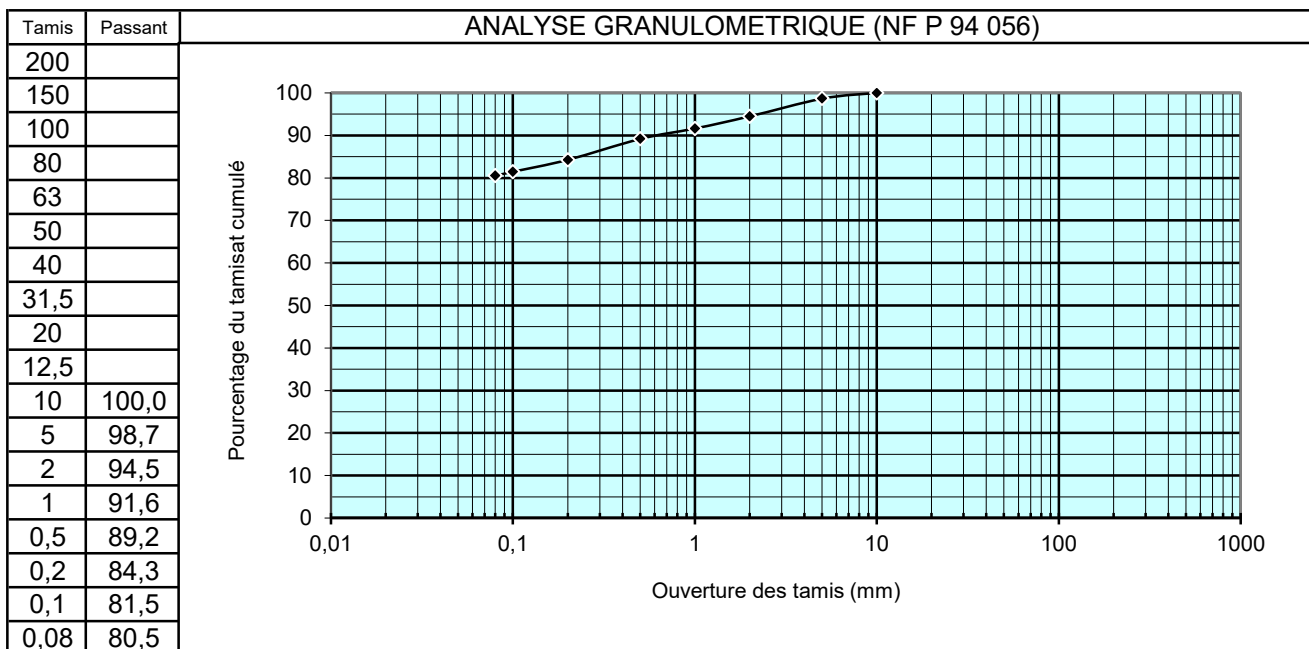
Norme	Essai	Résultat	Spécification
NF P 94 056	Passant à 0,08 mm sur fraction 0/50 =	68,3%	
NF P 94 056	D max =	20,0 mm	
NF P 94 056	Coefficient d'uniformité Cu =		
NF P 94 050	Teneur en eau sur 0/20	23,8 %	
NF P 94 068	Valeur au bleu VBS =	1,5	
NF P 94 051	Limites d'Atterberg wL =		
NF P 94 051	Limites d'Atterberg wP =		
NF P 94 051	Indice de plasticité Ip =		
NF P 94 051	Indice de consistance Ic =		
NF EN 933-8	Equivalent de sable ES =		
NF P 94 078	Indice Portant Immédiat (IPI / pd)	/	t/m <sup>3</sup>
<b>CLASSIFICATION GTR :</b>		<b>A1</b>	

**Observations :**

**Chantier :** LILLE (59)  
**Projet :** Création d'une voie pompier  
**Client :** UGECAM  
**Dossier :** 2024-03-268

## ESSAIS D'IDENTIFICATION SUR SOLS

**Nature des matériaux :** Remblai limoneux à débris de briques et cailloutis divers  
**Provenance des matériaux :** TA2  
**Profondeur :** 0,10 à 1,00  
**Observations :** marron  
**Date du prélèvement :** 23/04/2024  
**Date des essais :**  
**Opérateurs :**



### AUTRES PARAMETRES D'IDENTIFICATION

Norme	Essai	Résultat	Spécification
NF P 94 056	Passant à 0,08 mm sur fraction 0/50 =	80,5%	
NF P 94 056	D max =	10,0 mm	
NF P 94 056	Coefficient d'uniformité Cu =		
NF P 94 050	Teneur en eau sur 0/20	15,6 %	
NF P 94 068	Valeur au bleu VBS =	2,2	
NF P 94 051	Limites d'Atterberg wL =		
NF P 94 051	Limites d'Atterberg wP =		
NF P 94 051	Indice de plasticité Ip =		
NF P 94 051	Indice de consistance Ic =		
NF EN 933-8	Equivalent de sable ES =		
NF P 94 078	Indice Portant Immédiat (IPI / pd)	/	t/m <sup>3</sup>
<b>CLASSIFICATION GTR :</b>		<b>A1</b>	

Observations :

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

VINIRE - S2E  
Monsieur Cédric BADOR  
64 Route de Saint-Floris  
62350 SAINT-VENANT

N° rapport d'essai	ULY24-011635-1
N° commande	ULY-10137-24
Interlocuteur (interne)	L. Ribes
Téléphone	+33 474 990 558
Courrier électronique	<a href="mailto:leana.ribes@wessling.fr">leana.ribes@wessling.fr</a>
Date	30.04.2024

## Rapport d'essai

**ACr2024-03-268/1**



Les résultats ne se rapportent qu'aux échantillons soumis à l'essai et tels qu'ils ont été reçus (dans le cas où le laboratoire n'a pas prélevé les échantillons).

Les résultats des paramètres couverts par l'accréditation EN ISO/CEI 17025 sont marqués d'un (A).

La portée d'accréditation COFRAC n°1-1364 essais du laboratoire WESSLING de Lyon (St Quentin Fallavier) est disponible sur le site [www.cofrac.fr](http://www.cofrac.fr) pour les résultats accrédités par ce laboratoire.

Le COFRAC est signataire des accords de reconnaissance mutuels de l'ILAC et de l'EA pour les activités d'essai.

Les organismes d'accréditation signataires de ces accords pour les activités d'essai reconnaissent comme dignes de confiance les rapports couverts par l'accréditation des autres organismes d'accréditation signataires des accords des activités d'essai.

Ce rapport d'essai ne peut être reproduit que sous son intégralité et avec l'autorisation des laboratoires WESSLING.

Les laboratoires WESSLING autorisent leurs clients à extraire tout ou partie des résultats d'essai envoyés à titre indicatif sous format excel uniquement à des fins de retraitement, de suivi et d'interprétation de données sans faire allusion à l'accréditation des résultats d'essai.

Les données fournies par le client sont sous sa responsabilité et identifiées en italique.

Le 30.04.2024

N° d'échantillon 24-053312-01  
Désignation d'échantillon Unité RF2 (0.40 à 1.20 m)

Analyse physique

Matières sèches - NF ISO 11465 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Matière sèche	% masse MB	80,9 (A)			
---------------	------------	----------	--	--	--

Paramètres globaux / Indices

Degré d'acidité Baumann-Gully - DIN EN 16502 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Degré d'acidité	ml/kg MS	24 (A)			
-----------------	----------	--------	--	--	--

Préparation d'échantillon

Minéralisation à l'acide chlorhydrique (agressivité vis-à-vis des bétons) - DIN 4030-2 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Minéralisé à l'acide chlorhydrique		26/04/2024 (A)			
------------------------------------	--	----------------	--	--	--

Cations, anions et éléments non métalliques

Sulfates (SO4) - Méthode interne : SO4-IC-Agressivité béton - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Sulfates (SO4)	mg/kg MS	650 (A)			
----------------	----------	---------	--	--	--

Classe d'exposition du béton vis-à-vis du sol - NF EN 206 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Classe d'exposition		Classe non définie (A)			
---------------------	--	------------------------	--	--	--

MS : Matières sèches  
MB : Matières brutes

Informations sur les échantillons

Date de réception :	24.04.2024			
Type d'échantillon :	Sol			
Date de prélèvement :	22.04.2024			
Heure de prélèvement :	09:00			
Récipient :	2*250ml VBrun WES002			
Température à réception (C°) :	8			
Début des analyses :	24.04.2024			
Fin des analyses :	30.04.2024			





**Le 30.04.2024**

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

Les seuils de quantification fournis n'ont pas été recalculés d'après la matière sèche de l'échantillon.

Les seuils sont susceptibles d'être augmentés en fonction de la nature chimique de la matrice.

Seuls les résultats quantifiés (résultats égaux ou supérieurs à la LQ) sont pris en compte dans le calcul des sommes. Dans le cas contraire la somme est rendue "-/-".

Les résultats obtenus sont inférieurs à ceux de la classe XA1 :

-Classe d'exposition du béton vis-à-vis du sol

Approuvé par :

Alexandra GUTTIN

Responsable Qualité et Sécurité

#### **NOTRE SIÈGE SOCIAL**

170 rue du Traité de Rome CS 80131  
84918 AVIGNON Cedex 9  
Tél. : 04 90 01 39 02  
[contact@geotechnique-sas.com](mailto:contact@geotechnique-sas.com)

Retrouvez toutes nos agences sur  
[www.geotechnique-sas.com](http://www.geotechnique-sas.com)

0 805 690 989



**GÉO**technique  
sciences de la terre sas