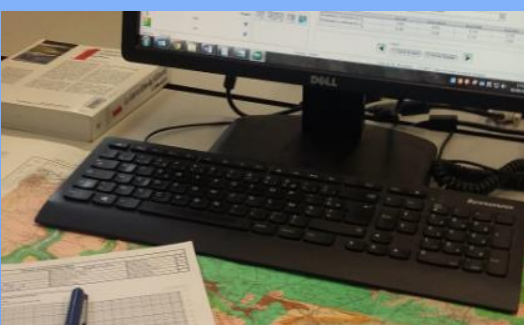
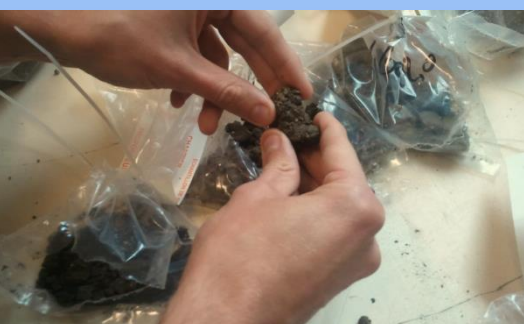




***SOCIETE REGIONALE  
D'ETUDES GEOTECHNIQUES***

152 rue Henri MAURICE – 59494 AUBRY-DU-HAINAUT

Tél : 03 27 46 96 10 – Email : [contact@soreg.fr](mailto:contact@soreg.fr)



**AVESNES SUR HELPE (59)**

**46 Route d'Haut Lieu**

**CENTRE HOSPITALIER DU PAYS  
D'AVESNES**

**Création d'une passerelle et mise en place  
d'un monte-charge**

**Étude géotechnique de conception**

**Phase Avant-Projet**

**Mission de type G2-AVP**

**Norme NF P 94-500**

## SUIVI DES MODIFICATIONS ET MISES A JOUR

Révision	Date	Nb pages	Modifications	Rédacteur	Contrôleur
	13/07/2022	37		R.WOESTELANDT	A.TERRAZZONI
A					
B					
C					

<i>Révision</i> <i>Page</i>		A	B	C	<i>Révision</i> <i>Page</i>		A	B	C
1	X				36	X			
2	X				37	X			
3	X				38				
4	X				39				
5	X				40				
6	X				41				
7	X				42				
8	X				43				
9	X				44				
10	X				45				
11	X				46				
12	X				47				
13	X				48				
14	X				49				
15	X				50				
16	X				51				
17	X				52				
18	X				53				
19	X				54				
20	X				55				
21	X				56				
22	X				57				
23	X				58				
24	X				59				
25	X				60				
26	X				61				
27	X				62				
28	X				63				
29	X				64				
30	X				65				
31	X				66				
32	X				67				
33	X				68				
34	X				69				
35	X				70				

## SOMMAIRE

<b>1. OBJET DE L'ETUDE .....</b>	<b>4</b>
<b>2. INTERVENANTS .....</b>	<b>5</b>
<b>3. DOCUMENTS ET PIECES FOURNIS PAR LE CLIENT .....</b>	<b>6</b>
<b>4. DESCRIPTION DU SITE .....</b>	<b>7</b>
<b>5. DESCRIPTION DU PROJET .....</b>	<b>8</b>
<b>6. CONTEXTES GEOLOGIQUE ET HYDROGEOLOGIQUE PREVISIONNELS .....</b>	<b>9</b>
<b>7. SYNTHESE GEOTECHNIQUE .....</b>	<b>11</b>
7.1. INVESTIGATIONS REALISEES .....	11
7.2. DESCRIPTION GEOTECHNIQUE DU SITE .....	11
7.3. CONFIGURATION HYDROGEOLOGIQUE DU SITE .....	12
7.4. FOUILLES DE RECHERCHE DE FONDATIONS .....	12
7.5. MODELES GEOTECHNIQUES .....	13
<b>8. RISQUE SISMIQUE (EUROCODE 8 – NF EN 1998-1 &amp; NF EN 1998-5).....</b>	<b>14</b>
<b>9. EXPLOITATION DES RESULTATS .....</b>	<b>15</b>
<b>10. MODE DE FONDATION SUR SEMELLES ISOLEES .....</b>	<b>17</b>
<b>11. REMARQUES GENERALES - MODE DE FONDATION SUR SEMELLES ISOLEES.....</b>	<b>18</b>
<b>12. MODE DE FONDATION PROFOND PAR MICROPIEUX .....</b>	<b>19</b>
<b>13. REAMRQUES GENERALES-MODE DE FONDATION PROFOND PAR MICROPIEUX.....</b>	<b>21</b>
<b>14. MITOYENNETE .....</b>	<b>23</b>
<b>15. ALEAS ET RISRQUES GEOTECHNIQUES .....</b>	<b>23</b>
<b>EXTRAIT DE LA NORME AFNOR NF P94-500 DE NOVEMBRE 2013</b>	
TABLEAU 1 : SCHEMA D'ENCHAINEMENT DES MISSIONS TYPES D'INGENIERIE GEOTECHNIQUE .....	25
TABLEAU 2 : CLASSIFICATION DES MISSIONS TYPES D'INGENIERIE GEOTECHNIQUE.....	26
<b>SYMBOLES ET INDICES</b>	

## LISTE DES ANNEXES

- ANNEXE 1 : PLAN DE SITUATION GENERALE DU PROJET  
 ANNEXE 2 : PLAN D'IMPLANTATION DES RECONNAISSANCES  
 ANNEXE 3 : DIAGRAPHIES ET COUPES DES SONDAGES ET ESSAIS IN SITU

# AVESNES SUR HELPE (59)

49 Route d'Haut Lieu

CENTRE HOSPITALIER D'AVESNES

Création d'une passerelle et mise en place d'un monte-charge

## Étude géotechnique de conception phase Avant-Projet

(mission G2-AVP)

1 - <u>OBJET DE L'ÉTUDE</u>	
<i>Projet</i>	Création d'une passerelle et mise en place d'un monte-charge, sur la commune de AVESNES SUR HELPE (59).
<i>Mission géotechnique confiée</i>	<p>La mission confiée dans le cadre de cette étude, à la demande et pour le compte du CENTRE HOSPITALIER DU PAYS D'AVESNES, est une <b>mission géotechnique de conception G2 phase AVP</b> suivant la norme AFNOR NF P 94-500 de Juin 2000 révisée en novembre 2013, suite à l'acceptation de notre devis référencé DS22-0308c daté du 06/04/2022 (commande du 11/04/2022).</p> <p>L'objectif de cette mission est de permettre la mise au point de l'avant-projet de l'ouvrage en donnant le(s) principe(s) de fondation adapté(s) aux caractéristiques du projet et au contexte géotechnique du site, en définissant les hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade de l'avant-projet et en identifiant les principes généraux de construction (terrassements, soutènements, fondations, risques de déformation des terrains, dispositions générales vis-à-vis des nappes et avoisinants).</p> <p>Sont exclus de la présente étude :</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Le diagnostic de pollution du site,</li><li>• La recherche de cavités et d'anomalies souterraines,</li><li>• L'étude hydrogéologique du site (évolution de la présence d'eau, suivi des nappes, etc.),</li><li>• Le diagnostic structurel des existants (seront uniquement fournis les résultats des fouilles réalisées à l'extérieur du bâtiment M)</li></ul>

<b>2 - INTERVENANTS</b>	
<b><i>Maître d'Ouvrage</i></b> <i>(client)</i>	<b>C.H. DU PAYS D'AVESNES</b> Route d'Haut Lieu 59363 AVESNES SUR HELPE Cedex
<b><i>Architecte / Maître d'Œuvre</i></b>	<b>E.T.B.E Ingénierie</b>
<b><i>Bureau d'études Structures</i></b>	<b>LGI Structure Concept</b>
<b><i>Bureau d'études géotechniques</i></b> <i>(missionné par le Maître d'Ouvrage)</i>	<b>SOREG SAS</b>
<b><i>Entreprise de sondages (du dallage existant)</i></b> <i>(sous-traitant du bureau d'études SOREG SAS)</i>	<b>RINCENT</b>
<b><i>Entreprise de sondages</i></b> <i>(sous-traitant du bureau d'études SOREG SAS)</i>	<b>PONTIGNAC SAS</b>

### 3 – DOCUMENTS ET PIÈCES FOURNIS PAR LE CLIENT

<b>Rappel</b>	<p>En référence à la norme NF P 94-500 de Novembre 2013 et pour la bonne réalisation de la mission géotechnique confiée dans le cadre de cette étude (phase G2-AVP), le client est tenu de fournir les documents suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Dossier de définition de l'ouvrage projeté (stade avant-projet) avec au minimum : <ul style="list-style-type: none"> <li>• plans,</li> <li>• coupes,</li> <li>• niveaux de référence,</li> <li>• enveloppe des descentes de charges.</li> </ul> </li> <li>➤ Degrés de protection requis vis-à-vis des infiltrations d'eau,</li> <li>➤ Degrés de protection requis vis-à-vis des séismes (classe d'ouvrage),</li> <li>➤ Les autres contraintes générales liées à l'exploitation,</li> <li>➤ Tous les rapports géotechniques établis dans le cadre de la mission précédente.</li> </ul>
<b>Études géotechniques antérieures</b>	<p>Dans le cadre de ce projet, aucune étude géotechnique antérieure telle que prévue par la norme NF P 94-500 de Novembre 2013 n'a été portée à notre connaissance.</p>
<b>Documents fournis par le client</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Le cahier des charges étude de sol établi par LGI,</li> <li>➤ Dossier de plans (état existant et état projeté), daté du 02/02/2022, établi par E.T.B.E ingénierie.</li> </ul>

#### 4 – DESCRIPTION DU SITE

##### *Localisation et environnement du site*

##### ◆ Localisation du site

- adresse : Route d'Haut Lieu  
59363 AVESNES SUR HELPE
- référence cadastrale : feuille AK – parcelle 378.

##### ◆ Description - Occupation du site

Le site correspond à l'intérieur du bâtiment M du centre hospitalier (projet monte-charge) et à l'extérieur du bâtiment M au niveau de sa façade Sud (projet de passerelle).

##### ◆ Topographie du site – Terrassements prévus

Le site s'inscrit dans un contexte de plateau (butte).

Le site présente des variations de topographie avec la présence de talus et d'escaliers. Au niveau de la façade Sud du bâtiment M, le niveau du sous-sol est accessible depuis l'extérieur (d'où le projet de création d'une passerelle pour accéder au niveau RDC depuis l'extérieur).

Remarque : aucun relevé topographique du site ne nous a été communiqué à ce stade de l'étude.

##### ◆ Avoisinants – Mitoyens - Environnement du site

Les deux projets (passerelle et monte-charge) sont mitoyens au bâtiment M. La passerelle sera construite sous un ouvrage de couverture existant.

##### ◆ Occupation antérieure du site

L'occupation antérieure du site et plus particulièrement de la zone d'implantation du projet ne nous a pas été précisée dans le cadre de cette étude.

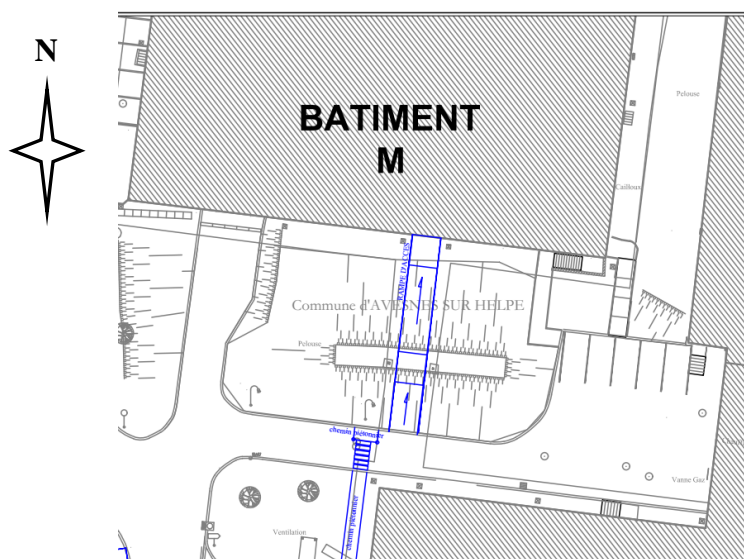
Il appartiendra à la Maîtrise d'Œuvre de mener une enquête documentaire sur ce point spécifique afin de pouvoir en estimer, le cas échéant, l'impact sur le projet de construction.

## 5 – DESCRIPTION DU PROJET

### *Caractéristiques générales du projet*

D'après les éléments fournis décrits au paragraphe 3, les caractéristiques générales du projet sont les suivantes :

- Type d'ouvrages projetés : passerelle et monte-charge,
- Nombre d'ouvrages concernés par le projet : 2,
- Nombre total maximal de niveaux desservis par le monte-charge : 2,
- Nombre total maximal de sous-sols : 1 (pour le monte-charge),
- Niveaux finis projetés : proche du RDC (passerelle) ; fosse estimée de l'ordre de 1.2 à 1.6 m de profondeur (monte-charge)
- Descentes de charges : non communiquées à ce stade de l'étude,
- Surcharges d'exploitation : non communiquées à ce stade de l'étude.



*Plan de localisation du projet de passerelle*


### *Terrassements prévus*

Il n'est pas prévu de terrassement autre qu'un reprofilage léger du terrain pour le projet de passerelle.

D'après différents exemples d'ascenseurs fournis, la base de la fosse serait située vers 1.2 à 1.6 m de profondeur.



## 6 - CONTEXTES GÉOLOGIQUE ET HYDROGÉOLOGIQUE PRÉVISIONNELS

<p><i>Carte géologique</i></p>	<p>○ carte géologique d' AVESNES au 1/50 000,</p>  <p>LP : Limons argilo-sableux et caillouteux des plateaux, c2a : Marnes sableuses et glauconieuses (Cénomanien), h1a : Calcaire, schiste (Strunien).</p>
<p><i>Coupe géologique prévisionnelle</i></p>	<p>À l'appui de la carte géologique d'AVESNES au 1/50 000 et des différentes études que nous avons pu mener à proximité du site, la géologie prévisionnelle à l'aplomb du projet devrait être la suivante :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- un <b>recouvrement de remblais</b> d'épaisseur variable,</li> <li>- des <b>limons de recouvrement</b>, sur une épaisseur pluri métrique,</li> <li>- le <b>marnes argilo-sableuses</b> du Cénomanien jusqu'à 8 à 10 de profondeur,</li> <li>- le <b>substratum rocheux (calcaro-schisteux)</b> du Strunien.</li> </ul>
<p><i>Contexte hydrogéologique prévisionnel</i></p>	<p>Le contexte hydrogéologique au droit du site devrait être le suivant :</p> <p>◆ <u>Configuration de plateau :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Possibilité d'apparition de circulations d'eau ou d'une nappe retenue à faible profondeur au sein des formations de recouvrement, en fonction de leur polarité argileuse et consécutivement à des périodes de fortes précipitations.</li> </ul>

## 6 - CONTEXTES GÉOLOGIQUE ET HYDROGÉOLOGIQUE PRÉVISIONNELS

### Enquête documentaire

- ♦ Aléa vis-à-vis du risque de remontées de nappes ([www.georisques.gouv.fr](http://www.georisques.gouv.fr)):  
Terrain d'étude situé dans un territoire à risque important d'inondation (TRI) : **NON**  
  
Commune du terrain étudié soumise à un [PPRN](http://www.georisques.gouv.fr) Inondations : **OUI** (PPRi Helpe majeure, site cependant en dehors des zones à prescriptions ou interdictions)
- ♦ Aléa vis-à-vis du retrait-gonflement des sols  
En référence à la carte du BRGM sur l'aléa retrait-gonflement des argiles ([www.georisques.gouv.fr](http://www.georisques.gouv.fr)), le terrain se situe dans une zone à **aléa faible**.
- ♦ Aléa vis-à-vis de mouvements de terrain (source : [www.georisques.gouv.fr](http://www.georisques.gouv.fr)),  
Mouvements de terrain recensés dans un rayon de 500 m autour du site : **NON**  
  
Commune du site d'implantation du projet soumise à un PPRN Mouvements de terrain approuvé : **NON**
- ♦ Aléa vis-à-vis de la présence de cavités souterraines (source : [www.georisques.gouv.fr](http://www.georisques.gouv.fr)),  
Cavités souterraines recensées dans un rayon de 500 m autour du site d'implantation du projet : **NON**  
  
Commune du site d'implantation du projet soumise à un PPRN Cavités souterraines approuvé : **NON**  
  
Le risque de présence et d'effondrement de cavités souterraines peut donc être négligé dans le cadre de ce projet.
- ♦ Aléa sismique  
En référence au décret 2010-1255 du 22 octobre 2010, la commune de AVESNES SUR HELPE est classée en **zone de sismicité 3**, correspondant à un **aléa sismique modéré**.
- ♦ Activités industrielles antérieures du site  
En référence à la base de données des anciens sites industriels et activités de services (<http://basias.brgm.fr>), il n'est fait mention d'aucune ancienne activité industrielle à l'aplomb du projet de construction.

## 7 – SYNTHÈSE GÉOTECHNIQUE

### 7.1 Investigations réalisées

(cf. plan – annexe 2 et sondages – annexe 3)

Les travaux de reconnaissance pour cette étude ont consisté, conformément au plan d'implantation de l'annexe 2, en l'exécution des essais et sondages suivants :

- ♦ **2 sondages pressiométriques**, notés PR1 et PR2, descendus respectivement à 19.0 et 10.0 m de profondeur/TN actuel, avec la réalisation de respectivement 13 et 7 essais pressiométriques, pour la détermination de la coupe géologique et des caractéristiques mécaniques (capacité portante et compressibilité) des sols d'assise,
- ♦ **2 fouilles à la pelle mécanique de reconnaissance de fondations de deux poteaux situés à l'extérieur du bâtiment M**, notées F1 et F2,

Il est également prévu la réalisation (à venir) d'une **reconnaissance ponctuelle du dallage existant** au droit du futur ascenseur comprenant :

- Ferrosan/radar (1 unité)
- Carottage (1 unité)

L'ensemble des diagraphies, diagrammes et coupes des sondages et essais réalisés figure en Annexe 3.

Cote de départ des reconnaissances : niveau du terrain naturel lors de notre intervention (fin avril 2022).

### 7.2 Description géotechnique du site

(cf. annexe 3)

L'analyse des différents sondages permet de synthétiser la coupe géotechnique schématique suivante :

- de 0.00 à 0.50 m : **remblai** : terre végétale puis limon/argile + cailloutis
- Remarque : de par leur origine anthropique, l'épaisseur et la nature des remblais peuvent varier sensiblement et brutalement. L'épaisseur des remblais sera plus importante à forte proximité des poteaux existants ; de l'ordre de 1.6/2.0 m.
- de 0.50 à 0.70/1.00 m : **limon argilo-sablonneux/argile limono-sablonneuse** brun
  - Classement d'après l'Eurocode 7 : limons mous
- de 0.70/1.00 à 6.90/10.50 m : **argile limono-sableuse voire très sableuse puis argile limoneuse** ; brun-roux/brun verdâtre voire verte
  - Classement d'après l'Eurocode 7 : limons fermes
- de 6.90/10.50 à 19.00\* m : **Calcaire** bleu-noir
  - Classement d'après l'Eurocode 7 : rocher altéré

Les critères de compacité sont ceux proposés dans les normes NF P94-261 et NF P94-262 (Eurocode 7).

Le détail des valeurs des caractéristiques mécaniques (Pl\* : Pression limite nette ; E<sub>M</sub> : Module pressiométrique Ménard) est disponible en annexe 3.

\*arrêt du sondage profond.

## 7- SYNTHÈSE GÉOTECHNIQUE

<p><b>7.3 Configuration hydrogéologique du site</b></p>	<p>Il n'a pas été observé d'arrivée d'eau dans les sondages au moment du chantier.</p> <p>Malgré l'absence d'eau au moment de la reconnaissance, des rétentions d'eau ou des circulations à faible profondeur sont toujours possibles (notamment en période pluvieuse), compte tenu de la géologie du site.</p> <p>Nous rappelons que la détermination des critères hydrogéologiques à prendre en compte dans la conception du projet (remontée de nappe, niveau des plus hautes eaux, ...) nécessite, pour la création d'une fosse pour le projet de monte-charge, la réalisation d'une étude hydrogéologique s'appuyant à minima sur un suivi piézométrique du site sur une année complète avec relevés mensuels fixes complétés par des mesures calées sur des épisodes pluviométriques remarquables.</p>
<p><b>7.4 Fouilles de recherche des fondations</b></p>	<p><b><u>Résultat de la fouille F1 :</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Présence d'un fût en béton (hors-sol) dépassant d'environ 0.17 m/terrain actuel (présence d'un poteau métallique fixé sur le fût)</li> <li>➤ Fondation du fût par massif isolé (probablement composée d'un massif de fondation et d'un prolongement en gros béton)</li> <li>➤ Base du massif (vraisemblablement base du gros béton) vers 1.80 m/Terrain actuel</li> <li>➤ Terrain d'assise : argile gris-bleu</li> <li>➤ Débord maximal observé (sur un seul côté du fût) du massif de fondation de 0.60 m/fût (fût excentré par rapport au massif)</li> </ul> <p>Remarque : de manière à ne pas déstabiliser l'ouvrage existant, la fouille n'a été menée que devant une seule face du fût béton.</p> <p><b><u>Résultat de la fouille F2 :</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Fondation par massif isolé en béton avec un prolongement en gros béton</li> <li>➤ Base du massif de fondation en béton vers 2.10 m/Terrain actuel</li> <li>➤ Base du gros béton vers 2.55 m/Terrain actuel</li> <li>➤ Terrain d'assise : argile brun-verdâtre</li> <li>➤ Débord maximal observé du massif d'environ 0.75m/poteau</li> <li>➤ Débord maximal observé du gros béton par rapport au massif de 0.30 m ; soit un débord maximal observé par rapport au poteau de 1.05 m</li> </ul> <p>Remarque : devant le volume important de la fouille et de la quantité de terre excavée, le massif de fondation et le gros béton ont été mis à jour en intégralité que sur un seul coin (du côté de la future passerelle).</p>

## 7- SYNTHÈSE GÉOTECHNIQUE

### 7.5 Modèles géotechniques (première approche)

À partir des sondages et essais réalisés, SOREG a retenu, en première approche, les modèles géotechniques suivants :

Modèle géotechnique établi selon le sondage PR1 :

Couche		Remblais/terrains remaniés	Argile sableuse brun-roux	Argile +/- limoneuse brun-vert	Calcaire
Prof. de la base / TN (m)		1.60 (+185.8 NGF)	4.00 (+183.4 NGF)	10.50 (+176.9 NGF)	>19.00
Pressiométrie	E <sub>M</sub> (MPa)	-	10.0	12.0	100
	PI* (MPa)	-	0.7	0.7	3.3
	α	-	2/3	2/3	1/2
Es	MPa	-	14	16	(*)

(\*) Module non fourni, substratum considéré indéformable

Modèle géotechnique établi selon le sondage PR2 :

Couche		Remblais	Limon argileux-argile limoneuse brun/brun-verdâtre	Argile limoneuse +/- sableuse verte	Calcaire	Calcaire
Prof. de la base / TN (m)		0.50 (+185.5 NGF)	1.50 (+184.5 NGF)	7.00 (+179.1 NGF)	9.00 (+177.1 NGF)	>10.00
Pressiométrie	E <sub>M</sub> (MPa)	-	4.5	10.0	20	>100
	PI* (MPa)	-	0.3	0.6	2.4	3.3
	α	-	1/2	2/3	1/2	1/2
Es	MPa	-	6.5	14	30	(*)

(\*) Module non fourni, substratum considéré indéformable

Remarques :

Les données qui précèdent ont pour seul objet de préciser les hypothèses de calcul retenues au stade avant-projet pour l'ébauche dimensionnelle des ouvrages. La conception et la méthodologie de mise en œuvre des infrastructures devront intégrer les adaptations inhérentes aux variations des limites de couches et aux hétérogénéités locales toujours possibles.

Les valeurs prises en compte correspondent à des valeurs moyennes en tenant compte du nombre limité des mesures effectuées et de la représentativité estimée des horizons testés. Ces valeurs devront être affinées en phase plus avancée (stade Projet).

## 8 – RISQUE SISMIQUE (EUROCODE 8 – NF EN 1998-1 & NF EN 1998-5)

Catégorie d'importance du projet	<p>La catégorie de classe du projet (passerelle et monte-charge) étudié nous a été communiquée par le Maître d'Ouvrage.</p> <p>La passerelle et le monte-charge projetés sont des ouvrages <b>classés en catégorie d'importance IV</b> (projet dont le fonctionnement est primordial pour la sécurité civile, pour la défense ou pour le maintien de l'ordre public), et affecté par conséquent d'un coefficient d'importance <math>\gamma_1</math> de <b>1.4</b>.</p>																								
Aléa sismique	En référence au décret 2010-1255 du 22 octobre 2010, la commune de AVESNES SUR HELPE est classée en <b>zone de sismicité 3</b> , correspondant à un <b>aléa sismique modéré</b> .																								
Accélération maximale de référence ( $a_{gr}$ )	Le site étant classé en <b>zone de sismicité 3</b> , la valeur de l'accélération maximale de référence au niveau d'un sol rocheux ( $a_{gr}$ ) à prendre en compte dans le cadre de ce projet est de <b>1.1 m/s²</b> .																								
Accélération horizontale ( $a_g$ )	L'accélération horizontale de calcul au niveau d'un sol de type rocheux ( $a_g$ ) à prendre en compte dans le cadre de ce projet est de <b>1.54 m/s²</b> .																								
Susceptibilité du sol à la liquéfaction et magnitude conventionnelle	<p>Valeur de magnitude conventionnelle pour étude de liquéfaction : 5.5</p> <p>La géologie de surface mise en évidence dans le cadre de la présente étude et les formations géologiques sous-jacentes ne mettant pas en évidence de couches étendues ou de lentilles épaisses de sols fins situées sous un niveau de nappe, <u>la susceptibilité du sol à la liquéfaction peut donc être considérée comme négligeable</u>.</p>																								
Classe de sol	En première approche et compte tenu de la nature géologique des sols d'assise, le sol de fondation peut être considéré comme un <b>sol de classe B</b> (dépôts raides de sable, de gravier ou d'argile surconsolidée, d'au moins plusieurs dizaines de mètres d'épaisseur, caractérisés par une augmentation progressive des propriétés mécaniques avec la profondeur) en référence aux paramètres de classification définis dans l'EUROCODE 8 (EN 1998-1:2004 § 3.1.2). Ce classement pourra être précisé par des mesures géophysiques permettant de mesurer le paramètre $V_{s,30}$ à l'aplomb du projet.																								
Spectres de réponse élastique	<table><tr><th colspan="4">Paramètres décrivant les spectres horizontaux de réponse élastique (sol B, zones de sismicité 1 à 4)</th></tr><tr><th>S</th><th>T<sub>B</sub> (s)</th><th>T<sub>C</sub> (s)</th><th>T<sub>D</sub> (s)</th></tr><tr><td>1.35</td><td>0.05</td><td>0.25</td><td>2.50</td></tr></table> <table><tr><th colspan="4">Paramètres décrivant les spectres verticaux de réponse élastique (zones de sismicité 1 à 4)</th></tr><tr><th>avg/<math>a_g</math></th><th>T<sub>B</sub> (s)</th><th>T<sub>C</sub> (s)</th><th>T<sub>D</sub> (s)</th></tr><tr><td>0.9</td><td>0.03</td><td>0.20</td><td>2.5</td></tr></table>	Paramètres décrivant les spectres horizontaux de réponse élastique (sol B, zones de sismicité 1 à 4)				S	T <sub>B</sub> (s)	T <sub>C</sub> (s)	T <sub>D</sub> (s)	1.35	0.05	0.25	2.50	Paramètres décrivant les spectres verticaux de réponse élastique (zones de sismicité 1 à 4)				avg/ $a_g$	T <sub>B</sub> (s)	T <sub>C</sub> (s)	T <sub>D</sub> (s)	0.9	0.03	0.20	2.5
Paramètres décrivant les spectres horizontaux de réponse élastique (sol B, zones de sismicité 1 à 4)																									
S	T <sub>B</sub> (s)	T <sub>C</sub> (s)	T <sub>D</sub> (s)																						
1.35	0.05	0.25	2.50																						
Paramètres décrivant les spectres verticaux de réponse élastique (zones de sismicité 1 à 4)																									
avg/ $a_g$	T <sub>B</sub> (s)	T <sub>C</sub> (s)	T <sub>D</sub> (s)																						
0.9	0.03	0.20	2.5																						



## 9 – EXPLOITATION DES RÉSULTATS

<b>Zone d'influence géotechnique (ZIG)</b>	<p>En première approche, la ZIG reste inscrite dans les limites du site mais interfère avec le bâtiment M et le chemin piétonnier pour accéder à la passerelle.</p> <p>Remarque : dans le cas de la construction d'un ouvrage dans la zone d'influence du projet entre l'intervention sur site de SOREG et la construction du projet étudié, les Concepteurs devront prévenir impérativement SOREG afin de revoir les conclusions de cette étude.</p>
<b>Effets du remodelage du site</b>	<p>Il est rappelé que les terrassements prévus consisteront en un simple reprofilage du site.</p>
<b>Descentes de charges sur fondations</b>	<p>À ce stade de l'étude, seules les caractéristiques techniques générales du projet (implantation) nous ont été communiquées. En particulier, aucune donnée relative aux descentes de charges ne nous a été fournie.</p> <p>Par conséquent, et en première approche, nous avons considéré les descentes de charges prévisionnelles suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Charges ponctuelles à l'ELS : de l'ordre de 15 à 30 t.</li> </ul>
<b>Principes de fondation envisageables</b>	<p>➤ <b>Fondations pour la passerelle</b></p> <p>Au regard :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• des épaisseurs de remblais/terrains remaniés observées au droit des différents sondages réalisés sauf à forte proximité des poteaux existants,</li> <li>• des caractéristiques techniques du projet (passerelle) impliquant des descentes de charges faibles à moyennes,</li> <li>• de la configuration géomécanique générale du site et des caractéristiques mécaniques acceptables mesurées à partir de 1.00 m de profondeur au sein des argiles limoneuses en place,</li> </ul> <p>Il sera possible d'envisager un mode de <b>fondations superficielles sur semelles isolées</b> encastrées à une profondeur minimale de :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>-2.1 m/TN actuel</b> dans la zone du modèle géotechnique établi selon le sondage PR1 soit <b>+185.3 NGF</b></li> <li>• <b>-2.0 m/TN actuel</b> dans la zone du modèle géotechnique établi selon le sondage PR2 soit <b>+184.0 NGF</b></li> <li>• ancrées au minimum de 0.50 m au sein des sols argilo-limoneux +/- sableux en place et non remaniés.</li> </ul> <p>Remarque : dans le cas de charges sismiques importantes incompatibles avec une solution de type fondations superficielles, une solution par micropieux pourrait s'imposer.</p>

## 9 – EXPLOITATION DES RÉSULTATS

### *Principes de fondation envisageables*

#### ➤ Fondations pour le monte-charge

Pour les fondations du monte-charge, en sus du contexte évoqué ci-avant pour les fondations de la passerelle, il convient de prendre en compte que l'ouvrage sera à construire à l'intérieur du bâtiment M, contre un mur existant au niveau du sous-sol.

Une solution par appuis isolés de type micropieu sera à retenir.

En fonction de la structure existante qui sera à reconnaître en phase G3, une solution par appuis isolés par micropieux permet d'adapter en conséquence l'implantation des appuis et de prendre en compte la présence des fondations du mur existant.

#### Remarques :

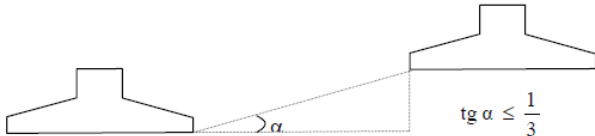
- Le mode de fondations superficielles précité pour la passerelle n'est valable que pour des descentes de charges maximales de l'ordre de 300 kN à l'ELS. Dans le cas de charges supérieures, il conviendra :
  - en premier lieu de répartir de façon optimale les descentes de charges et d'étudier en phase G2 PRO ou G3 l'amplitude des tassements différentiels,
  - en second lieu, si cette optimisation de la répartition des descentes de charges n'est pas envisageable ou suffisante, de prévoir un mode fondations plus contraignant (micropieux).



## 10 – MODE DE FONDATION SUR SEMELLES ISOLEES

Sol de fondation	<ul style="list-style-type: none"><li>- Argile limoneuse +/- sableuse,</li><li>- à l'exclusion de tout remblai, terre végétale ou sol remanié.</li></ul>																								
Cote d'assise	L'assise des ouvrages de fondation sera fixée à une profondeur minimale de -2.1 m/TN actuel dans la zone du modèle géotechnique établi selon le sondage PR1 soit +185.3 NGF et -2.0 m/TN actuel dans la zone du modèle géotechnique établi selon le sondage PR2 soit +184.0 NGF, tout en respectant un ancrage minimum de 0.50 m au sein des argiles limono-sableuses en place et non remaniés.																								
Hypothèses de calcul	L'ébauche dimensionnelle des semelles isolées a été réalisée, par application des règles de calcul de l'EUROCODE 7, à partir des valeurs pressiométriques des modèles géotechniques du paragraphe 7.																								
Contraintes de calcul	<p>Les contraintes de calcul maximales à l'E.L.S. « <math>R_{v,d} / A'_{ELS}</math> quasi-permanente » (Etats Limites de Service) et à l'E.L.U. « <math>R_{v,d} / A'_{ELU}</math> fondamental » (Etats Limites Ultimes), pour des semelles isolées de différentes dimensions fondées à -2.0/-2.1 m (/TN actuel), sont présentées dans les tableaux ci-après :</p> <p><u>Selon le modèle géotechnique établi selon le sondage PR1 :</u></p> <table><tr><th>Fondation</th><th>Côté (m)</th><th>Profondeur (m)</th><th><math>R_{v,d}/A'_{ELS}</math> (kPa)</th><th><math>R_{v,d}/A'_{ELU}</math> (kPa)</th></tr><tr><td rowspan="3">Semelle carrée</td><td>0.8</td><td rowspan="3">2.1* (+185.3 NGF)</td><td rowspan="3">240</td><td rowspan="3">395</td></tr><tr><td>1.0</td></tr><tr><td>1.2</td></tr></table> <p><u>Selon le modèle géotechnique établi selon le sondage PR2 :</u></p> <table><tr><th>Fondation</th><th>Côté (m)</th><th>Profondeur (m)</th><th><math>R_{v,d}/A'_{ELS}</math> (kPa)</th><th><math>R_{v,d}/A'_{ELU}</math> (kPa)</th></tr><tr><td rowspan="3">Semelle carrée</td><td>0.8</td><td rowspan="3">2.0* (+184.0 NGF)</td><td rowspan="3">205</td><td rowspan="3">335</td></tr><tr><td>1.0</td></tr><tr><td>1.2</td></tr></table> <p><u>N.B.</u> : 100 kPa = 0.1 MPa = 1 bar = 10 t/m²</p> <p>*profondeur d'assise minimale requise (/TN actuel) tout en respectant un ancrage minimum de 50 cm au sein des argiles limoneuses +/- sableuses.</p> <p><u>Remarque</u> : Nous déconseillons de retenir des côtés de semelles isolées inférieures à 0.80 m.</p>	Fondation	Côté (m)	Profondeur (m)	$R_{v,d}/A'_{ELS}$ (kPa)	$R_{v,d}/A'_{ELU}$ (kPa)	Semelle carrée	0.8	2.1* (+185.3 NGF)	240	395	1.0	1.2	Fondation	Côté (m)	Profondeur (m)	$R_{v,d}/A'_{ELS}$ (kPa)	$R_{v,d}/A'_{ELU}$ (kPa)	Semelle carrée	0.8	2.0* (+184.0 NGF)	205	335	1.0	1.2
Fondation	Côté (m)	Profondeur (m)	$R_{v,d}/A'_{ELS}$ (kPa)	$R_{v,d}/A'_{ELU}$ (kPa)																					
Semelle carrée	0.8	2.1* (+185.3 NGF)	240	395																					
	1.0																								
	1.2																								
Fondation	Côté (m)	Profondeur (m)	$R_{v,d}/A'_{ELS}$ (kPa)	$R_{v,d}/A'_{ELU}$ (kPa)																					
Semelle carrée	0.8	2.0* (+184.0 NGF)	205	335																					
	1.0																								
	1.2																								
Évaluation des tassements absolus	<p>Avec des descentes de charges à l'ELS comprises entre 150 et 300 kN pour des appuis isolés, les évaluations de tassement absolu calculées sont <u>de l'ordre du centimètre</u>. L'ordre de grandeur des tassements différentiels entre appuis dans le contexte géomécanique considéré sera de l'ordre du demi-centimètre.</p> <p>En fonction de la contrainte de calcul retenue et de la géométrie de chacun des appuis, le BET structure vérifiera la compatibilité des tassements absolus et différentiels avec les valeurs de tassement admissibles par la structure, et optimisera en conséquence la répartition des efforts.</p>																								

# 11 – REMARQUES GÉNÉRALES – MODE DE FONDATION SUR SEMELLES ISOLEES

<p><b>Creusement des fouilles de fondation</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Le creusement des fouilles de fondation devra être réalisé avec soin de façon à ne pas décompresser le sol d'assise qui sera, par ailleurs, <b><u>immédiatement protégé des intempéries par mise en œuvre du béton de fondation ou d'un béton de propreté</u></b>, en vérifiant au préalable la nature et l'homogénéité des fonds de fouilles ainsi que l'absence de remblai ou de sol remanié en assise de fondation.</li> <li>➤ Les dénivellations entre les niveaux d'assise des fondations seront reprises par approfondissements en gros béton en respectant la proportion <math>H/L &lt; 1/3</math> conformément aux dispositions relatives aux fondations superficielles en zone sismique.</li> </ul>  <p style="text-align: right;"><math>\text{tg } \alpha \leq \frac{1}{3}</math></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ En cas de sur profondeurs de remblais (risque élevé à proximité des poteaux existants) et donc d'approfondissement des fouilles, il conviendra d'assurer la stabilité des terrains et des ouvrages existants par tout moyen adapté.</li> </ul>
<p><b>Charges inclinées et (ou) excentrées</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Les contraintes de calcul ont été définies pour un chargement vertical centré.</li> <li>➤ Si les descentes de charge sont inclinées (ou excentrées), la contrainte de calcul du sol devra être minorée conformément aux règles de l'EUROCODE 7.</li> </ul>

## 12 – MODE DE FONDATION PROFOND PAR MICROPIEUX

### Hypothèses de calcul

En adoptant la méthode du « modèle de terrain », les paramètres de pré-dimensionnement des micropieux à prendre en compte sont les suivants :

Selon le modèle géotechnique établi selon le sondage PR1 :

Base de la couche (m/TN)	Nature de la couche	PI* moyen (MPa)	E <sub>M</sub> moyen (MPa)	Courbe type	Classe de sol (NF P 94-262)
1.6 (+185.8)	Remblais	/	/	/	/
4.0 (+183.4)	Argile sableuse	0.7	10.0	Q1	Argiles fermes
10.5 (+176.9)	Argile +/- limoneuse	0.7	12.0	Q1	Argiles fermes
>19.0	Calcaire	3.3	100.0	Q5	Rocher altéré

Selon le modèle géotechnique établi selon le sondage PR2 :

Base de la couche (m/TN)	Nature de la couche	PI* moyen (MPa)	E <sub>M</sub> moyen (MPa)	Courbe type	Classe de sol (NF P 94-262)
0.50 (+185.5)	Remblais	/	/	/	/
1.5 (+184.5)	Limon argileux/argile limoneuse	0.3	4.5	Q1	Limons mous
7.0 (+179.1)	Argile limoneuse +/- sableuse	0.6	10.0	Q1	Argiles fermes
9.0 (+177.1)	Calcaire	2.4	20.0	Q5	Rocher altéré
>19.0	Calcaire	3.3	>100.0	Q5	Rocher altéré

### Ébauche dimensionnelle

À titre indicatif, sont ici proposés des micropieux injectés mode IGU type III (PIGU ou MIGU ; classe 8 catégorie 19). D'autres techniques de pieux pourront être proposées par les entreprises spécialisées, mais celles-ci devront intégrer dans leur conception et leur exécution les remarques générales évoquées ci-après (§– Remarques générales – Mode de fondation profond par micropieux).

Selon le modèle géotechnique établi selon le sondage PR1 :

**Frottement latéral** (micropieux type III) :

Base de la couche (m)	Nature de la couche	PI* (MPa)	Courbe type	f <sub>sol</sub> (kPa)	α pieu-sol	q <sub>si</sub> (kPa)
1.6 (+185.8)	Remblais	/	/	/	/	/
4.0 (+183.4)	Argile sableuse	0.7	Q1	38.5	2.7	104
10.5 (+176.9)	Argile +/- limoneuse	0.7	Q1	38.5	2.7	104
>19.0	Calcaire	3.3	Q5	113.0	2.4	271

## 12 – MODE DE FONDATION PROFOND PAR MICROPIEUX

**Ébauche dimensionnelle (suite)**

Selon le modèle géotechnique établi selon le sondage PR2 :

**Frottement latéral** (micropieux type III) :

Base de la couche (m)	Nature de la couche	Pl* (MPa)	Courbe type	$f_{sol}$ (kPa)	$\alpha$ pieu-sol	$q_{si}$ (kPa)
0.50 (+185.5)	Remblais	/	/	/	/	/
1.5 (+184.5)	Limon argileux/argile limoneuse	0.3	Q1	26.6	2.7	72
7.0 (+179.1)	Argile limoneuse +/- sableuse	0.6	Q1	36.7	2.7	99
9.0 (+177.1)	Calcaire	2.4	Q5	103.9	2.4	249
>19.0	Calcaire	3.3	Q5	113.0	2.4	271

N.B : pour un ancrage au sein de l'argile :

- $\gamma_{R;d1} = 2.0$
- $\gamma_{R;d2} = 1.1$

N.B : pour un ancrage au sein du calcaire :

- $\gamma_{R;d1} = 1.4$
- $\gamma_{R;d2} = 1.1$

Selon le modèle géotechnique établi selon le sondage PR1 :

### MICROPIEUX TYPE III SOLLICITES EN COMPRESSION

Diamètre du pieu (cm)	25	25	25	25
Prof (m)/TN actuel*	6.0	8.0	9.0	11.0
Charge ultime de frottement $Q_s$ (kN)	359	522	604	833
Charge de fluage $R_{c,cr,d}$ ELS quasi-permanent (kN)	104	151	175	254
Charge de fluage $R_{c,cr,d}$ ELS caractéristique (kN)	127	185	214	311

Selon le modèle géotechnique établi selon le sondage PR2 :

### MICROPIEUX TYPE III SOLLICITES EN COMPRESSION

Diamètre du pieu (cm)	25	25	25
Prof (m)/TN actuel*	6.0	8.0	10.0
Charge ultime de frottement $Q_s$ (kN)	406	680	1089
Charge de fluage $R_{c,cr,d}$ ELS quasi-permanent (kN)	118	221	390
Charge de fluage $R_{c,cr,d}$ ELS caractéristique (kN)	144	270	477

\*Remarque : La profondeur des micropieux et les charges associées sont données par rapport au niveau du terrain actuel (TN au droit de PR1 vers +187.4 et TN au droit de PR2 vers +186.0 NGF) en négligeant la valeur du frottement sur la hauteur des remblais. Dans le cas de micropieux pour le monte-charge, il conviendra de négliger la hauteur du frottement sur la hauteur de la fosse.

### 13 – REMARQUES GÉNÉRALES - MODE DE FONDATION PROFOND PAR MICROPIEUX

<p><b>Remarques générales</b></p>	<p>La géométrie des fondations sous le niveau du sous-sol (débords/profondeurs) devra être établie en phase EXE. L'implantation des micropieux devra prendre en compte ces données géométriques.</p> <p>La contrainte réelle pouvant être appliquée à la base du micropieu devra être vérifiée structurellement en fonction du béton et des matériaux constituant les pieux ou micropieux utilisés.</p> <p>En l'absence de protections adéquates, on retiendra une perte d'épaisseur de l'acier des armatures par corrosion.</p> <p>Les coulis utilisés devront être résistants à l'agressivité des sols et des eaux vis-à-vis des sulfates et chlorures. Les armatures devront être résistantes à la corrosion. La classe d'agressivité des eaux et sols vis-à-vis des mortiers devra être déterminée à partir d'analyses physico-chimiques et conformément à la norme NF EN206-1.</p> <p>D'autres techniques de pieux pourront être proposées par les entreprises spécialisées mais elles devront intégrer dans la conception et l'exécution les précautions particulières évoquées ci-après.</p> <p>Il est à noter qu'aucun frottement négatif, ni effort parasite ou effet de groupe n'a été pris en compte dans l'ébauche dimensionnelle proposée. Il conviendra de dimensionner les micropieux en conséquence si un rehaussement du site est effectué.</p> <p>Il conviendra de prendre en compte les efforts horizontaux provoqués par le vent et les efforts sismiques lors du dimensionnement des pieux.</p> <p>Les résultats fournis précédemment ne sont donnés qu'à titre indicatif. Une note de calcul détaillée devra être établie au stade du projet en fonction de ce dernier et des caractéristiques réelles des pieux ou micropieux retenus.</p>
-----------------------------------	---

### 13 – REMARQUES GÉNÉRALES - MODE DE FONDATION PROFOND PAR MICROPIEUX

**Précautions particulières de conception et d'exécution :**

Les Concepteurs devront prendre en compte dans le choix des méthodes de forage et de bétonnage des fondations profondes les sujétions suivantes :

- La réalisation des fondations depuis un niveau de sous-sol (projet ascenseur)
- La réalisation des fondations en dessous d'un ouvrage existant (projet passerelle)
- La présence de blocs dans les remblais,
- les possibles variations du sol d'ancrage pouvant induire des adaptations (approfondissements des fondations),
- la forte compacité du calcaire (en cas de micropieux profonds),
- la présence éventuelle au sein de l'argile , de passées sablo-gréseuses ou de débris de calcaire.

L'Entreprise de fondations spéciales devra s'assurer que le type de fondations profondes et la puissance du matériel qu'il propose sont compatibles avec les ancrages demandés pour assurer les capacités portantes retenues.

Les pieux doivent être dimensionnés aux sollicitations sismiques pour des ouvrages estimés de catégorie IV. Ils devront être également armés en conséquence étant soumis à des efforts horizontaux (ou des moments) et de la traction.

Les essais préalables, de conformité et de contrôle des pieux devront être menés conformément aux prescriptions de la norme NF P94-262.

Le phasage d'exécution des micropieux sera adapté de façon à ce qu'il n'y ait pas de répercussion sur les micropieux déjà coulés.

Les techniques de foration et d'injection devront être parfaitement maîtrisées par l'entrepreneur de fondations spéciales afin d'éviter toute malfaçon et de ne pas entraîner de désordres sur les existants, tout particulièrement lors de l'injection du coulis.

On mettra en œuvre un joint de construction entre le projet et le bâtiment mitoyen

Lors des travaux de terrassement de la cage d'ascenseur, l'entreprise prendra toutes les dispositions techniques pour ne pas déstabiliser le bâtiment mitoyen. Elles pourront être détaillées lors de la mission G3 effectuée par l'entreprise.

## 14 – MITOYENNETÉ

<i>Suggestions relatives aux mitoyennetés</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ A proximité immédiate des existants, le niveau d'assise des fondations du projet de construction devra être fixé à une profondeur au moins équivalente à celui des existants afin de limiter l'incidence de la nouvelle structure sur les constructions mitoyennes.</li> <li>➤ Si nécessaire, on prévoira un système d'étalement et/ou de confortement interdisant tout mouvement des existants aussi bien en phase chantier qu'en phase définitive.</li> <li>➤ On désolidarisera totalement le projet des existants par la mise en œuvre de <b>joints francs</b>.</li> <li>➤ Le choix du matériel de terrassement et des ateliers de forage devra prendre en compte la présence des existants (ouvrage existant situé au-dessus de la futur passerelle et réalisation des fondations de l'ascenseur à l'intérieur d'un bâtiment existant)</li> <li>➤ Il conviendra de prendre en compte les débords des fondations et d'implanter les futures fondations en conséquence.</li> </ul>
---	---

## 15 – ALÉAS ET RISQUES GÉOTECHNIQUES

<i>Limites de l'étude</i>	<p>Nous rappelons la nature « ponctuelle » des reconnaissances géotechniques réalisées dans le cadre de cette mission.</p> <p>Leur interprétation reste donc sujette à aléas pouvant nécessiter des modifications ou des adaptations en cours d'avancement ou de réalisation du projet.</p> <p>De même, les conclusions du présent rapport s'appuient sur un ensemble d'hypothèses techniques susceptibles d'évoluer avec l'avancement du projet.</p> <p>Il conviendra par conséquent de s'assurer, à chaque phase d'avancement du projet, de l'adaptation des hypothèses retenues.</p>
<i>Aléas et risques</i>	<p>Compte tenu des résultats des essais et sondages effectués lors de la présente étude, les aléas et risques géotechniques associés qui devront être appréhendés de manière plus fine en phase G3 sont :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Les variations en épaisseur, des remblais, notamment en cas d'appuis à forte proximité des poteaux existants</li> <li>- L'interaction et les adaptations à adopter compte tenu de la présence d'ouvrages existants</li> </ul>

\*\*\*\*\*

Ce présent rapport conclut l'étude géotechnique de conception phase G2-AVP qui nous a été confiée dans le cadre de cette affaire.

Les calculs réalisés et les valeurs dimensionnelles données dans ce présent rapport ne sont que des ébauches destinées à donner un premier aperçu des sujétions d'exécution et ne constituent pas un dimensionnement du projet (établie en phase G3 au sens de la norme NF P 94-500).

Selon l'enchaînement des missions (norme NF P 94-500), l'élaboration du projet nécessitera la réalisation d'une mission géotechnique de conception phase G2-PRO, les études et suivis géotechniques d'exécution doivent être réalisés dans le cadre d'une mission de type G3 et la supervision géotechnique d'exécution doit être réalisée au sein d'une mission de type G4.

Nous restons à la disposition du Maître d'Ouvrage et du Maître d'Œuvre, pour tout complément d'information qu'ils pourraient souhaiter au sujet de la présente étude.

Aubry-du-Hainaut, le 13 juillet 2022

Rédigé par : Rémi WOESTELANDT

Contrôlé par : Alain TERRAZZONI

Ingénieurs Géotechniciens



Extrait de la norme AFNOR NF P94-500 de novembre 2013  
Tableau 1 – Enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique

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

**Tableau 2 – Classification des missions d'ingénierie géotechnique**

L'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (étapes 1 à 3) doit suivre les étapes de conception et de réalisation de tout projet pour contribuer à la maîtrise des risques géotechniques. Le Maître d'Ouvrage ou son mandataire doit faire réaliser successivement chacune de ces missions par une ingénierie géotechnique. Chaque mission s'appuie sur les 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 Etude 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 de l'étude (première approche de la ZIG, horizons porteurs potentiels, ainsi que certains principes généraux de construction envisageables (notamment fondations, terrassements, ouvrages enterrés, amélioration de sols).

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

Cette mission permet l'élaboration 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 les données géotechniques adaptées.

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, exploiter les résultats.
- Fournir un rapport donnant les hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade de l'avant-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, amélioration des 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 la Maîtrise d'Ouvrage pour l'établissement des Contrats de Travaux avec le ou les entrepreneurs retenus pour les ouvrages géotechniques.

- Etablir ou participer à la rédaction des documents techniques nécessaires et suffisants la consultation des entreprises pour leurs études de réalisation des ouvrages géotechniques (dossier de Phase Projet avec plans, notices techniques, cahier des charges particulières, cadre de bordereau de 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.

**Tableau 3 – Classification des missions d'ingénierie géotechnique (suite)**

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

**ETUDE ET SUIVI GEOTECHNIQUE 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 Etude

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Etudier 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).
- Elaborer 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 Etude.
- Vérifier les données géotechniques par relevés lors de travaux et par un programme d'investigations géotechniques complémentaire si nécessaire (le réaliser ou en assurer le suivi techniques, en exploiter les résultats).
- Etablir 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 proposés 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 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.
- Etudier 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).

## Symboles et indices

### ◆ Risque sismique

S	Paramètre du sol
$a_{vg}$	Accélération de calcul du sol suivant la direction verticale
$a_g$	Accélération de calcul au niveau d'un sol de classe A
$T_B$	Limite inférieure des périodes correspondant au palier d'accélération spectrale constante
$T_C$	Limite supérieure des périodes correspondant au palier d'accélération spectrale constante
$T_D$	Valeur définissant le début de la branche à déplacement spectral constant

### ◆ Système de fondation

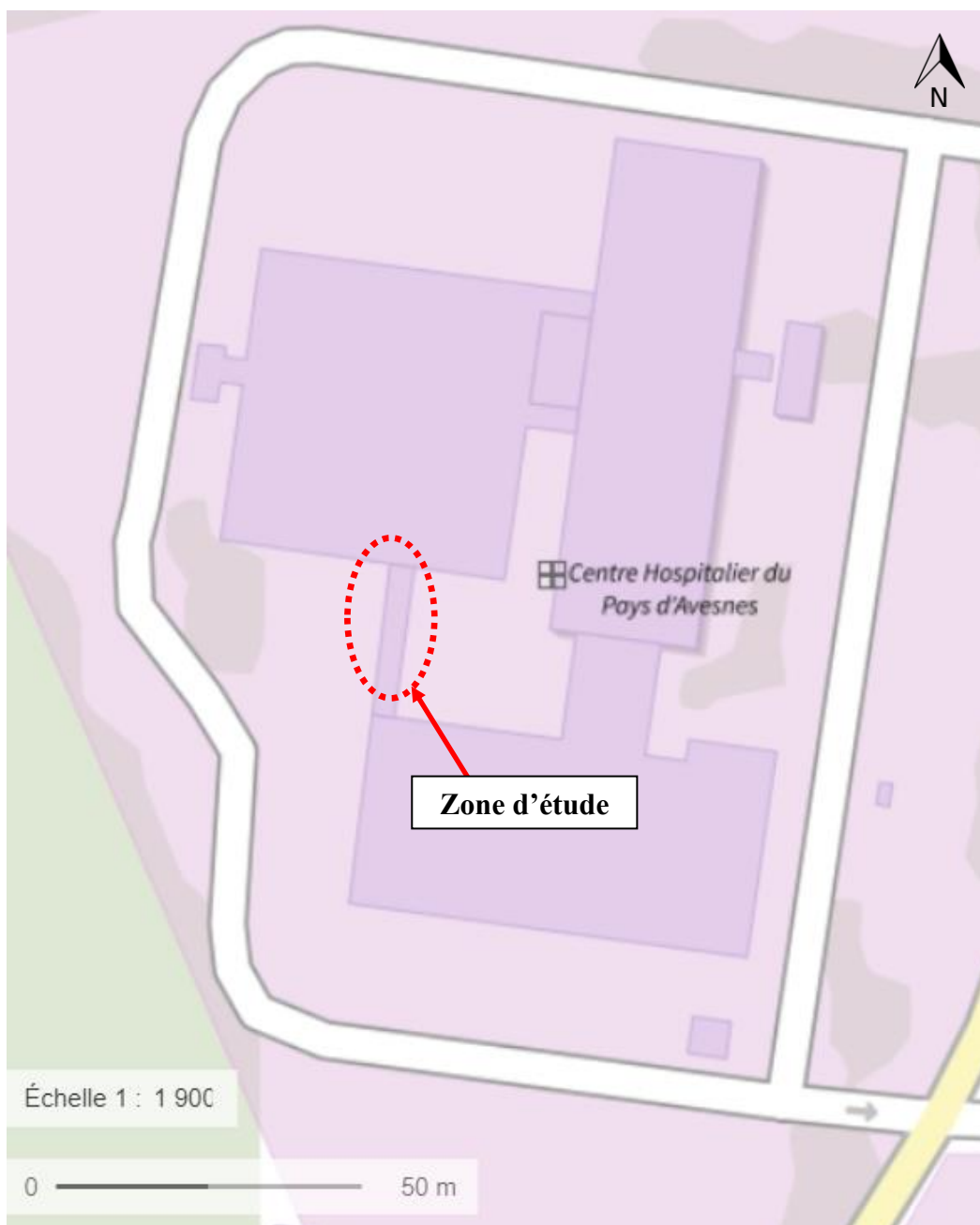
B	Largeur d'une fondation rectangulaire ou carrée, diamètre d'une fondation circulaire
$c'$	Cohésion effective
D	Profondeur de la semelle
$D_e$	Hauteur d'encastrement équivalente
h	Epaisseur de la semelle
L	Longueur d'une fondation rectangulaire
s	tassement
$P_{le}^*$	Pression limite nette équivalente
$K_p$	Facteur de portance pressiométrique
$i_{\delta\beta}$	Coefficient de réduction de portance
$q'_0$	Contrainte verticale effective initiale
$q_{net}$	Contrainte associée à la résistance nette du terrain sous la fondation superficielle
$\gamma$	Valeur du facteur partiel permettant le calcul de la portance à l'E.L.U.
$q_{v;k}$	Valeur caractéristique de la résistance nette du terrain sous la fondation superficielle
$q'$	Résistance nette du terrain sous la fondation superficielle

## Plan de situation du projet

**AVESNES-SUR-HELPE (59)**  
**Route de Haut Lieu**

-----  
**Centre Hospitalier du Pays d'Avesnes**  
**Réhabilitation du bâtiment M + création d'une**  
**passerelle**  
-----

**Plan de situation générale du projet**



## Plan d'implantation des reconnaissances

# AVESNES-SUR-HELPE (59)

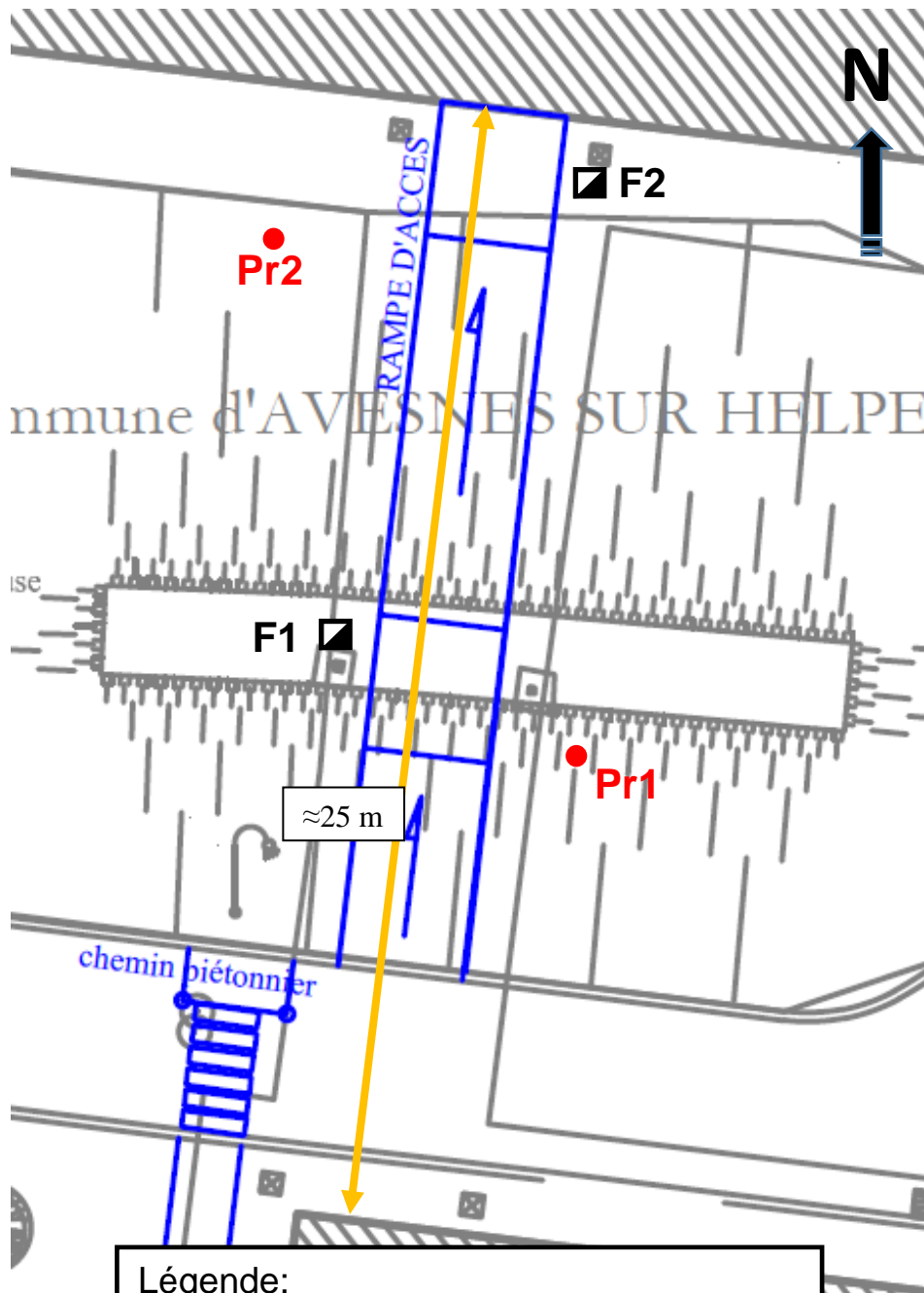
Route de Haut Lieu

-----

Centre Hospitalier du Pays d'Avesnes  
Réhabilitation du bâtiment M + création d'une  
passerelle

-----

## Plan d'implantation des sondages



### Légende:

- Sondage pressiométrique
- ▣ Fouille de reconnaissance



## Diagraphies et coupes des sondages et essais in situ

# AVESNES-SUR-HELPE (59)

Route de Haut Lieu

Centre Hospitalier du Pays d'Avesnes

Réhabilitation du bâtiment M + création d'une passerelle

Mission : G2-AVP

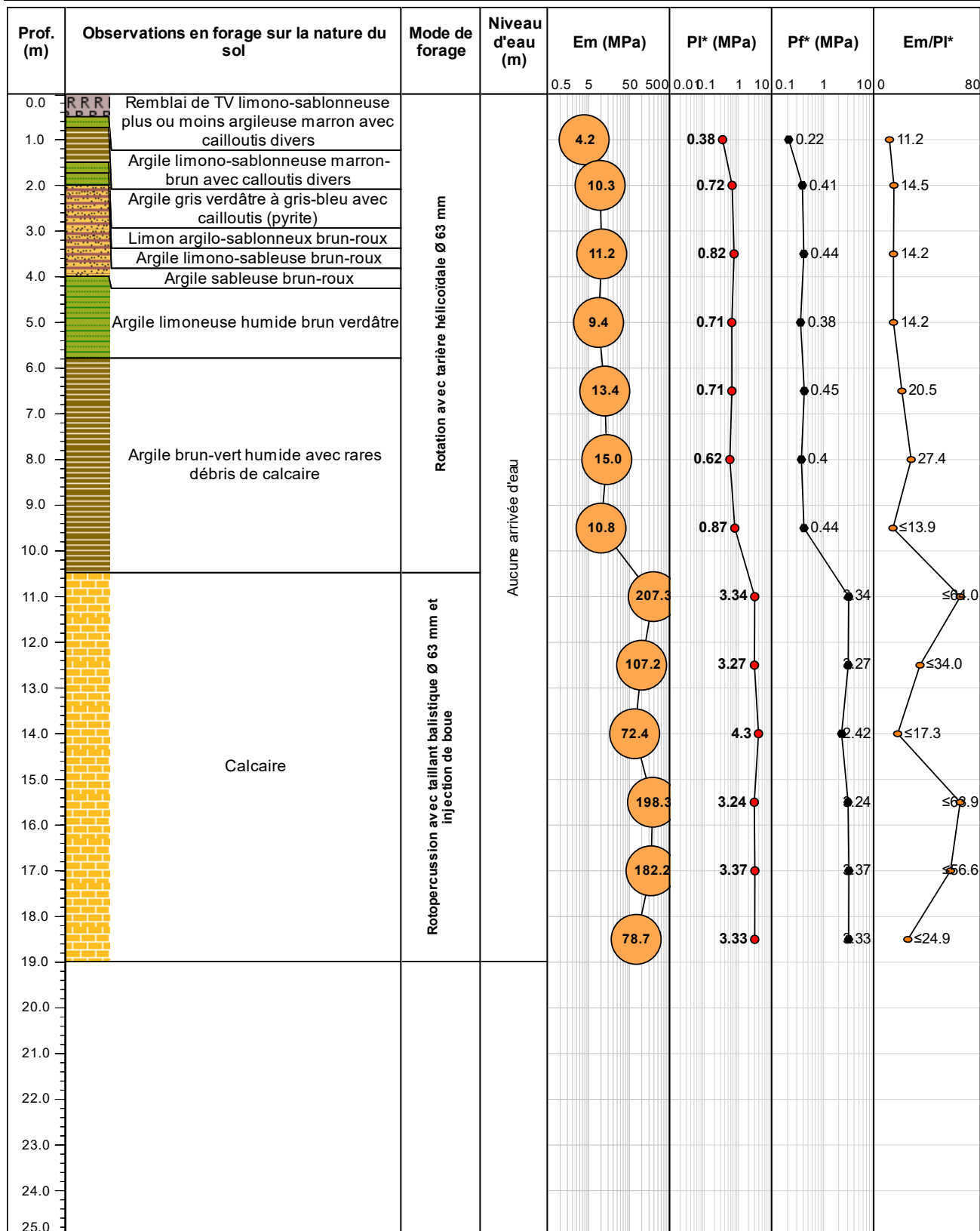
Date : 22/04/2022

# FORAGE PRESSIOMETRIQUE

PR1

N° d'affaire : DS22-0308c

Cote : +187.41 NGF



Remarques :

# AVESNES-SUR-HELPE (59)

Route de Haut Lieu

Centre Hospitalier du Pays d'Avesnes

Réhabilitation du bâtiment M + création d'une passerelle

Mission : G2-AVP

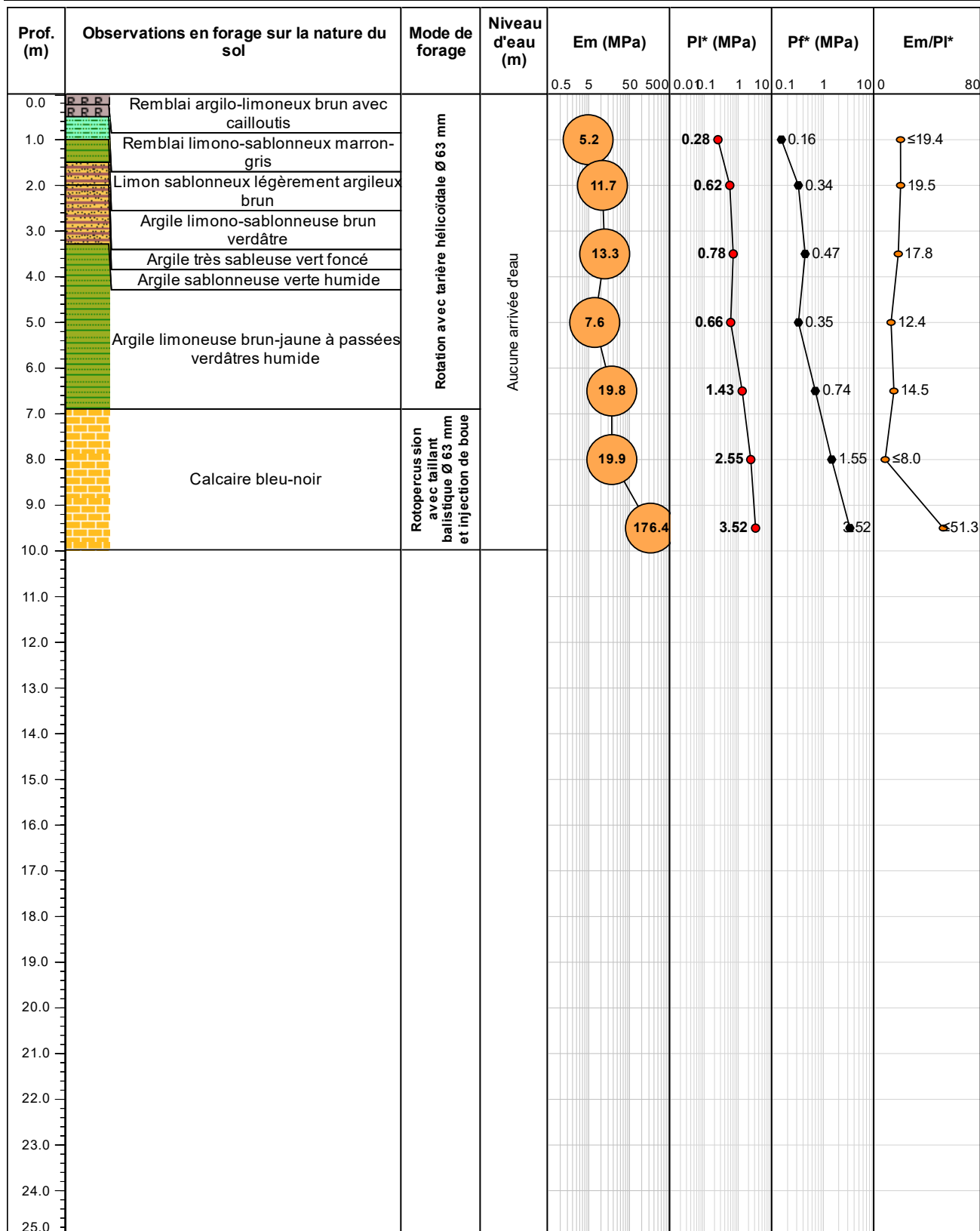
Date : 20/04/2022

# FORAGE PRESSIOMETRIQUE

PR2

N° d'affaire : DS22-0308c

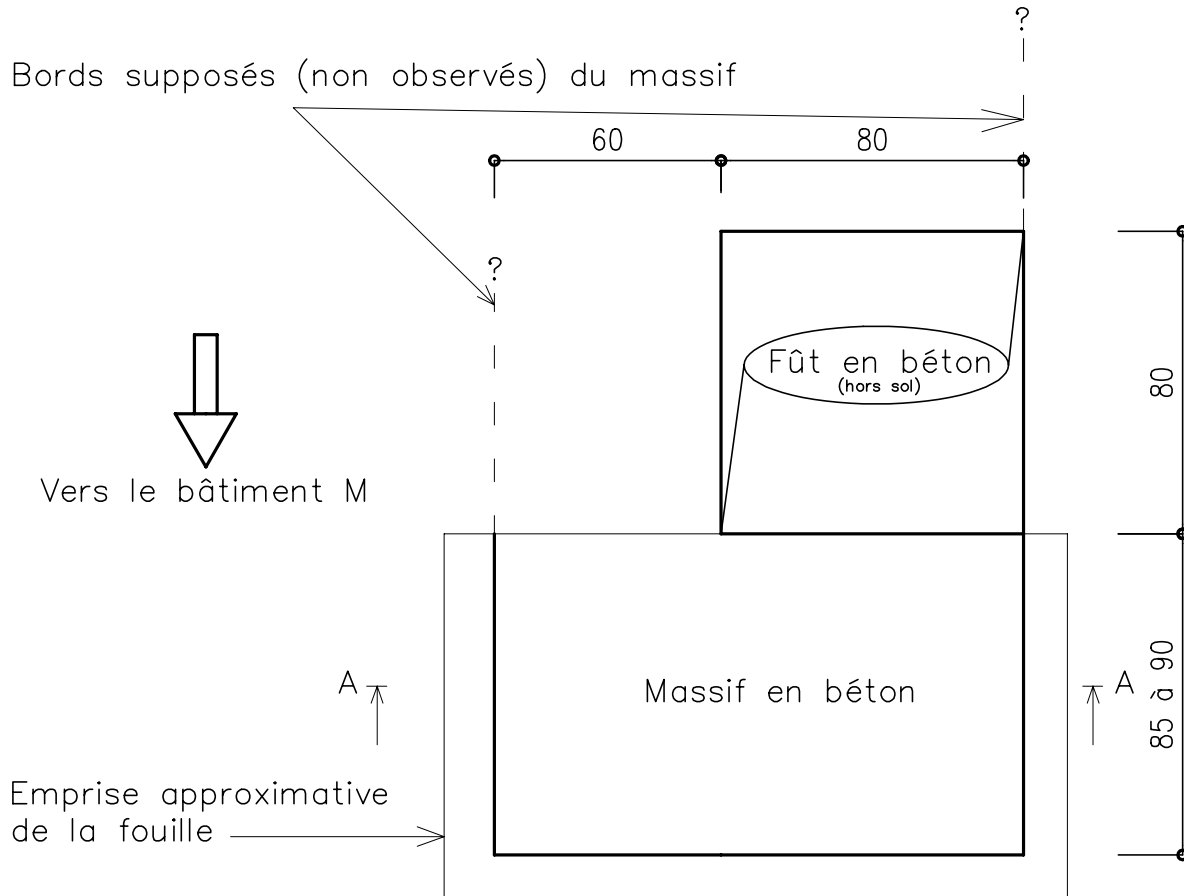
Cote : +186.05 NGF



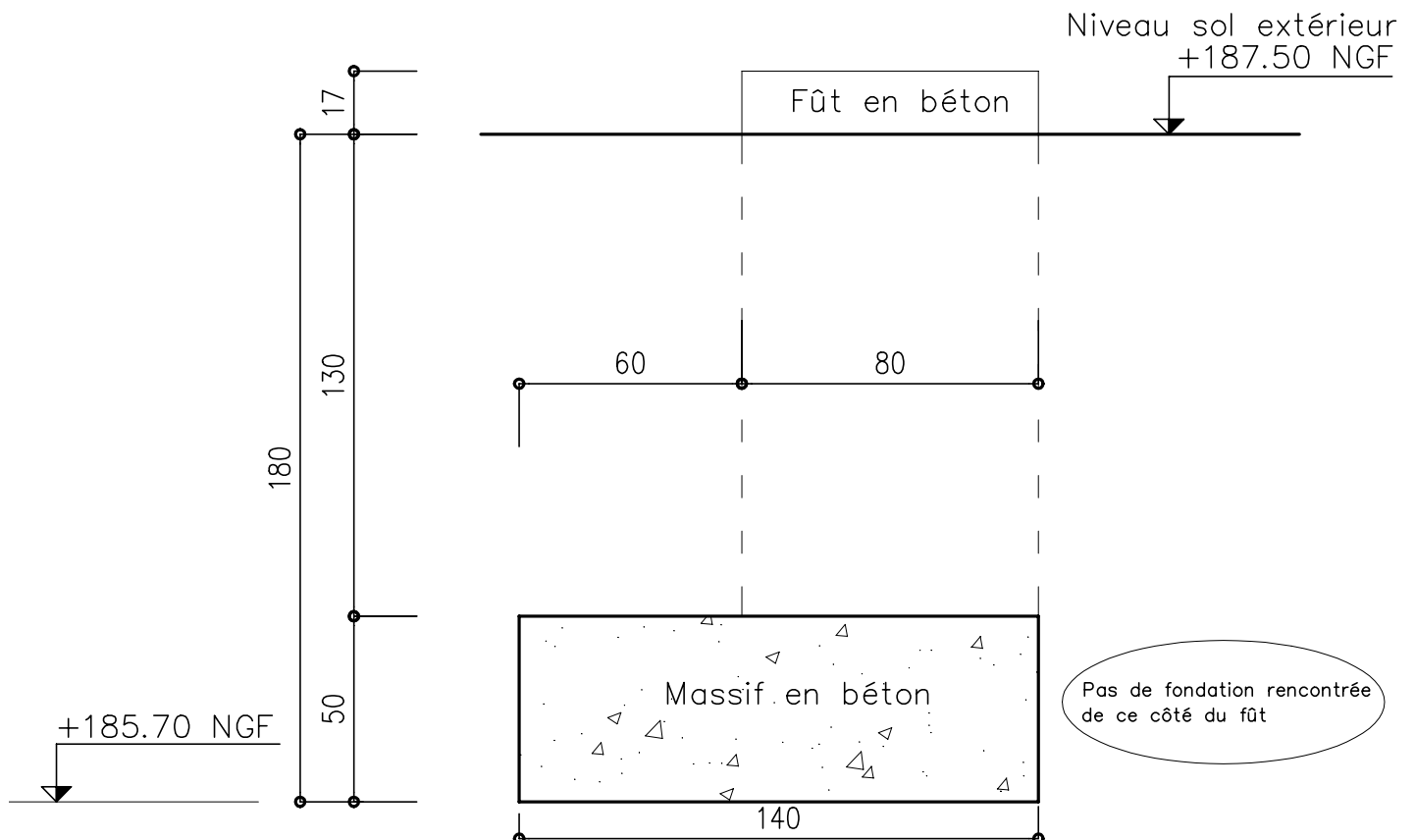
Remarques :

# Fouille F1

Vue de dessus – TN à +187.50 NGF



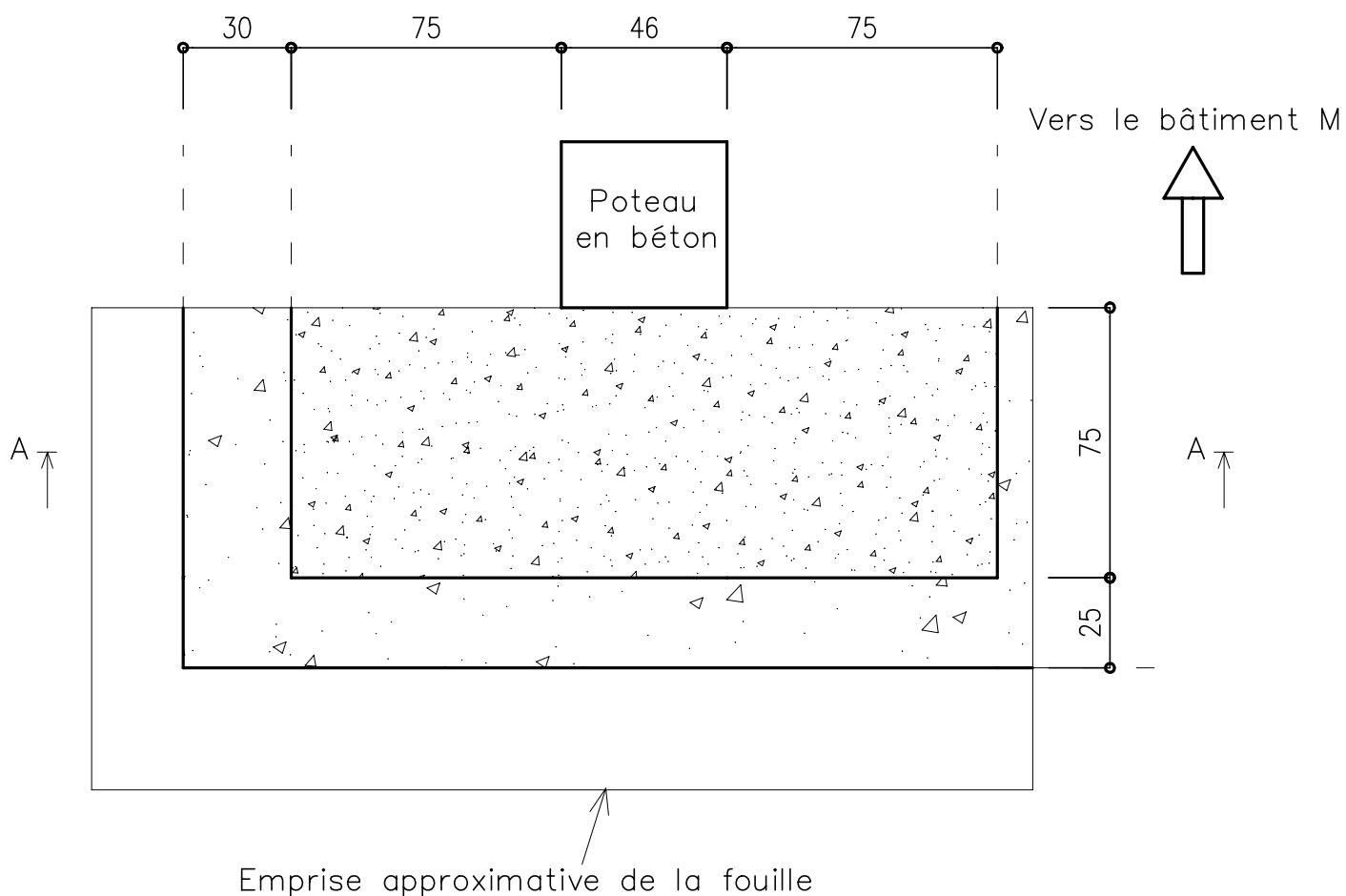
Coupe A-A (contours de la fouille non représentés)



Remarque : présence de blocs et débris dans les remblais jusqu'à l'arase supérieure du massif

# Fouille F2

Vue de dessus – TN à +186.02 NGF



-- -- = bords supposés du massif et du gros béton

Coupe A-A (contours de la fouille non représentés)

