

# Création de 12 logements collectifs au 13 rue Jean Baptiste Clément

*CHARLEVILLE MEZIERES (08)*

Etude géotechnique de conception phase projet (G2 PRO)

Dossier NRE1.N.026

8 septembre 2023



Agence de Reims • 27A Rue des Blancs Monts 51350 CORMONTREUIL  
Tél. 33 (0) 3 26 87 86 00 • Fax 33 (0) 3 26 87 86 01 • [cebtpr.reims@groupeginger.com](mailto:cebtpr.reims@groupeginger.com)

HABITAT 08

**HABITAT 08**  
**OPH des Ardennes CS 20121**  
**08008 CHARLEVILLE MEZIERES CEDEX**

**CREATION DE 12 LOGEMENTS COLLECTIFS AU 13 RUE JEAN BAPTISTE CLEMENT**  
**CHARLEVILLE (08)**

**RAPPORT - Etude géotechnique de conception phase projet (G2 PRO)**

Dossier : NRE1.N.026			Réf. rapport : NRE1.N.026-01			Contrat : NRE2.N.0182			
Indice	Date	Chargé d'affaire	Visa	Vérifié par	Visa	Approuvé par	Visa	Contenu	Observations
1	08/09/23	L.LEGENTIL	<i>visalegentil</i>	V. PERSET	P.O. <i>visalegentil</i>	P.A. DIALLO	P.O. <i>visalegentil</i>	60 pages et 5 annexe	

A compter du paiement intégral de la mission, le client devient libre d'utiliser le rapport et de le diffuser à condition de respecter et de faire respecter les limites d'utilisation des résultats qui y figurent et notamment les conditions de validité et d'application du rapport.

## SOMMAIRE

<b>1. Contexte de l'étude.....</b>	<b>7</b>
1.1. Données générales .....	7
1.1.1. Généralités .....	7
1.1.2. Intervenants .....	7
1.2. Mission Ginger CEBTP .....	7
<b>2. Documents de références de l'étude .....</b>	<b>8</b>
2.1. Normes et documents techniques .....	8
2.2. Documents entrants .....	8
<b>3. Contexte du site.....</b>	<b>9</b>
3.1. Environnement du site.....	9
3.2. Contexte géologique régional .....	12
3.3. Risques naturels.....	13
3.3.1. Aléa inondation .....	13
3.3.2. Aléa retrait-gonflement.....	14
3.3.3. Cavités souterraines .....	14
3.3.4. Mouvements de terrain.....	14
3.3.5. Séisme.....	14
<b>4. Description du projet .....</b>	<b>15</b>
4.1. Description générale .....	15
4.2. Caractéristiques des ouvrages géotechniques.....	18
4.2.1. Fondations .....	18
4.2.2. Descentes de charges .....	19
4.2.3. Terrassement .....	20
<b>5. Investigations géotechniques.....</b>	<b>21</b>
5.1. Investigations in situ .....	21
5.1.1. Sondages et essais mécaniques in situ .....	21
5.1.2. Essais de perméabilité in situ .....	22
5.2. Essais en laboratoire.....	22
<b>6. Synthèse des investigations .....</b>	<b>23</b>
6.1. Synthèse géotechnique .....	23
6.2. Synthèse hydrogéologique.....	25

6.2.1.	Piézométrie .....	25
6.2.2.	Perméabilité .....	26
6.3.	Essais en laboratoire .....	26
6.4.	Reconnaitances des fondations .....	27
<b>7.</b>	<b>Hypothèses géotechniques.....</b>	<b>29</b>
7.1.	Modèle géotechnique .....	29
7.2.	Modèle hydrogéologique.....	29
7.3.	Modèle sismique.....	29
<b>8.</b>	<b>Définition des ouvrages géotechniques .....</b>	<b>31</b>
8.1.	Fondation des nouveaux murs porteurs du bâtiment .....	31
8.2.	Fondation des contreforts de la cour.....	31
8.2.1.	Solution proposée : fondation par semelle isolée .....	31
8.2.2.	Variante possible : fondation par micropieux .....	31
8.3.	Niveau bas.....	31
8.4.	Phasage .....	31
<b>9.</b>	<b>Réalisation des terrassements .....</b>	<b>33</b>
9.1.	Ampleur des terrassements .....	33
9.2.	Extraction.....	33
9.3.	Traficabilité.....	33
9.4.	Drainage en phase chantier .....	34
<b>10.</b>	<b>Conception des fondations profondes .....</b>	<b>35</b>
10.1.	Charges appliquées en tête de fondation .....	35
10.2.	Conception .....	36
10.3.	Caractéristiques armatures micropieux .....	37
10.4.	Méthode de justification des micropieux.....	38
10.4.1.	Reprise des efforts verticaux – Stabilité externe.....	38
10.4.2.	Reprise des efforts verticaux et horizontaux – Stabilité interne .....	40
10.4.3.	Logiciels de calcul utilisés .....	40
10.5.	Résultats : dimensionnement micropieux .....	41
10.5.1.	Micropieux zone S1.....	41
10.5.2.	Micropieux zone S2.....	43
10.5.3.	Micropieux zone S3.....	44
<b>11.</b>	<b>Murs de soutènement .....</b>	<b>45</b>
11.1.	Murs de soutènement projetés .....	45

---

11.2. Ancrage, encastrement .....	47
11.3. Capacité portante du sol d'assise .....	48
11.4. Protection de l'ouvrage vis-à-vis de l'eau (drainage) .....	48
11.5. Justification .....	48
11.5.1. Méthode de calcul et hypothèses .....	48
11.5.2. Justification de la stabilité externe .....	50
11.5.2.1. Portance / poinçonnement .....	50
11.5.2.2. Glissement .....	51
11.5.2.3. Excentrement .....	51
11.5.2.4. Tassement du mur .....	51
11.5.3. Justification de la stabilité générale .....	52
11.5.4. Résultats pour les façades Nord et Ouest .....	53
11.5.5. Résultats pour la façade Sud .....	54
 12. Niveau bas .....	 58
 13. Observations majeures et risques résiduels .....	 60

## ANNEXES

***ANNEXE 1 – NOTES GENERALES SUR LES MISSIONS GEOTECHNIQUES***

***ANNEXE 2 – PLAN D'IMPLANTATION DU SONDAGE***

***ANNEXE 3 – RESULTATS DES SONDAGES ET ESSAIS***

***ANNEXE 4 – NOTES DE CALCUL : DIMENSIONNEMENT DES FONDATIONS PROFONDES DU BATIMENT***

***ANNEXE 4.1 – FONDATIONS PAR MICROPIEUX DE LA ZONE S1***

***ANNEXE 4.2 – FONDATIONS PAR MICROPIEUX DE LA ZONE S2***

***ANNEXE 4.3 – FONDATIONS PAR MICROPIEUX DE LA ZONE S3***

***ANNEXE 5 – NOTES DE CALCUL : VERIFICATION DE LA STABILITE GENERALE DES MURS DE SOUTÈNEMENT***

## 1. Contexte de l'étude

### 1.1. Données générales

#### 1.1.1. Généralités

Nom de l'opération : Création de 12 logements collectifs au 13 rue Jean Baptiste Clément

Commune : CHARLEVILLE MEZIERE (08)

Demandeur de mission et client : HABITAT 08

Projet : Réhabilitation d'un bâtiment existant pour créer 12 logements

#### 1.1.2. Intervenants

Maître d'ouvrage et client : HABITAT 08

Maître d'œuvre : M127 Architecture

### 1.2. Mission Ginger CEBTP

La mission de Ginger CEBTP est conforme au contrat n° NRE2.N.0182.

Il s'agit d'une étude géotechnique de conception phase projet G2 PRO selon la norme AFNOR NF P94-500 de novembre 2013 sur les missions d'Ingénierie géotechnique (cf. **annexe 1**).

Cette mission comprend :

- La définition des caractéristiques géologiques et géotechniques des terrains,
- La définition des modèles géotechnique, hydrogéologique et sismique ;
- Notes techniques et calculs donnant les choix constructifs des ouvrages géotechniques projetés :
  - Terrassements ;
  - Fondations ;
  - Dispositions vis-à-vis des nappes et avoisinants.
- Avis sur les valeurs seuils.

Notre mission ne comprend pas :

- L'historique du site ;
- Le dimensionnement des voiries ;
- L'étude de la pollution ;
- L'étude hydrogéologique ;
- La stabilité interne (ferraillage) ;
- La reconnaissance des anomalies géotechniques situées en dehors de l'emprise des investigations ;
- L'estimation quantité / coût / délai.





## 2. Documents de références de l'étude

### 2.1. Normes et documents techniques

Les principaux documents de référence, en plus des règles de l'art sur les ouvrages géotechniques du projet, sont :

- NF P94-500 : Missions d'ingénierie géotechnique – Classification et spécifications – Novembre 2013 ;
- EN 1990 : Eurocode 0 – Bases de calcul des structures – Mars 2003 ;
- EN 1997-1 : Eurocode 7 – Règles générales relatives au calcul géotechnique ;
- NF P94-262 : Justification des ouvrages géotechniques – Fondations profondes – Juillet 2012 et amendement A1 de juillet 2018 ;
- NF P94-281 : Justification des ouvrages géotechniques – Ouvrages de soutènement – Murs – Avril 2014 ;
- Fondations et ouvrages en terre – Manuel professionnel de géotechnique du BTP (par B. Philipponnat, B. Hubert, O. Payant et M. Zerhouni) - 2019
- Arrêté du 22 octobre 2010 modifié par l'arrêté du 19/07/2011 relatif à la classification et aux règles de construction parasismique applicables aux bâtiments de la classe dite « à risque normal ».
- NF EN 14199 – Exécution des travaux géotechniques spéciaux - Micropieux – Septembre 2005.

### 2.2. Documents entrants

N°	Document	Origine / Référence	Phase	Date
1	CCTP étude géotechnique	HABITAT 08 / CCTP ETUDE GEOTECHNIQUE Ex manureva	AVP	Février 2023
2	Vue en plan du projet + estimation des descentes de charges	HABITAT 08 / H08- 12 logts rue JB clément- 08CM-M127_ DDC sur fondations- 08-03-202...	AVP	08/03/23
3	Vues en plans et coupes du projet	HABITAT 08 / 28_06_23_ETUDE GO- APS- APD.dwg	APD	Non daté
4	Descentes de charges sur les pieux	HABITAT 08 / BATIMENT Charges pieux 29-06-2023.pdf	PRO	27/06/23
5	Vue en plan des fondations	HABITAT 08 / BATIMENT fondations- 29-06-2023.pdf	PRO	27/06/23
6	Vues en plan des nouvelles structures porteuses créées	HABITAT 08 /  BATIMENT -PH R+1- 29-06-2023.pdf  BATIMENT -PH R+2- 29-06-2023.pdf  BATIMENT -PH R+3- 29-06-2023.pdf  BATIMENT -PH RDC- 29-06-2023.pdf	PRO	27/06/23
7	Vue en plan et coupe des reprises en sous-œuvre envisagées au niveau du mur existant de la future cour intérieure	HABITAT 08 / BUTONS MUR EXISTANT- fondations- 29-06-2023.pdf	PRO	27/06/23

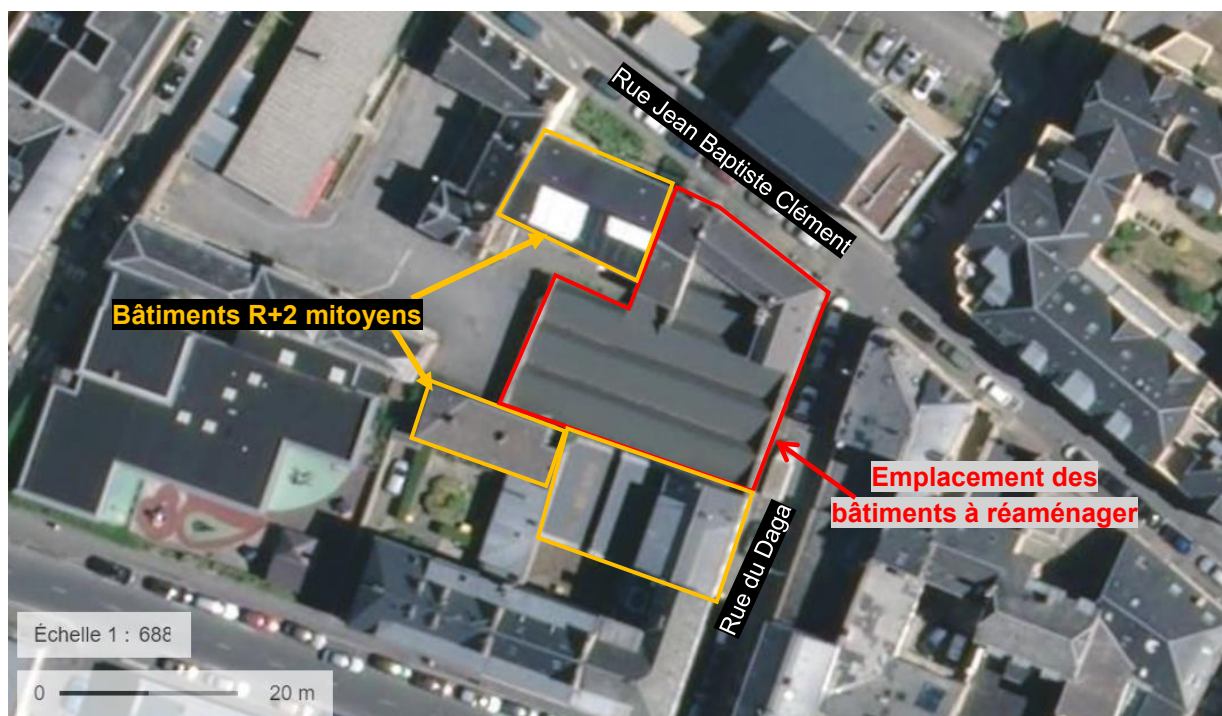
### 3. Contexte du site

#### 3.1. Environnement du site

La zone étudiée se situe au 13 rue Jean-Baptiste Clément, dans le centre-ville de CHARLEVILLE MEZIERE (08).

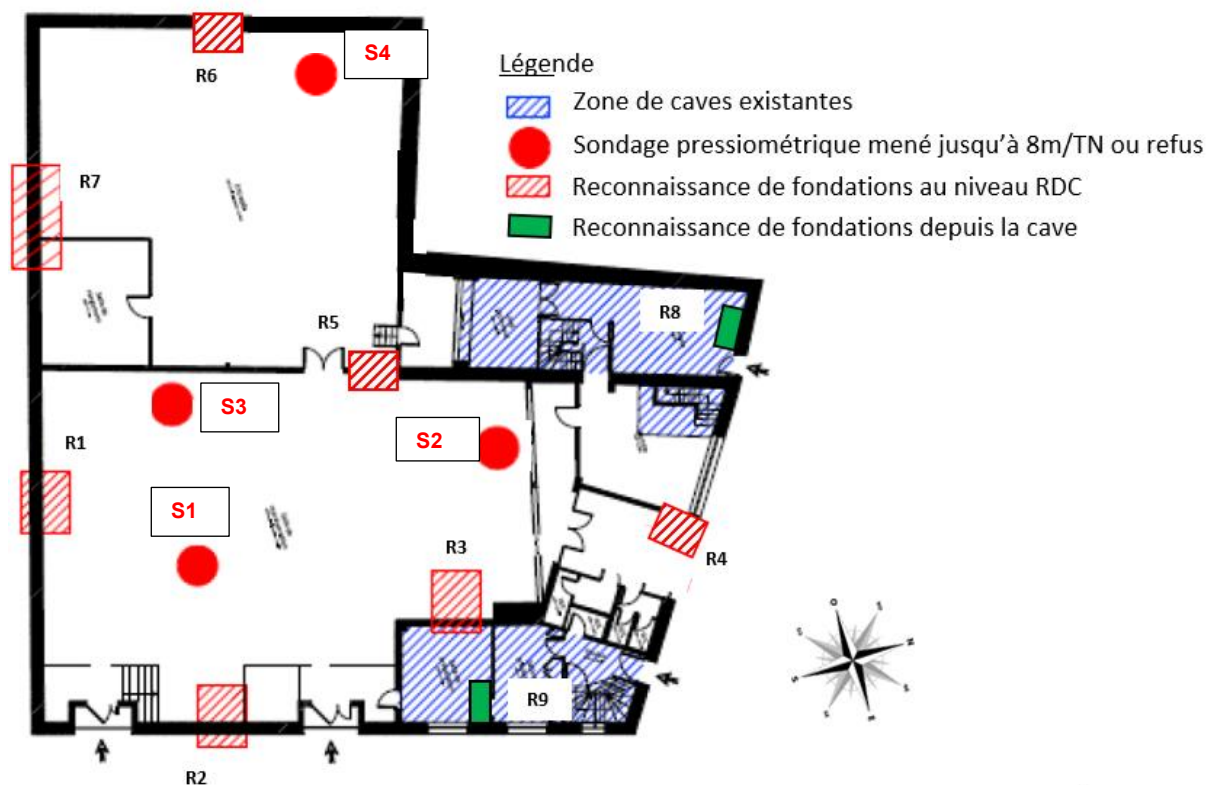


Localisation de la zone étudiée (Source : [www.geoportail.gouv.fr](http://www.geoportail.gouv.fr))



*Orthophotographie de la zone étudiée (Source : [www.geoportail.gouv.fr](http://www.geoportail.gouv.fr))*

Le projet s'établit au droit de deux bâtiments mitoyens de type R+1+combles représentant une emprise de 700 m<sup>2</sup> environ. Ces bâtiments présentent chacun un niveau de cave partiel et sont eux-mêmes mitoyens de bâtiments existants de type R+2. Nous ignorons si ces bâtiments mitoyens présentent également un niveau enterré.

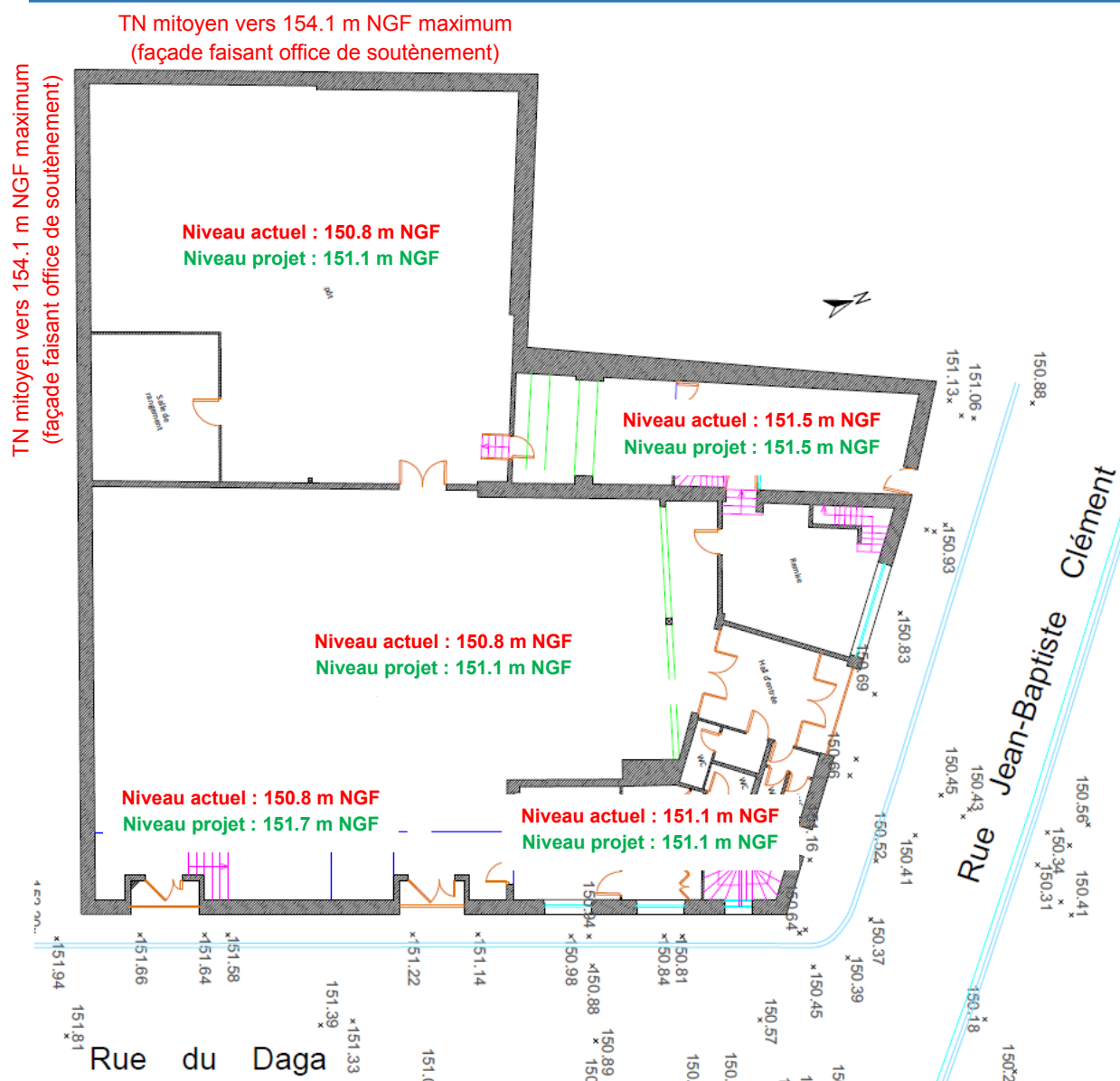


*Plan du rez-de-chaussée de la zone étudiée avec implantation des sondages effectués*

La parcelle d'implantation du projet se trouve dans une zone globalement en pente dont l'altitude varie de 150 à 154 m NGF environ.

Ainsi, d'après les données topographiques qui nous ont été fournies, la parcelle d'implantation du projet est relativement plane et se situe entre 150.8 et 151.5 m NGF.

En revanche, afin d'insérer le bâtiment dans le versant existant, des murs de soutènement ont été créés (murs des façades Ouest et Sud), et les parcelles situées à l'Ouest et au Sud du projet présentent une altitude un peu plus importante, vers 154.1 m NGF (cf plan ci-après).



Plan des existants avec cotes topographiques (Source : fourni par la maîtrise d'œuvre)

Le site d'implantation du projet se trouve à environ 130 m au Sud de la Meuse.

### 3.2. Contexte géologique régional

D'après les renseignements de la carte géologique de CHARLEVILLE MEZIERE au 1/50 000 (BRGM), la succession lithologique attendue est la suivante :

- Remblais d'aménagement du site ;
- Schistes de Joigny du Gédinnien supérieur (d1b1).

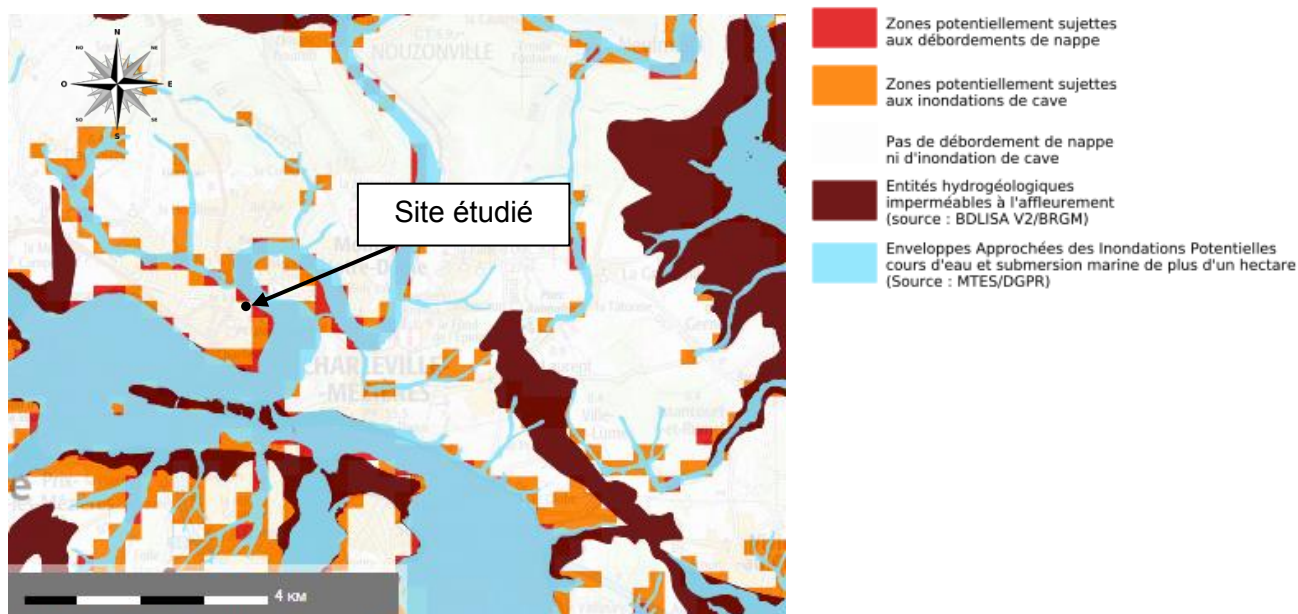


Extrait de la carte géologique imprimée au 1/50 000 de CHARLEVILLE MEZIERE

### 3.3. Risques naturels

#### 3.3.1. Aléa inondation

D'après les informations fournies par le BRGM, la zone du projet n'est pas concernée par le risque d'inondation par remontée de nappe.



Extrait de la carte thématique « Risque d'inondation par remontée de nappe »

Des informations précises sur le risque réel d'inondation peuvent être fournies dans les documents d'urbanisme (P.L.U.) et dépendent des travaux de protection réalisés, donc susceptibles de varier dans le temps. S'agissant de données d'aménagement hydraulique et non de données hydrogéologiques, elles ne font pas partie de notre mission d'étude géotechnique.

La commune de CHARLEVILLE MEZIERE fait en outre l'objet d'un Plan de Prévention du Risque inondation lié au débordement de la Meuse (approuvé le 13 janvier 2022). Toutefois, d'après la carte d'aléa, la parcelle étudiée n'est pas inondable.

### 3.3.2. Aléa retrait-gonflement

La carte d'aléa retrait/gonflement disponible sur le site [www.argiles.fr](http://www.argiles.fr) du BRGM indique un aléa a priori nul au sein des matériaux du site.

### 3.3.3. Cavités souterraines

Aucune cavité souterraine n'est référencée dans un rayon de 800 m autour de la zone d'étude selon le site [infoterre.brgm.fr](http://infoterre.brgm.fr) du BRGM.

### 3.3.4. Mouvements de terrain

Aucun mouvement de terrain n'est référencé dans un rayon de 800 m autour de la zone d'étude selon le site [infoterre.brgm.fr](http://infoterre.brgm.fr) du BRGM.

### 3.3.5. Séisme

D'après le zonage sismique de la France (décret n°2010-1255 du 22/10/2010) applicable depuis le 1er mai 2011, le site étudié est classé en zone de sismicité 2 (faible).

D'après l'arrêté du 22 octobre 2010 relatif aux bâtiments à risque normal, l'application des règles parasismiques n'est requise pour le projet que si la classe d'importance du bâtiment est supérieure à II. Dans le cas présent, le bâtiment, au vu de son usage et de ses dimensions, présente vraisemblablement une classe d'importance II (**à confirmer par la maîtrise d'ouvrage**). L'application des règles parasismiques n'est donc pas requise.

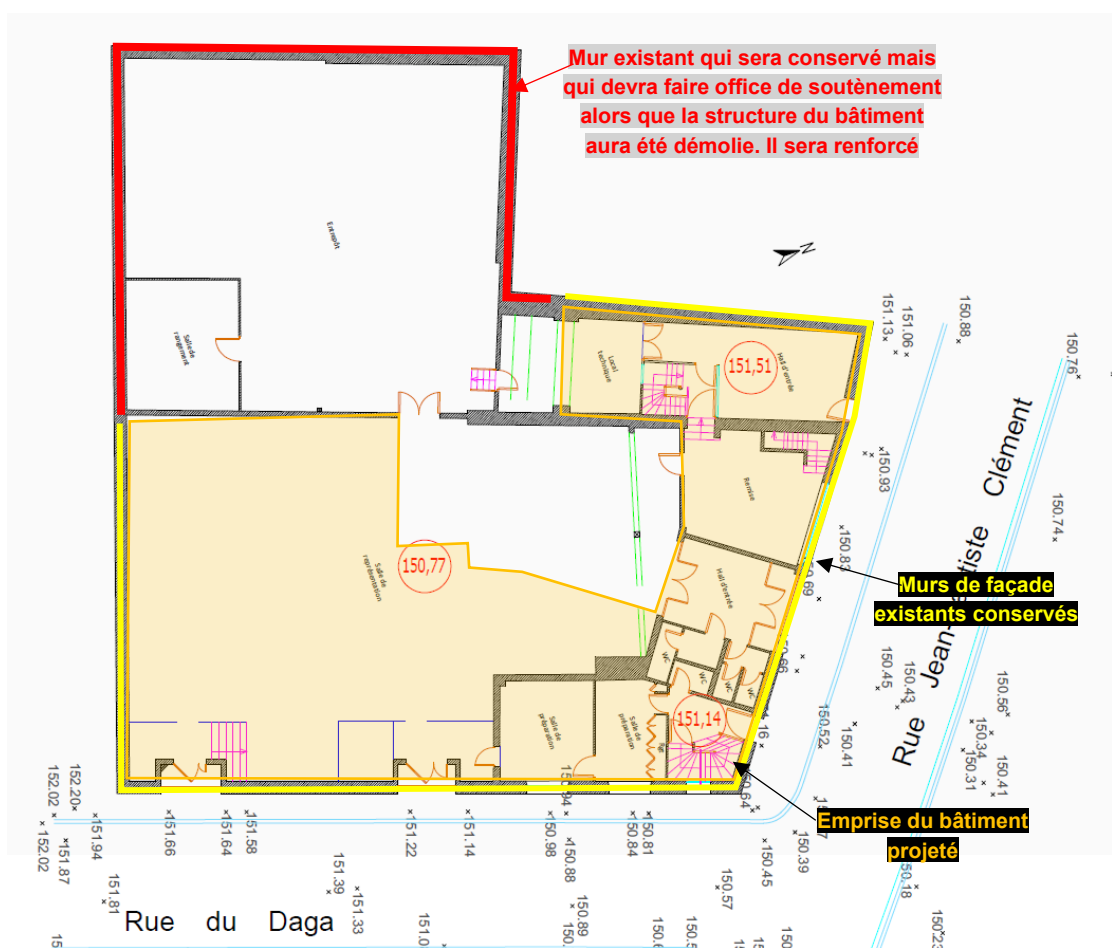
## 4. Description du projet

### 4.1. Description générale

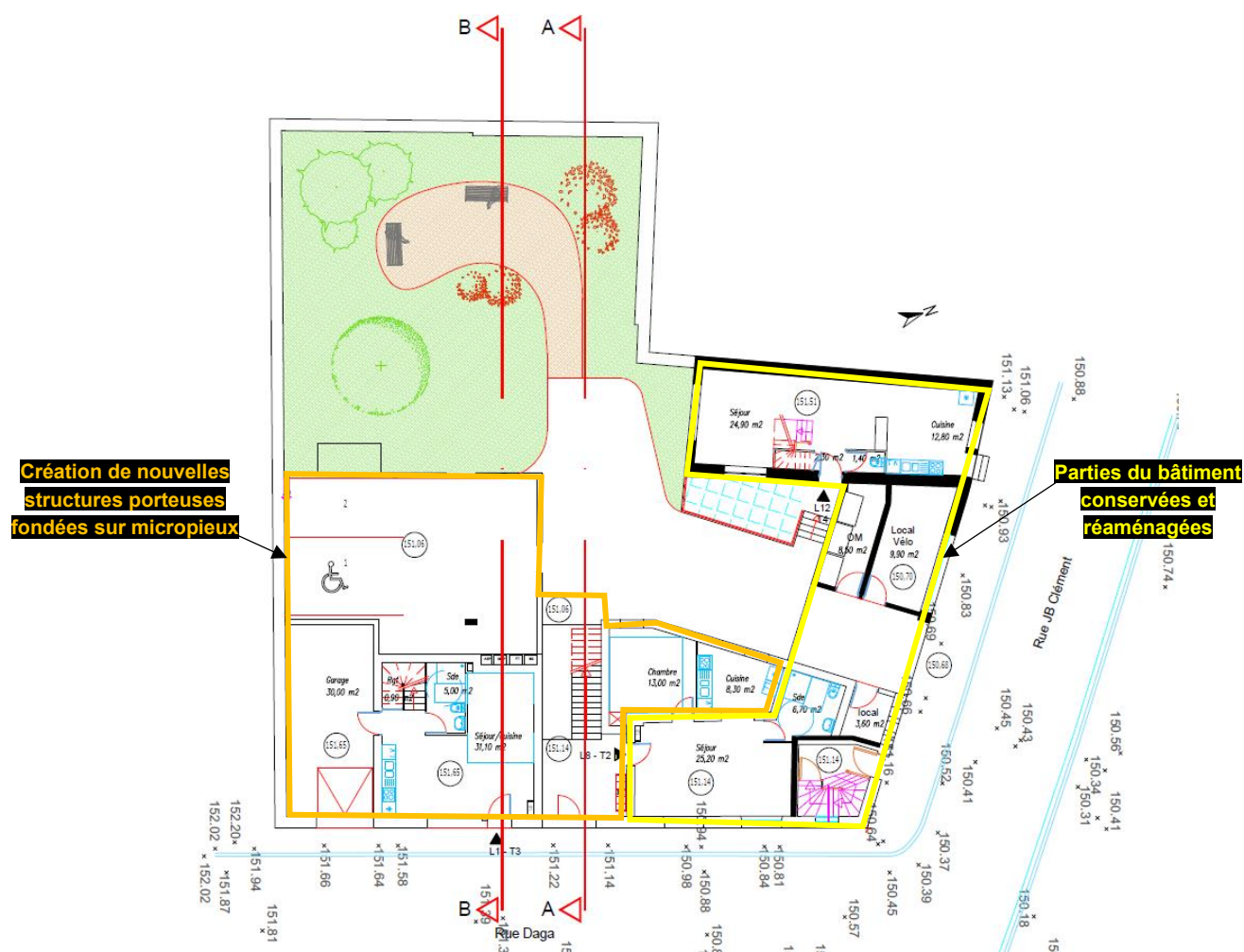
Le projet porte sur la réhabilitation de deux bâtiments existants de type R+1+combles avec un niveau de cave partiel.

Il est prévu, dans le cadre du projet, de réutiliser une partie des structures existantes afin de créer 12 logements, et de démolir une partie de l'un des bâtiments afin de mettre en place une cour intérieure.

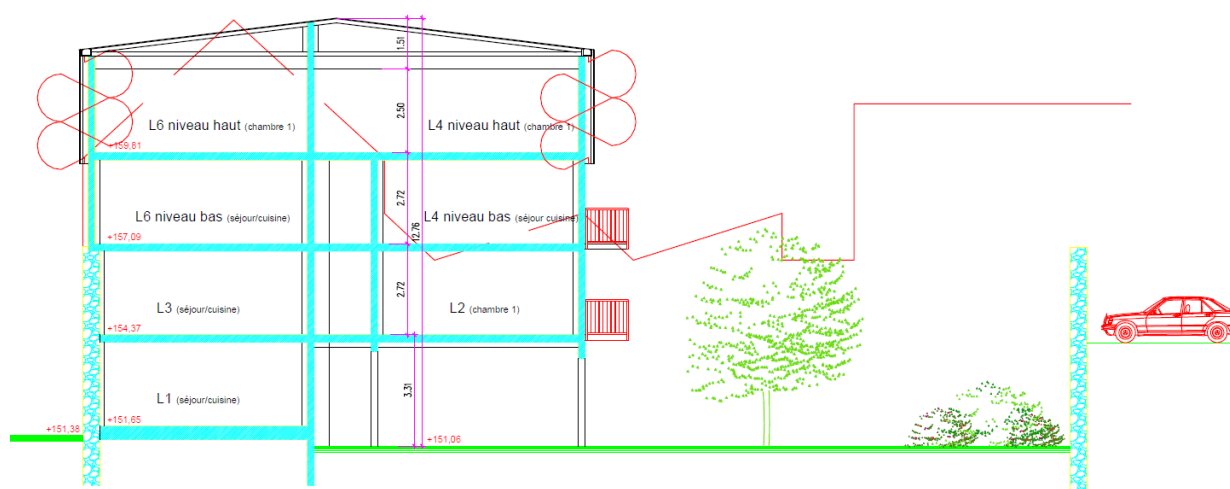
La zone d'influence géotechnique concerne, d'après les informations disponibles à la date de rédaction de ce rapport, les deux bâtiments existants à réhabiliter, ainsi que les bâtiments mitoyens de type R+2, et un parking mitoyen, qui se trouve en crête d'un mur existant qui aura un rôle de soutènement dans le cadre du projet. Il est donc prévu de créer des contreforts pour renforcer ce mur (hauteur de terres soutenues : 3,1 m, linéaire en rouge sur le plan ci-dessous).



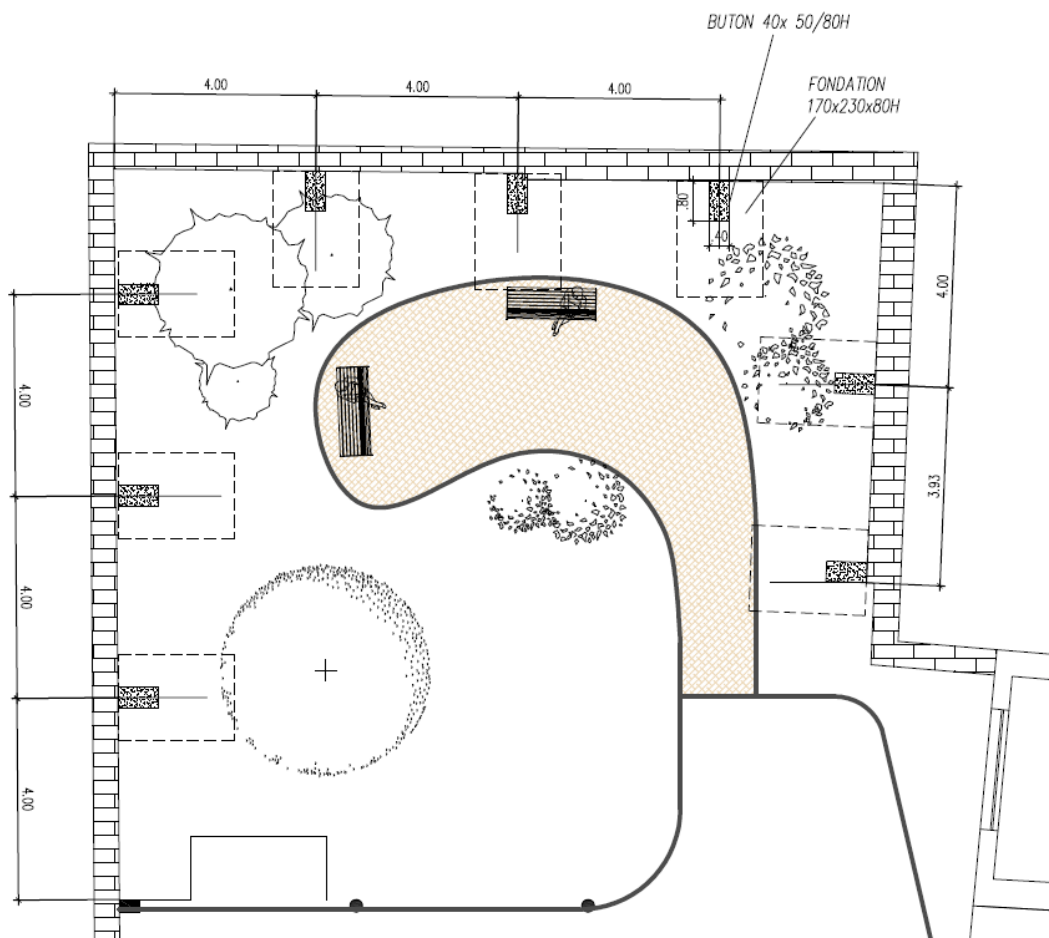
Plan du RDC du bâtiment existant (Source : fourni par la maîtrise d'ouvrage)



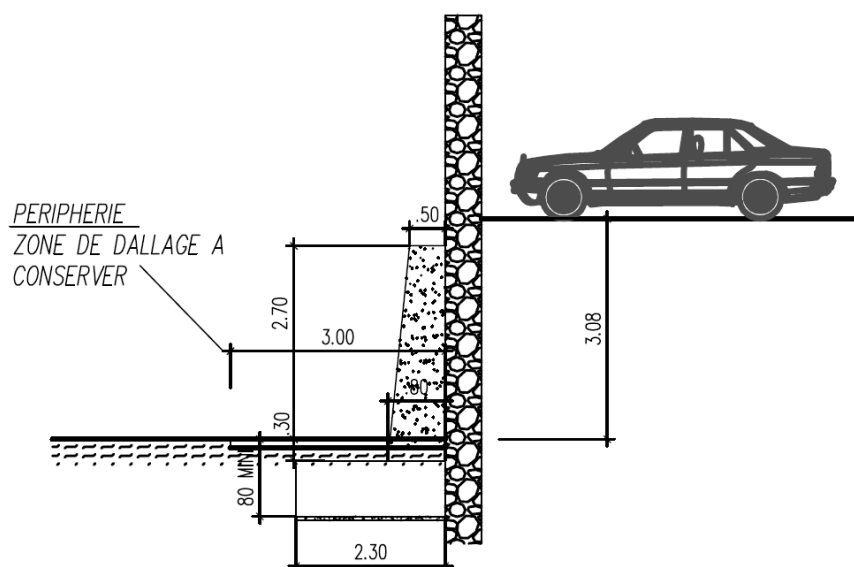
*Plan du projet au niveau RDC (Source : fourni par la maîtrise d'ouvrage)*



*Coupe BB' du projet (Source : fourni par la maîtrise d'œuvre)*



*Vue en plan des contreforts envisagés pour renforcer le mur existant délimitant la cour  
(Source : fourni par la maîtrise d'ouvrage)*



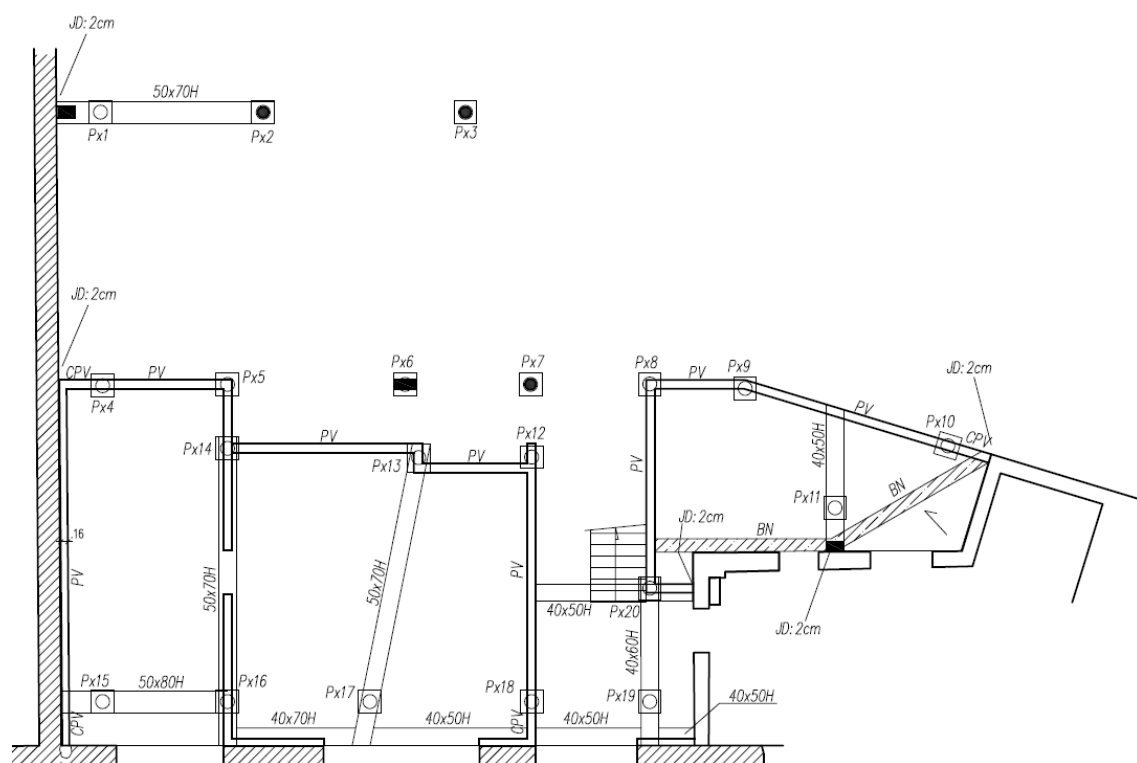
*Vue en coupe des contreforts envisagés pour renforcer le mur existant délimitant la cour  
(Source : fourni par la maîtrise d'ouvrage)*

## 4.2. Caractéristiques des ouvrages géotechniques

### 4.2.1. Fondations

Suite au rapport de mission G2AVP référencé NRE2.N.077, il est prévu de fonder les nouveaux murs et les nouvelles structures porteuses sur micropieux pour reprendre les charges appliquées. En effet, une surépaisseur de matériaux peu compacts a été observée localement sur une partie du bâtiment projeté.

Le plan des fondations suivant a été fourni dans le cadre de la mission G2PRO :



*Plan des fondations des nouveaux murs porteurs projetés (Source : fourni par la maîtrise d'ouvrage)*

Il est à noter que compte tenu de l'importance des descentes de charges appliquées, il a été nécessaire de proposer des fondations composées d'un massif supporté par plusieurs micropieux. Un micropieu seul par appui ne suffit pas à reprendre les charges.

## 4.2.2. Descentes de charges

Les descentes de charges non pondérées suivantes ont été fournies dans le cadre de l'étude G2PRO :

N°	CHARGES ELS (EN TONNES)		CHARGES ELU (EN TONNES)	
	G	Q	G	Q
Px1	53	8	72	12
Px2	51	10	69	15
Px3	60	9	81	13.5
Px4	102	15	138	22.5
Px5	50	10	68	15
Px6	26	4	35	6
Px7	65	9	88	13.5
Px8	23	4	31	6
Px9	22	2.5	30	3.8
Px10	26	3	35	4.5
Px11	24	5	32.5	7.5
Px12	70	9	94.5	13.5
Px13	75	12	101	18
Px14	90	14	122	21
Px15	90	12	122	18
Px16	45	6	61	9
Px17	80	11	108	17
Px18	70	9	94.5	13.5
Px19	24	4.5	32.5	7
Px20	20	4	27	9

*Descentes de charges fournies (Source : fourni par la maîtrise d'ouvrage)*

Il s'agit de charges verticales uniquement.

Dans le cas où ces descentes de charges viendraient à être modifiées, il conviendra de nous en informer afin qu'une reprise du rapport soit proposée.

Les descentes de charges fournies par la maîtrise d'œuvre étant non pondérées, les pondérations suivantes ont été appliquées en première hypothèse :

- $Q_{\text{tot}}$  ELU fondamental :  $1,35 G + 1,5 Q$  ;
- $Q_{\text{tot}}$  ELS Caractéristique :  $G + Q$
- $Q_{\text{tot}}$  ELS Quasi Permanent :  $G + 0,3 Q$  (Hypothèse bâtiment de catégorie A : habitations, zones résidentielles).

Il appartient au bureau d'étude structure de vérifier l'adéquation de ces pondérations, et de vérifier la distribution des charges sur les fondations.

Il vient les descentes de charges pondérées suivantes :

Pieu	DDC ELU fond (kN)	DDC ELS Cara (kN)	DDC ELS QP (kN)
1	840.0	610.0	554.0
2	840.0	610.0	540.0
3	945.0	690.0	627.0
4	1605.0	1170.0	1065.0
5	830.0	600.0	530.0
6	410.0	300.0	272.0
7	1015.0	740.0	677.0
8	370.0	270.0	242.0
9	338.0	245.0	227.5
10	395.0	290.0	269.0
11	400.0	290.0	255.0
12	1080.0	790.0	727.0
13	1190.0	870.0	786.0
14	1430.0	1040.0	942.0
15	1400.0	1020.0	936.0
16	700.0	510.0	468.0
17	1250.0	910.0	833.0
18	1080.0	790.0	727.0
19	395.0	285.0	253.5
20	360.0	240.0	212.0

### 4.2.3. Terrassement

A notre connaissance les seuls terrassements prévus dans le cadre du projet consisteront en un simple reprofilage (ampleur < 0,5 m) après démolition des existants.

## 5. Investigations géotechniques

Les moyens de reconnaissance et d'essais ont été définis et mis en œuvre par Ginger CEBTP en accord avec le client dans le cadre de la mission G2AVP référencée NRE2.N.077.

Le sondage S4, qui n'avait pas pu être réalisé dans le cadre de la mission G2AVP, pour des raisons d'accès, a été effectué dans le cadre de la mission G2PRO.

L'implantation des sondages et essais in situ figure sur le plan d'implantation joint en **annexe 2**.

### 5.1. Investigations in situ

#### 5.1.1. Sondages et essais mécaniques in situ

Les investigations suivantes ont été réalisées le 21 avril et le 16 mai 2023.

Type de sondage	Quantité	Nom	Altitude (m NGF) <sup>(*)</sup>	Prof. m/TN	Arrêt (A) / Refus (R)
<b>Sondage destructif</b> avec enregistrement des paramètres en continu et prélèvement de cuttings <b>Exécution d'essais pressiométriques.</b> Norme NF EN ISO 22476-4	4	S1	150.8	8.0	A
		S2	150.8	8.0	A
		S3	150.8	8.0	A
		S4	150.8	8.0	A
	15 essais pressiométriques				
<b>Fouille de reconnaissance manuelle des fondations existantes</b>	9	R1	150.8	0.45	A
		R2	150.8	0.5	R
		R3	150.8	0.52	A
		R4	150.7	0.3	A
		R5	150.8	0.5	A
		R6	150.8	0.35	R
		R7	150.8	0.4	A
		R8	149.5	0.3	A
		R9	149.6	0.35	A

(\*) altitude estimée sur la base des données topographiques fournies dans le plan des existants

Les coupes des sondages sont fournies en **annexe 3** où l'on trouvera en particulier les renseignements décrits ci-après :

- **Sondage destructif avec essais pressiométriques :**
  - Coupe approximative des sols <sup>(\*)</sup>,
  - Essais pressiométriques :

- Module pressiométrique :  $E_M$  (MPa),
- Pression limite nette :  $pl^*$  (MPa),
- Pression de fluage nette  $pf^*$  (MPa),
- Rapport  $E_M/pl^*$ .

- **Fouille de reconnaissance des fondations existantes :**

- Coupe des sols,
- Photographie de la fouille
- Géométrie de la fondation existante.

(\*) *L'interprétation des sols à partir des forages de type destructif est faite uniquement d'après l'examen des cuttings.*

Nota : les feuilles de sondages peuvent également contenir des informations complémentaires dont les niveaux d'eau éventuels, les pertes de fluide d'injection, les incidents de forage, etc.

### 5.1.2. Essais de perméabilité in situ

L'essai de perméabilité suivant a été réalisé :

Type d'essai de perméabilité in situ	Sondage de référence	Prof. / TN
Essai PORCHET	P1	1.0

## 5.2. Essais en laboratoire

Les essais suivants ont été réalisés (cf. **annexe 4**) :

Essais sur sols	Nombre	Norme
Teneur en eau pondérale w	2	NF P94-050
Analyse granulométrique par tamisage	2	NF P94-056
Valeur au bleu du sol (VBS)	2	NF P94-068
Classification des sols (GTR)	2	NF P11-300

Nota : Les prélèvements d'échantillons sont la propriété du client. Ils seront conservés pendant un mois à compter de l'envoi du rapport. S'il le souhaite, le client pourra donc soit récupérer ses prélèvements, soit demander à ce qu'ils soient conservés. A défaut de demande expresse, les prélèvements seront mis au rebut.

## 6. Synthèse des investigations

### 6.1. Synthèse géotechnique

**NOTA** : cette synthèse a été réalisée à partir des sondages effectués. Elle devra être confirmée par l'intermédiaire d'un suivi d'exécution par un géotechnicien lors des travaux afin de vérifier l'adéquation des lithologies découvertes avec le modèle géotechnique retenu. Les variations éventuelles seront prises en compte dans le dimensionnement des ouvrages géotechniques au fur et à mesure de leur découverte.

L'analyse et la synthèse des résultats des investigations réalisées ont permis de dresser la coupe géotechnique schématique suivante, sous une fine couche de terre végétale :

#### **Horizon H0 : Remblais limono sablo-graveleux bariolés marron, passées noirâtres**

Commentaire : Cet horizon a été rencontré sous une dalle béton d'une épaisseur comprise entre 11 et 19 cm, surmontant localement une sous-couche de grave ciment. Il s'agit vraisemblablement de remblais d'aménagement du site.

Epaisseur : 1,5 m au droit de nos sondages. Des surépaisseurs sont possibles localement.

#### Caractéristiques géotechniques :

L'horizon H0 a fait l'objet de quatre essais pressiométriques, qui ont fourni les résultats suivants :

- $0.08 \text{ MPa} < Pf^* < 0.49 \text{ MPa}$
- $0.14 \text{ MPa} < Pl^* < 0.49 \text{ MPa}$
- $2 \text{ MPa} < E_M < 5 \text{ MPa}$

#### **Horizon H1 : Argile marron**

Commentaire : Cet horizon correspond à des matériaux argileux marron, contenant localement des graviers ou des taches rougeâtres et a été rencontré localement sous l'horizon H0. Il peut s'agir de matériaux issus de l'altération du substratum schisteux local.

Rencontré de : 1,5 m/TN ;

Jusqu'à : 2,5 à 4,0 m/TN.

#### Caractéristiques géotechniques :

L'horizon H1 a fait l'objet d'un seul essai pressiométrique, qui a fourni les résultats suivants :

- $Pf^* = 0.13 \text{ MPa}$
- $Pl^* = 0.27 \text{ MPa}$
- $E_M = 6 \text{ MPa}$

#### **Horizon H2 : Schistes altérés rougeâtres**

Commentaire : Cet horizon se compose de matériaux limoneux ou argileux rougeâtres à cailloutis de schiste ou de matériaux schisteux très altérés se débitant sous forme de sables fins rougeâtres à cailloutis de schiste.

Rencontré de : 1,0 à 4,0 m/TN depuis le RDC

0,1 m/TN depuis la cave Ouest.

Jusqu'à : la base des sondages, soit au maximum 8 m/TN.

### Caractéristiques géotechniques :

Les résultats suivants ont été obtenus dans l'horizon H2 :

Essais bruts	Pf* (MPa)	Pl* (MPa)	E <sub>M</sub> (MPa)
Nombre essais	14(*)		
Valeur min	0.57	0.74	9.0
Valeur max	4.69	4.69	944.0
Moyenne arithmétique	2.53	2.92	140.4
EC7 : Moyenne géométrique (pression)	1.97	2.53	30.1
Moyenne harmonique (module)			
Ecart-type	1.57	1.41	241.4
Moyenne-0.5xEcart-type	1.75	2.22	19.7

(\*) valeurs obtenues par l'essai à 4,5m/TN du sondage SP2 non considérées car douteuses

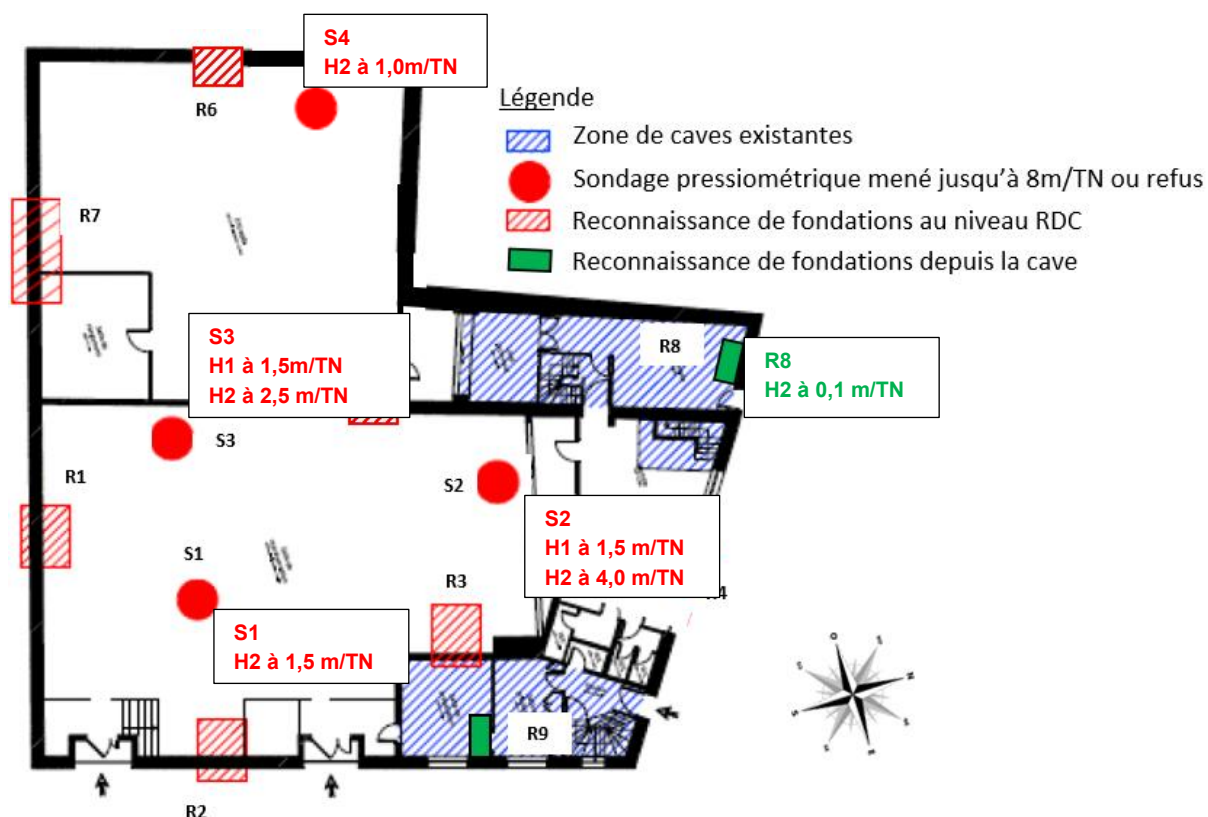
Le tableau et le plan schématique ci-après font la synthèse des profondeurs approximatives des différents horizons au droit des sondages :

Emplacement	Sondage	Profondeur du toit de l'horizon H0 - Remblais (m/TN)		Profondeur du toit de l'horizon H1 - Argile (m/TN)		Profondeur du toit de l'horizon H2 - Schiste altéré (m/TN)		Arrêt sondage (m/TN)
		m/TN	M NGF	m/TN	M NGF	m/TN	M NGF	
Rez-de-Chaussée	R3	0	150.8	NA	NA	NA	NA	0.52
	R4	0	150.7	NA	NA	NA	NA	0.3
	S2	0	150.8	1.5	149.3	4.0	146.8	8.0
	R2	0	150.8	NA	NA	NA	NA	0.5
	S1	0	150.8	Abs	Abs	1.5	149.3	8.0
	R1	0	150.8	NA	NA	NA	NA	0.45
	S3	0	150.8	1.5	149.3	2.5	148.3	8.0
	R7	0	150.8	NA	NA	NA	NA	0.4
	R5	0	150.8	NA	NA	NA	NA	0.5
	R6	0	150.8	NA	NA	NA	NA	0.35
Cave Ouest	R8	Abs	Abs	Abs	Abs	0.1	149.4	0.3
Cave Est	R9	0	149.6	NA	NA	NA	NA	0.35

NA : non atteint

Abs : absent

Les sondages ont montré que les schistes altérés de l'horizon H2 sont atteints partout entre 1,5 et 2,5 m de profondeur par rapport au niveau du RDC, excepté au droit du sondage S2, où ils n'ont été recoupés qu'à partir de 4,0 m de profondeur.



Plan d'implantation des sondages avec profondeur observée des horizons H1 et H2

Remarques : Nous rappelons qu'il n'est pas toujours évident de distinguer les variations horizontales et/ou verticales éventuelles, inhérentes aux changements de faciès, compte tenu de la surface investiguée par rapport à celle concernée par le projet. De ce fait, les caractéristiques indiquées précédemment ont un caractère représentatif mais non absolu.

## 6.2. Synthèse hydrogéologique

### 6.2.1. Piézométrie

Les niveaux d'eau suivants ont été relevés en fin de forage :

Sondage	S1	S3	S4
Date	15/05/23	15/05/23	31/05/23
Niveau d'eau (m/TN)	1,6	1,4	0,8
Horizon concerné	H2 – Toit du schiste altéré	H0 - Remblais	H0 - Remblais
Observation	Niveau non stabilisé	Niveau non stabilisé	Niveau non stabilisé

Il s'agit de niveaux d'eau non stabilisés. Ces niveaux d'eau correspondent possiblement à des zones de circulation et de rétention d'eau dans les remblais superficiels.

Les venues d'eau liées à ces zones de rétention et de circulation peuvent être importantes, nous ignorons le débit attendu en cas de nécessité d'épuisement de ces venues d'eau.

Rappelons qu'il existe des caves partielles existantes dont le plancher se trouve vers 1,3 m/TA.

## 6.2.2. Perméabilité

Afin d'estimer l'ordre de grandeur de la perméabilité des terrains en place, un essai de perméabilité relatifs à la norme NF XP DTU 64.1 P1-1, a été réalisé. Les résultats sont donnés dans le tableau ci-dessous :

Sondage	Nature du sol / Horizon	Profondeur de l'essai (m)	Coefficient de perméabilité K
			m/s
P1	Limon argileux marron / H0	1.0	$8,8.10^{-7}$

Un coefficient de perméabilité de  $10^{-7}$  m/s correspond à un faible drainage.

	Coefficient de perméabilité m/s (échelle logarithmique)										
1	10 <sup>-1</sup>	10 <sup>-2</sup>	10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-5</sup>	10 <sup>-6</sup>	10 <sup>-7</sup>	10 <sup>-8</sup>	10 <sup>-9</sup>	10 <sup>-10</sup>	10 <sup>-11</sup>
Propriétés relatives au drainage			Bon drainage			K	Faible drainage		Presque imperméable		
Types de sol	Graviers propres	Sables propres, mélanges de sables et de graviers propres			Sables très fins, silt organiques et inorganiques, mélanges de sables, de silt et d'argile, tills glaciaires dépôts d'argile stratifiés, etc.			Sols « imperméables » comme les argiles homogènes sous la zone d'altération			

### Remarque importante :

Nous rappelons qu'il s'agit d'essais ponctuels mesurant la perméabilité sur une surface très limitée par rapport au terrain étudié. Des variations latérales ne sont donc pas exclues.

## 6.3. Essais en laboratoire

Deux identifications des sols selon les critères du GTR ont été réalisées sur des échantillons de sol prélevés sur site. Les résultats sont les suivants :

Formation / type de sol	Sondage/Prof. échantillon	W (%)	VBS (g/100g)	Granulométrie				Classe G.T.R.
				Dmax mm	<50 mm	<2 mm	<80 µm	
H0 – Grave sableuse marron	R1 – 0,4 à 0,45 m	13.9	0.3	33	100	35.4	12.9	B5
H0 – Grave sableuse marron	R4 – 0,2 à 1,3 m	8.4	0.17	33	100	32.1	7.4	B3

Les échantillons de sol testés composant l'horizon H0 correspondent à des sols de classe GTR B3 et B5. Les sols de classe B5 sont sensibles à la présence d'eau (perte de portance lors de la saturation) mais dans le cas présent ne sont pas sensibles aux phénomènes de retrait gonflement des argiles.

Les sols de classe B3 sont des sols graveleux généralement peu sensibles à l'eau.

## 6.4. Reconnaissances des fondations

Les observations suivantes ont été faites au droit des fouilles de reconnaissance des fondations :

- Fouilles exécutées depuis le rez-de-chaussée :

Caractéristiques	R1	R2	R3	R4
Localisation	Façade Sud	Façade Est	Mur entre la salle de concert et l'emplacement de la cave Est	Façade Nord, mur d'entrée
Type de fondation	Superficielle de type semelle filante en béton	Probablement superficielle de type semelle filante	Probablement superficielle de type semelle filante	Semelle filante en béton
Profondeur d'assise (m/TN)	Arase inférieure de la fondation à 0,4 m/TN	Assise non atteinte (arrêt sondage car réseau)	Assise non atteinte (arrêt car mur correspondant au mur de la cave rencontré)	Arase inférieure de la fondation à 0,27m/TN
Largeur du débord de la semelle (m)	0,20	0		0,26
Hauteur de la semelle (m)	0,10	Assise non atteinte (arrêt sondage car réseau)		0,21
Hauteur d'ancrage dans l'horizon d'assise (m)	0,2 m dans les remblais H0			0,08 m dans les remblais H0
Conditions hors gel	Non, mais fondation dans un bâtiment existant actuellement			Non
Observations	Présence d'un ancien mur ou d'un ancien blindage accolé à la semelle (largeur 10 cm)	Présence d'une canalisation en fonte longeant le mur	Mur de la cave constitué de maçonnerie en briques noirâtres	Présence d'un élément en métal correspondant probablement à un poteau d'un ancien portail.

Caractéristiques	R5	R6	R7
Localisation	Mur de séparation des deux salles de spectacle	Façade Ouest	Façade Sud
Type de fondation	Superficielle de type semelle filante en béton	Probablement superficielle de type semelle filante	Superficielle de type semelle filante
Profondeur d'assise (m/TN)	Arase inférieure de la fondation à 0,45 m/TN	Assise non atteinte (arrêt sondage car réseau)	Arase inférieure de la fondation à 0,5m/TN
Largeur du débord de la semelle (m)	0,21	0	0,13
Hauteur de la semelle (m)	0,35	Assise non atteinte (arrêt sondage car réseau)	0,15
Hauteur d'ancrage dans l'horizon d'assise (m)	0,33 m dans les remblais H0		0,38 m dans les remblais H0
Conditions hors gel	Non, mais fondation dans un bâtiment existant actuellement		Non mais fondation dans un bâtiment existant actuellement
Observations	-	Présence d'une canalisation en fonte longeant le mur	Présence d'un ancien mur ou d'un ancien blindage accolé à la semelle (largeur 10 cm)

- Fouilles exécutées depuis les caves existantes :

Caractéristiques	R8	R9
Localisation	Mur de façade Nord dans la cave Ouest	Mur de façade Est dans la cave Est
Type de fondation	Superficielle de type semelle filante en maçonnerie	Superficielle de type semelle filante en béton
Profondeur d'assise (m/TN)	Arase inférieure de la fondation à 0,2 m/TN	Arase inférieure de la fondation à 0,26 m/TN
Largeur du débord de la semelle (m)	0	0,04
Hauteur de la semelle (m)	-	0,21
Hauteur d'ancrage dans l'horizon d'assise (m)	0,13 m dans les schistes altérés H2	0,16 m dans les remblais H0
Conditions hors gel	Non	Non
Observations	-	-

Les fouilles effectuées montrent des fondations à la géométrie et à l'ancrage variables (profondeurs d'assise variable, horizons d'ancrage variables). Elles semblent présenter dans l'ensemble un ancrage de quelques décimètres seulement.

Par ailleurs aucune des fondations existantes ne respecte la garde au gel. Dans le cas où la fondation se trouve dans un bâtiment chauffé, cela n'est pas problématique. Toutefois rappelons que le projet prévoit de démolir une partie des bâtiments existants pour créer une cour intérieure.

## 7. Hypothèses géotechniques

### 7.1. Modèle géotechnique

Le modèle géotechnique suivant est retenu :

Horizon	Faciès	Pf* (MPa)	PI* (MPa)	EM (MPa)	$\gamma$ (kN/m³)	Caractéristiques de cisaillement		Valeur de q <sub>s</sub> pour un micropieu de type II (kPa)	$\alpha$
						C' (kPa)	$\Phi'$ (°)		
H0	Remblais limono- sableux	0.1	0.3	3	18	3	25	Négligé	1/2
H1	Argile marron	0.2	0.3	6	18	5	25	29.3	2/3
H2	Schiste altéré rougeâtre	1.7	2.5	30	19	5	30	52.2	1/2

### 7.2. Modèle hydrogéologique

Compte tenu des observations faites sur site, il ne sera considéré aucune nappe susceptible de recouper le projet en phase définitive.

Il est toutefois probable de rencontrer des venues d'eau dans les terrains superficiels, notamment en période pluvieuse ou post-pluvieuse.

### 7.3. Modèle sismique

Selon le décret n°2010-1255 et la norme NF EN 1998 (EUROCODE 8), les principales données parasismiques déduites des éléments du projet et des reconnaissances effectuées dans le cadre de cette étude et présentées dans les paragraphes précédents, figurent dans le tableau ci-dessous :

Paramètres	Valeurs
Zone de sismicité	2 (faible)
Catégorie d'importance de l'ouvrage (Hypothèse à valider par la maîtrise d'ouvrage)	II
Coefficient d'importance $\gamma_I$	1.0
Accélération maximale au rocher agr	0.7 (m/s²)
Type de sol	B

---

Paramètres	Valeurs
Paramètre de sol S	1.35
Accélération horizontale de calcul au rocher $a_g = \gamma I^* a_{gr}$	0.7 (m/s <sup>2</sup> )
Coefficient topographique St	1.0 (terrain sans relief)

## 8. Définition des ouvrages géotechniques

### 8.1. Fondation des nouveaux murs porteurs du bâtiment

Compte tenu de la présence avérée de surépaisseurs de matériaux mous localement, les nouveaux murs porteurs seront fondés sur micropieux de type II ancrés dans les schistes altérés H2.

### 8.2. Fondation des contreforts de la cour

#### 8.2.1. Solution proposée : fondation par semelle isolée

Au niveau de la future cour, les sondages n'ont pas mis en évidence de surépaisseurs de matériaux mous, et l'horizon H2 a été atteint entre 1,0 et 2,5 m de profondeur par rapport au niveau du RDC.

Par conséquent les contreforts pourront être fondés sur des semelles isolées ancrées dans les schistes altérés H2. Cette solution nécessitera de procéder à la reprise en sous-œuvre des fondations du mur de façade existant en réalisant un approfondissement de ces fondations afin de les ancrer également dans les schistes altérés.

#### 8.2.2. Variante possible : fondation par micropieux

Il est également envisageable de fonder les contreforts sur des semelles s'appuyant sur des micropieux ancrés dans les schistes altérés. Cette variante peut être proposée par les entreprises.

### 8.3. Niveau bas

D'après les données disponibles sur les vues en plan des existants et du projet, il est prévu de réutiliser le niveau bas existant au niveau d'une partie des zones réaménagées (zones ne faisant pas l'objet de création de nouvelles structures porteuses) et de créer un nouveau niveau bas, au niveau de la zone réaménagée sur micropieux.

Le nouveau niveau bas créé sera de type plancher porté par les fondations.

### 8.4. Phasage

Le phasage des travaux suivant est proposé :

- Phase 1 : Mise en place d'un étalement provisoire des murs existants et pose d'instrumentation ;

- Phase 2 : Démolition partielle des existants et notamment purge du dallage existant au niveau de la future cour intérieure ;
- Phase 3 : Amenée de la machine de micropieux, réalisation des fondations profondes des nouveaux murs. En parallèle au niveau de la future cour intérieure, reprise en sous-œuvre du mur et réalisation des contreforts. Des travaux de dévoiement de certains réseaux enterrés sont à prévoir ;
- Phase 4 : Réaménagement des existants pour implanter les logements.

## 9. Réalisation des terrassements

**NOTA** : les indications données dans les chapitres suivants, qui sont fournies en estimant des conditions normales d'exécution pendant les travaux, seront forcément adaptées aux conditions réelles rencontrées (intempéries, niveau de nappe, matériels utilisés, provenance et qualité des matériaux, phasages, plannings, et précautions particulières).

Nous rappelons que les conditions d'exécution sont absolument prépondérantes pour obtenir le résultat attendu et qu'elles ne peuvent être définies précisément à l'heure actuelle. A défaut, seules des orientations seront retenues.

### 9.1. Ampleur des terrassements

A notre connaissance les seuls terrassements prévus dans le cadre du projet consisteront en un simple reprofilage (ampleur < 0,5 m) après démolition des existants.

### 9.2. Extraction

La réalisation des déblais concernera donc l'horizon H0 et ne présentera globalement pas de difficulté particulière d'extraction. Les terrassements pourront donc se faire à l'aide d'engins classiques de puissance conventionnelle.

Toutefois, l'usage d'outils adaptés (marteau pneumatique) sera nécessaire lors de la démolition des existants.

### 9.3. Traficabilité

Les remblais de l'horizon H0 contiennent une fraction limoneuse par expérience sensible à l'eau.

Par conséquent, les travaux devront être réalisés dans des conditions météorologiques favorables sinon le chantier pourrait rapidement devenir impraticable et nécessiterait des purges supplémentaires ou la mise en place de surépaisseurs en matériaux insensibles à l'eau.

La traficabilité des plateformes lors des travaux, en dehors des zones déjà à la cote finie, sera assujettie à la parfaite maîtrise de la teneur en eau au sein des horizons de surface.

En présence d'eau, l'état du terrain naturel sera de qualité médiocre voire totalement décomprimé ce qui posera des difficultés de traficabilité. Il conviendra alors de réaliser préalablement des travaux préliminaires de gestion générale des eaux de ruissellement

---

(réalisation de pentes et contre-pentes, afin de favoriser le drainage des plateformes vis-à-vis du ruissellement) nécessaire pour optimiser la traficabilité des engins de terrassements.

Si les travaux de gestion des eaux de surface ne sont pas suffisants, il faudra traiter les zones décomprimées par exemple avec un cloutage du fond de forme avec des blocs de diamètre 100/300 mm.

La plateforme devra permettre la circulation d'une machine de micropieux (objectif EV2  $\geq$  30 MPa).

#### **9.4. Drainage en phase chantier**

Des venues d'eau ponctuelles issues des remblais ne sont pas exclues, notamment en périodes pluvieuses et post-pluvieuses.

Si tel est le cas, ces venues d'eau devront être captées et évacuées de la fouille, et les éventuels terrains décomprimés par ces venues d'eau seront purgés avant coulage de la fondation.

## 10. Conception des fondations profondes

### 10.1. Charges appliquées en tête de fondation

Rappelons que les charges pondérées au niveau des appuis sont les suivantes :

Pieu	DDC ELU fond (kN)	DDC ELS Cara (kN)	DDC ELS QP (kN)
1	840.0	610.0	554.0
2	840.0	610.0	540.0
3	945.0	690.0	627.0
4	1605.0	1170.0	1065.0
5	830.0	600.0	530.0
6	410.0	300.0	272.0
7	1015.0	740.0	677.0
8	370.0	270.0	242.0
9	338.0	245.0	227.5
10	395.0	290.0	269.0
11	400.0	290.0	255.0
12	1080.0	790.0	727.0
13	1190.0	870.0	786.0
14	1430.0	1040.0	942.0
15	1400.0	1020.0	936.0
16	700.0	510.0	468.0
17	1250.0	910.0	833.0
18	1080.0	790.0	727.0
19	395.0	285.0	253.5
20	360.0	240.0	212.0

Compte tenu de l'ampleur des descentes de charges il est nécessaire de fonder le bâtiment sur des massifs s'appuyant sur plusieurs micropieux.

Ainsi, il vient, pour chaque appui, la charge par micropieu suivante :

Sondage considéré pour le dimensionnement	Numéro appui	Nombre de micropieux par appui	Descentes de charges (kN)		
			ELU fond	ELS cara	ELS QP
S1	4	4	401.3	292.5	266.3
	5	3	276.7	200.0	176.7
	6	2	205.0	150.0	136.0
	13	4	297.5	217.5	196.5
	14	4	357.5	260.0	235.5
	15	4	350.0	255.0	234.0
	16	3	233.3	170.0	156.0
	17	4	312.5	227.5	208.3
S2	7	3	338.3	246.7	225.7
	8	1	370.0	270.0	242.0
	9	1	338.0	245.0	227.5
	10	1	395.0	290.0	269.0

Sondage considéré pour le dimensionnement	Numéro appui	Nombre de micropieux par appui	Descentes de charges (kN)		
			ELU fond	ELS cara	ELS QP
	11	1	400.0	290.0	255.0
	12	3	360.0	263.3	242.3
	18	3	360.0	263.3	242.3
	19	1	395.0	285.0	253.5
	20	1	360.0	240.0	212.0
S3	1	4	210.0	152.5	138.5
	2	4	210.0	152.5	135.0
	3	4	236.3	172.5	156.8

## 10.2. Conception

Les nouvelles structures porteuses seront fondées sur fondations profondes de type micropieux de type II assimilés à des pieux forés simples verticaux de 250 mm de diamètre, ancrés d'au moins 3 diamètres ou 1,5 m dans les schistes altérés (H2).

En outre, les préconisations suivantes devront être respectées :

- **Mise en place d'un joint de rupture entre les nouveaux éléments créés et la façade existante, y compris au niveau des fondations.** En effet, ces deux structures seront fondées différemment.
- Mise en place **d'un enregistrement des paramètres de forage** pendant la réalisation des micropieux ;
- La technique de forage devra être adaptée par l'Entreprise selon les faciès rencontrés et son expertise ;
- Les micropieux devront être exécutés conformément à la NF EN 14199 ;
- Des essais de chargement seront effectués dans le cadre du chantier :
  - Au moins deux essais de traction sur des micropieux préliminaires (essais à la rupture) au cours desquels il sera appliqué :
    - 90 % de la limite élastique des matériaux constitutifs du micropieu ;
    - Au moins 1,5 fois l'effort d'arrachement limite.
  - Deux essais de traction sur des micropieux de l'ouvrage au cours duquel sera appliqué un effort de traction maximal valant 1,3 fois l'effort axial appliqué au micropieu aux ELS QP.

Les micropieux auront les caractéristiques principales suivantes :

- Entraxe des micropieux : **> 3 $\varnothing_{\text{forage}}$  (pas d'effet de groupe)** ;
- Ancrage minimal : **3 $\varnothing_{\text{forage}}$  ou 1,5 m** dans les schistes altérés (horizon H3) ;
- $\varnothing_{\text{forage}}$  : **250 mm** ;
- Armature : **tube N80 – 88.9 / 9.0** (corrosion de 1,2 mm d'épaisseur prise en compte).

Les effets de frottement ne seront pas pris en compte sur la hauteur des remblais H0.

Concernant la profondeur des limites de couches, elle sera déterminée en se basant sur les coupes des sondages les plus proches (cf tableau de présentation du paragraphe 10.1).

**Il n'est pas exclu que des vestiges ou des blocs soient recoupés par les micropieux, ce qui nécessitera alors le recours à des moyens particuliers de forage (trépanage, préforage).**

Ainsi, les limites de couches considérées sont les suivantes :

Horizons	Profondeur du toit de l'horizon (m/TN)		
	Zone S1	Zone S2	Zone S3
H0 - Remblais	0.0	0.0	0.0
H1 – Argile	Abs	1.5	1.5
H2 – Schiste altéré	1.5	4.0	2.5

Les caractéristiques géotechniques considérées dans le calcul des pieux sont les suivantes :

Formation – Nature du sol	Valeurs pressiométriques			Calcul résistance de pointe	Calcul effort mobilisable par frottement axial			
	p <sub>f</sub> (MPa)	p <sub>l</sub> (MPa)	E <sub>M</sub> (MPa)		Courbe	α <sub>pieu sol</sub>	f <sub>sol</sub> (kPa)	q <sub>s</sub> (kPa)
H0 - Remblais	0.1	0.3	3.0	Négligé	-			Négligé
H1 – Argile	0.2	0.3	6.0		Q1	1.1	26.6	29.3
H2 – Schiste altéré sous forme de limons caillouteux	1.7	2.5	30.0		Q1	1.1	47.5	52.2

### 10.3. Caractéristiques armatures micropieux

#### Armature micropieux : tube N80 88.9/9.0 :

- Perte à la corrosion (au niveau de la face extérieure, l'intérieur du tube étant protégé par le coulis) : 1,2 mm (Hypothèse remblais non compactés non agressifs et durée de service de 50 ans selon la NF EN 1993-5).
- Diamètre extérieur De : 88.9 mm initialement, réduit à 86.5 mm suite à corrosion ;
- Epaisseur e : 9.0 mm, réduite à 7.8 mm suite à corrosion ;
- Section A : 0.0023 m<sup>2</sup>, réduite à 0.0019 m<sup>2</sup> suite à corrosion ;

- Aire de cisaillement  $A_v$  : 0.0012 m<sup>2</sup> en tenant compte de la corrosion et d'une section de fond de filet de 0.001740 m<sup>2</sup> (assemblage par 2 filets femelles + 1 mamelon male) ;
- Module de déformation élastique  $E$  : 210 GPa ;
- Contrainte à la limite élastique  $f_y$  : 560 MPa ;
- $W_{el}$  : 41 cm<sup>3</sup> initialement, réduit à 35 cm<sup>3</sup> suite à corrosion ;
- $W_{pl}$  : 58 cm<sup>3</sup> initialement, réduit à 49 cm<sup>3</sup> suite à corrosion ;
- $I$  : 183 cm<sup>4</sup> initialement, réduite à 151 cm<sup>4</sup> suite à corrosion ;
- Classe de section selon NF EN 1993-1 : 1.

## 10.4. Méthode de justification des micropieux

Les notes de calcul sont fournies en **annexe 4**.

### 10.4.1. Reprise des efforts verticaux – Stabilité externe

#### Aux ELS :

$$F_d \leq R_{c;cr;d} \Leftrightarrow F_d = \frac{R_{c;cr,k}}{\gamma_{cr}} \Leftrightarrow F_d = \frac{0.5R_{b,k} + 0.7R_{s,k}}{\gamma_{cr}}$$

Valeur seuil :

$$\frac{\frac{0.5R_{b,k} + 0.7R_{s,k}}{\gamma_{cr}}}{F_d} \geq 1$$

Où :

- $F_d$  : valeur de calcul à l'ELS de la charge de compression axiale transmise par le pieu au terrain ;
- $R_{c;cr,k}$  : valeur caractéristique de la charge de fluage de compression ;
- $R_{c;cr,d}$  : valeur de calcul de la charge de fluage de compression ;
- $R_{b,k}$  : valeur caractéristique de la résistance de pointe d'une fondation profonde. **Dans le cas des micropieux, cette valeur est considérée comme étant négligeable.**
- $R_{s,k}$  : valeur caractéristique de la résistance de frottement axial d'une fondation profonde ;
- $\gamma_{cr}$  : facteur partiel sur la charge de fluage de compression.

#### Aux ELU :

$$F_{c,d} \leq R_{c;d} \Leftrightarrow F_{c,d} = R_{b,d} + R_{s,d} \Leftrightarrow F_{c,d} = \frac{R_{b,k}}{\gamma_b} + \frac{R_{s,k}}{\gamma_s}$$

Valeur seuil :

$$\frac{\frac{R_{b,k}}{\gamma_b} + \frac{R_{s,k}}{\gamma_s}}{F_{c,d}} \geq 1$$

Où :

- $F_{c,d}$  : valeur de calcul à l'ELU de la charge de compression axiale transmise par le pieu au terrain ;
- $R_{c,d}$  : valeur de calcul de la portance du terrain sous une fondation profonde ;
- $R_{b,k}$  : valeur caractéristique de la résistance de pointe d'une fondation profonde. **Dans le cas des micropieux, cette valeur est considérée comme étant négligeable.**
- $R_{b,d}$  : valeur de calcul de la résistance de pointe d'une fondation profonde. **Dans le cas des micropieux, cette valeur est considérée comme étant négligeable.**
- $\gamma_b$  : facteur partiel pour la résistance  $R_{b,k}$  ;

- $R_{s,k}$  : valeur caractéristique de la résistance de frottement axial d'une fondation profonde ;
- $R_{s,d}$  : valeur de calcul de la résistance de frottement axial d'une fondation profonde ;
- $\gamma_s$  : facteur partiel pour la résistance  $R_{s,k}$ .

Avec :

$$R_b = q_b \cdot A_b \Leftrightarrow R_b = k_p \cdot P_{le}^* \cdot A_b$$

$$R_{b,k} = A_b \cdot q_{b,k} \text{ avec } q_{b,k} = \frac{q_b}{\gamma_{R,d1} \cdot \gamma_{R,d2}}$$

$$R_{s,k} = P_s \sum_{i=1}^n h_i \cdot q_{si,k} \text{ avec } q_{si,k} = \frac{q_{si}}{\gamma_{R,d1} \cdot \gamma_{R,d2}}$$

Où :

- $k_p$  : facteur de portance pressiomérique ;
- $P_{le}^*$  : pression limite nette équivalente ;
- $A_b$  : surface de la pointe du pieu ;
- $P_s$  : périmètre du pieu ;
- $q_{b,k}$  : valeur caractéristique de la pression résistante limite à la base du pieu ;
- $q_{si,k}$  : valeur caractéristique de frottement axial unitaire pour la couche « i » ;
- $q_b$  : valeur de la pression résistante limite à la base du pieu ;
- $q_{si}$  : valeur de frottement axial unitaire limite de la couche « i » ;
- $\gamma_{R,d1}$  : coefficient partiel de modèle lié à la dispersion du modèle de calcul ;
- $\gamma_{R,d2}$  : coefficient partiel lié au calage des méthodes de calcul.

Les coefficients de sécurité et facteurs partiels retenus sont les suivants :

- Coefficients partiels :
  - $\gamma_{R,d1} = 1,4$  en compression ;
  - $\gamma_{R,d2} = 1,10$  en compression.
- Facteurs partiels ELS caractéristique :
  - $\gamma_{cr} = 0,9$  ;
  - $\gamma_{s,cr} = 1,1$ .
- Facteurs partiels ELS quasi-permanent :
  - $\gamma_{cr} = 1,1$  ;
  - $\gamma_{s,cr} = 1,5$ .
- Facteurs partiels ELU durable et transitoire :
  - $\gamma_b = 1,1$  ;
  - $\gamma_s = 1,1$  ;
  - $\gamma_s = 1,15$ .
- Facteurs partiels ELU accidentel :
  - $\gamma_b = 1,0$  ;
  - $\gamma_s = 1,0$  ;
  - $\gamma_s = 1,05$ .

### 10.4.2. Reprise des efforts verticaux et horizontaux – Stabilité interne

Les tubes des micropieux sont sollicités en compression (les moments et efforts tranchants ne nous ont pas été communiqués).

D'après la norme NF EN 1993-1, L'effort de compression doit satisfaire l'inégalité suivante :

$$\frac{N_{Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1,0$$

Avec  $N_{c,Rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{Mo}}$  pour les classes de section 1, 2 et 3

Où : -  $N_{Ed}$  : effort de compression dans le profilé  
-  $N_{c,Rd}$  : effort résistant en compression du profilé

### 10.4.3. Logiciels de calcul utilisés

Les calculs de capacité portante sont réalisés à l'aide du logiciel FOXTA v.4, en utilisant les modules suivants :

- Module FONDPROF : calcul de la capacité portante géotechnique (ELS et ELU) :  
Ce module permet de calculer la longueur de pieu minimale nécessaire pour reprendre un chargement imposé en tête. A l'inverse, il peut également calculer l'effort maximal que peut reprendre un pieu de longueur donnée. Fonctionne en compression et en traction.
- Module TASPIE : calcul du tassement des micropieux sous chargement vertical.

## 10.5. Résultats : dimensionnement micropieux

Les résultats suivants sont issus des notes de calcul en **annexe 4**.

### 10.5.1. Micropieux zone S1

Les résultats sont les suivants pour des **micropieux de 250 mm de diamètre** ancrés dans les schistes altérés :

#### Capacité de charge verticale maximale (GEO)

Les graphiques et tableaux ci-après comparent les valeurs de capacité portante géotechnique calculée à l'aide du logiciel FONDPROF aux sollicitations apportées aux pieux.

Numéro appui / nombre de micropieux	Longueur micropieu (m)	ELS QP		ELS CARA		ELU FOND		ACC	
		Capacité en compressi on	Effort maximal en compressi on	Capacité en compressi on	Effort maximal en compressi on	Capacité en compressi on	Effort maximal en compressi on	Capacité en compressi on	Effort maximal en compressi on
4 / 4 micropieux	15.5	288.8	266.3	353.3	292.5	412.8	401.3	454.1	401.3
5 / 3 micropieux	11.0	196.0	176.7	239.7	200.0	280.1	276.7	308.1	276.7
6 / 2 micropieux	8.5	144.4	136.0	176.6	150.0	206.4	205.0	227.0	205.0
13 / 4 micropieux	12.0	216.6	196.5	265.0	217.5	309.6	297.5	340.6	297.5
14 / 4 micropieux	14.0	257.9	235.5	315.4	260.0	368.5	357.5	405.4	357.5
15 / 4 micropieux	13.5	247.5	234.0	302.8	255.0	353.8	350.0	389.2	350.0
16 / 3 micropieux	9.5	165.0	156.0	201.9	170.0	235.9	233.3	259.5	233.3
17 / 4 micropieux	12.5	226.9	208.3	277.6	227.5	324.3	312.5	356.8	312.5

Effort en kN

#### Capacité portante structurale des micropieux (STR) : stabilité interne vis-à-vis des efforts verticaux

Les micropieux les plus chargés sont ceux soutenant l'appui 4. La vérification de la stabilité interne est donc effectuée en considérant ces micropieux.

Le tableau ci-après compare la résistance de l'armature en acier et les sollicitations maximales apportées aux micropieux :

Armature mise en œuvre	Cas	V <sub>Ed</sub> (kN)	V <sub>pl,Rd</sub> (kN)	$\frac{V_{Ed}}{0.5V_{pl,Rd}} \leq 1,0$	M <sub>Ed</sub> (kN.m)	M <sub>c,Rd</sub> (kN.m)	$\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1,0$	N <sub>Ed</sub> (kN)	N <sub>c, Rd</sub> (kN)	$\frac{N_{Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1,0$	$\frac{N_{Ed}}{N_{c,Rd}} + \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$	Vérification
88.9/9.0(*)	ELU FOND	0	166.6	0	0	11.4	0	401.3	453.2	0.89	0.89	OK

(\*) Calculs réalisés avec prise en compte de la corrosion

L'ensemble des micropieux est vérifié vis-à-vis de la résistance structurale interne, avec prise en compte de la corrosion.

### **Déplacements verticaux (tassements) :**

Le tassement des micropieux a été calculé à l'aide du logiciel TASPIE en considérant la situation de l'appui 4 (**appui le plus chargé au niveau de l'ensemble du projet**).

Les résultats sont les suivants :

Cas de chargement	Force appliquée sur le micropieu (kN)	Tassements en tête (mm)
ELS CARA	292.5	3.2
ELS QP	266.3	2.8

### **Raideurs des micropieux**

#### Raideur verticale :

La raideur verticale en compression  $K_v$  du micropieu est estimée à partir du tassement attendu du fût sous sollicitation en compression.

Le tassement vertical des micropieux a été calculée à l'aide du logiciel TASPIE.

Il a été calculé pour l'effort de compression maximal ELS communiqué, en tenant compte du raccourcissement élastique du fût.

Il vient :

Longueur micropieux	Raideur verticale en compression $K_v$ (kN/m) - Arrondi	
	ELS QP	ELS CARA
15.5 m	95 110	91 410

### 10.5.2. Micropieux zone S2

Les résultats sont les suivants pour des **micropieux de 250 mm de diamètre** ancrés dans les schistes altérés :

#### **Capacité de charge verticale maximale (GEO)**

Les graphiques et tableaux ci-après comparent les valeurs de capacité portante géotechnique calculée à l'aide du logiciel FONDPROF aux sollicitations apportées aux pieux.

Numéro appui / nombre de micropieux	Longueur (m)	ELS QP		ELS CARA		ELU FOND		ACC	
		Capacité en compression	Effort maximal en compression	Capacité en compression	Effort maximal en compression	Capacité en compression	Effort maximal en compression	Capacité en compression	Effort maximal en compression
7 / 3 micropieux	14.5	245.5	225.7	300.3	246.7	350.8	338.3	386.0	338.3
8 / 1 micropieu	15.5	266.1	242.0	325.5	270.0	380.3	370.0	418.4	370.0
9 / 1 micropieu	14.5	245.5	227.5	300.3	245.0	350.8	338.0	386.0	338.0
10 / 1 micropieu	16.0	276.4	269.0	338.1	290.0	395.1	395.0	434.6	395.0
11 / 1 micropieu	16.5	286.7	255.0	350.8	290.0	409.8	400.0	450.8	400.0
12 / 3 micropieux	15.0	255.8	242.3	312.9	263.3	365.6	360.0	402.2	360.0
18 / 3 micropieux	15.0	255.8	242.3	312.9	263.3	365.6	360.0	402.2	360.0
19 / 1 micropieu	16.0	276.4	253.5	338.1	285.0	395.1	395.0	434.6	395.0
20 / 1 micropieu	15.0	255.8	212.0	312.9	240.0	365.6	360.0	402.2	360.0

*Effort en kN*

#### **Capacité portante structurale des micropieux (STR) : stabilité interne vis-à-vis des efforts verticaux**

Les micropieux au niveau de la zone S2 sont moins chargés que les micropieux de l'appui 4 (zone S1), dont la stabilité interne a été vérifiée. Par conséquent la stabilité interne des micropieux de la zone S2 peut être considérée comme vérifiée.

#### **Déplacements verticaux (tassements) :**

Les appuis au niveau de la zone S2 étant moins chargés que l'appui 4, il vient un tassement inférieur à 0,5 cm.

### 10.5.3. Micropieux zone S3

Les résultats sont les suivants pour des **micropieux de 250 mm de diamètre** ancrés dans les schistes altérés :

#### **Capacité de charge verticale maximale (GEO)**

Les graphiques et tableaux ci-après comparent les valeurs de capacité portante géotechnique calculée à l'aide du logiciel FONDPROF aux sollicitations apportées aux pieux.

Numéro appui / nombre de micropieux	Longueur (m)	ELS QP		ELS CARA		ELU FOND		ACC	
		Capacité en compression	Effort maximal en compression	Capacité en compression	Effort maximal en compression	Capacité en compression	Effort maximal en compression	Capacité en compression	Effort maximal en compression
1 / 4 micropieux	10.0	166.3	138.5	203.4	152.5	237.6	210.0	261.4	210.0
2 / 4 micropieux	10.0		135.0		152.5		210.0		210.0
3 / 4 micropieux	10.0		156.8		172.5		236.3		236.3

*Effort en kN*

#### **Capacité portante structurale des micropieux (STR) : stabilité interne vis-à-vis des efforts verticaux et horizontaux**

Les micropieux au niveau de la zone S3 sont moins chargés que les micropieux de l'appui 4 (zone S1), dont la stabilité interne a été vérifiée. Par conséquent la stabilité interne des micropieux de la zone S3 peut être considérée comme vérifiée.

#### **Déplacements verticaux (tassements) :**

Les appuis au niveau de la zone S3 étant moins chargés que l'appui 4, il vient un tassement inférieur à 0,5 cm.

## 11. Murs de soutènement

### 11.1. Murs de soutènement projetés

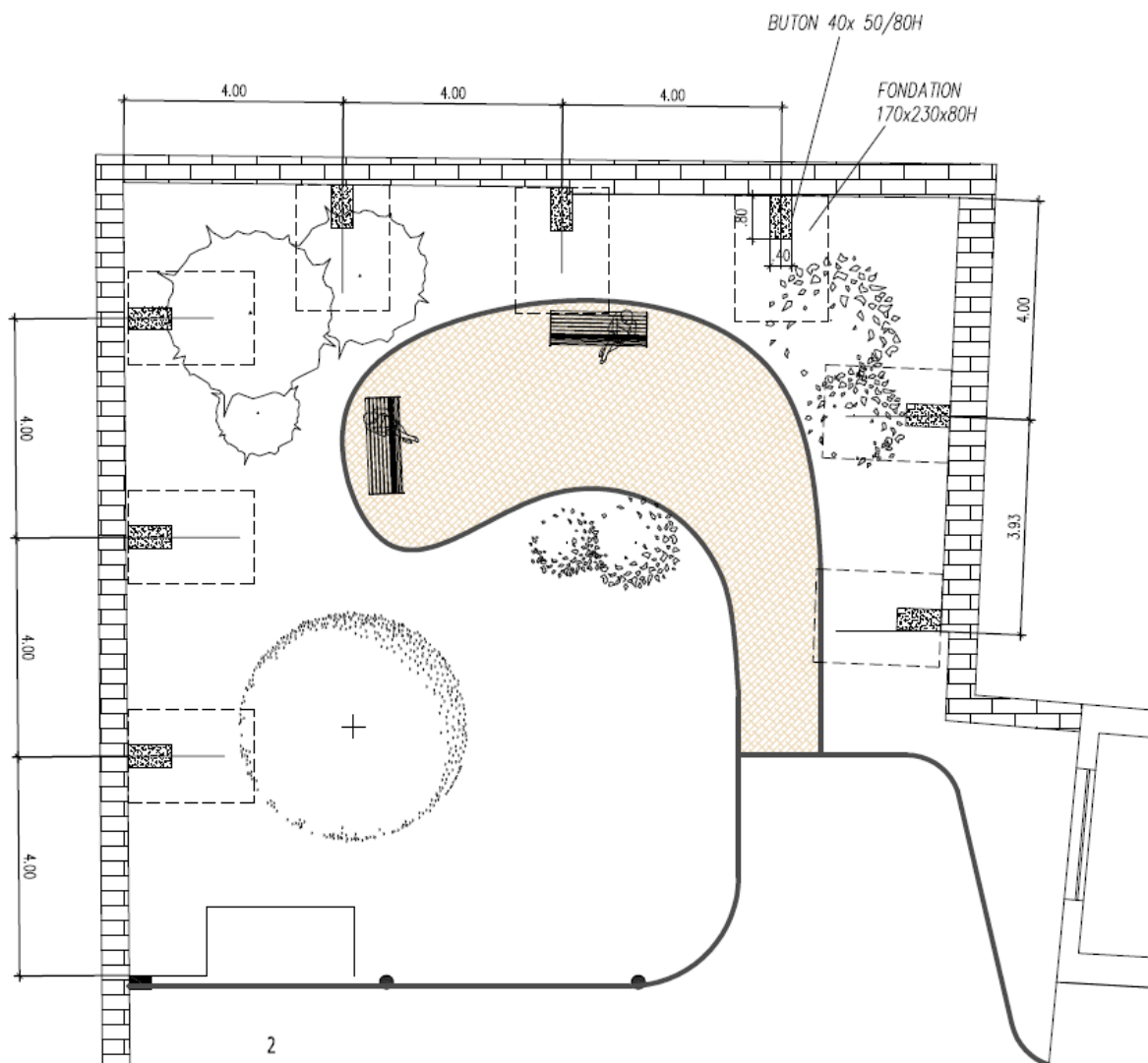
Une partie du bâtiment existant qui sera démolie est semi-enterrée. Une fois la démolition de la charpente effectuée, les façades existantes à cet endroit serviront de soutènement.

D'après les coupes fournies, la hauteur de terres à soutenir est de 3,1 m, et les mitoyens suivants sont à prendre en compte :

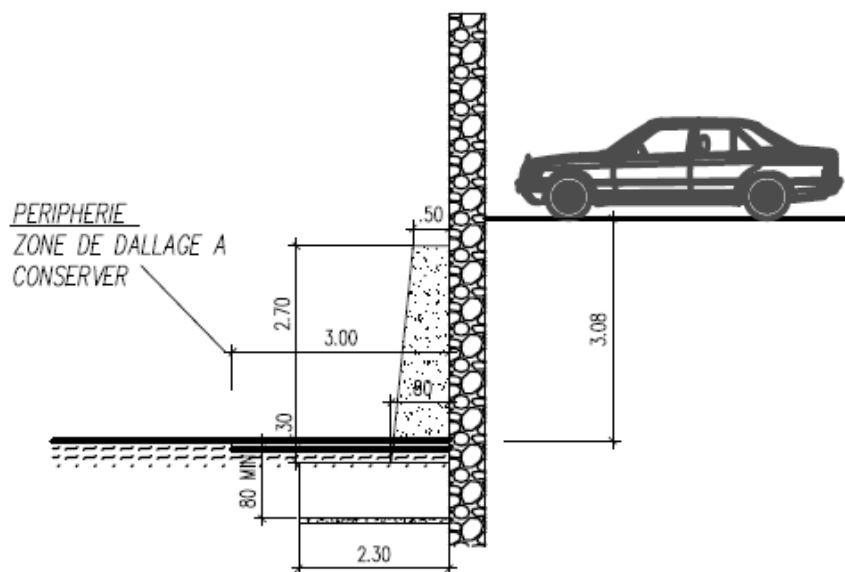
- Au niveau des **façades Ouest et Nord** : parkings existants. Il sera donc considéré une **surcharge de 10 kPa** afin de modéliser ces parkings (hypothèse à valider par la maîtrise d'œuvre).
- Au niveau de la **façade Sud** : un bâtiment mitoyen existant de type R+2. Nous ignorons si ce bâtiment présente des niveaux enterrés. En l'absence de données, il sera considéré que ce bâtiment ne présente pas de niveau enterré, et est fondé superficiellement avec une semelle filante placée à 0,5 m de profondeur par rapport à la crête du soutènement existant (hypothèse défavorable). **En première approche, il sera considéré une surcharge permanente de 100 kPa appliquée sur 0,5 m de largeur, en mitoyenneté du mur de soutènement existant pour modéliser la fondation du bâtiment mitoyen existant.**

A l'heure actuelle, la structure du bâtiment (murs porteurs et charpente) sert à la reprise de la poussée des terres. Une fois le projet mis en place, il ne restera que les murs périphériques (suppression de la charpente pour créer une cour intérieure), si bien qu'une reprise en sous-œuvre du mur existant semble nécessaire pour supporter la poussée des terres et les charges du parking mitoyen existant.

Il a été proposé par la maîtrise d'œuvre de mettre en place des contreforts pour reprendre la poussée des terres (cf plans et coupes ci-dessous).



Vue en plan de la reprise du mur envisagée (Source : fourni par la maîtrise d'œuvre)



Coupe de la reprise du mur envisagée (Source : fourni par la maîtrise d'œuvre)

Cette solution pose la question de la réaction du mur existant suite à la reprise en sous-œuvre. En effet, la mise en œuvre de cette solution implique par la suite un fonctionnement « en poutre » du mur existant. Nous ne savons pas si ce mur peut accepter les sollicitations associées à un tel fonctionnement. Il convient de missionner un bureau d'étude structure afin de valider cette solution.

Par ailleurs, les calculs de dimensionnement montrent que dans le cas où une telle solution serait envisagée, les dimensions des contreforts et des massifs de fondations proposées sont insuffisantes (cf paragraphe 11.5.4).

## 11.2. Ancrage, encastrement

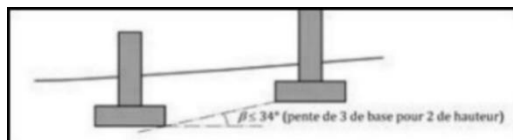
Les sondages S3 et S4 exécutés à proximité du mur à reprendre en sous-œuvre indiquent que l'horizon H2 (schistes altérés) est recoupé à cet endroit entre 1,0 m et 2,5m/TA.

Ainsi, un système de fondation des contreforts par **semelle isolée** sera réalisé, ancrée d'au moins 0.3 m dans les schistes altérés de l'horizon H2.

Il sera vraisemblablement nécessaire de blinder les fouilles de fondations localement, compte tenu de la profondeur du toit des schistes altérés.

**Comme critères définissant le niveau d'assise, on retiendra, parmi les suivants le plus restrictif :**

- Ancrage d'au moins 0,3 m dans l'horizon H2 ;
- Respect de la garde au gel fixée ici à 0,8 m par rapport au terrain extérieur fini ;
- Respect de la norme NFP 94-261 pour les fondations à niveaux décalés, mitoyennes ou à proximité de talus :



Les éventuelles poches décomprimées rencontrées à l'ouverture des fouilles ou remaniées par les engins de terrassement devront obligatoirement être purgées.

Le rattrapage entre la cote d'ancrage de la semelle (définie selon les critères ci-dessus) et l'arase inférieure de la semelle sera réalisé en gros béton.

**La réalisation de cette semelle filante nécessitera la reprise en sous-œuvre des fondations existantes du mur, afin d'approfondir ces fondations au droit des contreforts. L'assise des fondations sera placée au même niveau que l'assise des semelles des contreforts, dans les schistes altérés H2.**

**Au cours de cette reprise le mur existant devra impérativement être instrumenté et faire l'objet d'un suivi.**

### 11.3. Capacité portante du sol d'assise

En retenant un ancrage dans l'horizon H2, il vient :

- $P_{le}^* = P_{H2}^* = 2.5 \text{ MPa}$  ;
- $k_p = 0.8$  ;
- $q_{net} = 2.0 \times i_{\delta\beta} \text{ MPa}$

Dans ces conditions, la capacité portante admissible minorée pour tenir compte d'éventuelles hétérogénéités est :

- A l'**ELS** quasi-permanent et caractéristique, une contrainte limitée à **400 x  $i_{\delta\beta}$  kPa** ;
- A l'**ELU**, pour les situations durables et transitoires, une contrainte limitée à **660 x  $i_{\delta\beta}$  kPa**.

### 11.4. Protection de l'ouvrage vis-à-vis de l'eau (drainage)

Le mur existant ne présente pas de système de drainage visible. Il conviendra de s'assurer qu'au niveau du parking mitoyen, les eaux météoriques sont collectées en crête de mur et rejetées vers un exutoire pérenne et adapté, loin de tout ouvrage existant.

Il conviendra également de créer des barbacanes dans le mur existant, à raison d'un premier lit de barbacanes placé à 1,5 m de hauteur et d'un second lit placé à 2,5 m de hauteur, avec mise en œuvre des barbacanes en quinconce.

### 11.5. Justification

Les notes de calcul sont fournies en **annexe 5**.

#### 11.5.1. Méthode de calcul et hypothèses

Les murs de soutènement sont à vérifier au sens de l'Eurocode 7 selon les états limites suivants :

- ELS/ELU : stabilité externe (GEO, approche de calcul 2)
- ELU : stabilité générale (GEO, approche de calcul 3)
- ELU : stabilité interne (STR, approche de calcul 2) – Hors mission G2 PRO

La définition des murs de soutènement est conforme aux règles de la norme NF P 94-281.

Les hypothèses de matériaux retenues pour ce dimensionnement sont :

- Remblais existants à l'arrière du mur (hypothèse défavorable : remblais existants sur toute la hauteur de terres soutenues) :
  - $c' = 2 \text{ kPa}$
  - $\varphi' = 25^\circ$
  - $\gamma_h = 18 \text{ kN/m}^3$ .

- Assise semelle :
  - $\varphi' = 30^\circ$  (comportement frottant retenu) ;
  - $\delta d = \varphi'$  en considérant une **semelle coulée en place**.
- Mur existant :  $\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$
- Contreforts et reprises en sous-œuvre :  $\gamma = 25 \text{ kN/m}^3$ .

Le sondage de référence considéré dans les calculs est le sondage S4 pour la cote du toit des schistes altérés H2.

Le calcul des poussées appliquées sur le mur existant et la reprise en sous-œuvre ont été calculées de la façon suivante :

- Au niveau des façades Nord et Ouest :
  - Poussée des terres (point d'application : 1,03 m de hauteur par rapport au pied du mur) :  

$$P = 0,5 \times \gamma_{\text{remblais}} \times K_a \times H^2 = 0,5 \times 18 \times 0,36 \times 3,1^2 = 31,1 \text{ kN/ml} ;$$
  - Prise en compte de la cohésion des sols (avec  $C'=3 \text{ kPa}$ ) (point d'application : 1,55 m de hauteur par rapport au pied du mur) :  

$$P_c = -2 \times c' \times \sqrt{K_a} \times H = -2 \times 3 \times 0,6 \times 3,1 = -11,2 \text{ kN/ml} ;$$
  - Poussée due à la surcharge du parking (point d'application : 1,55 m de hauteur par rapport au pied du mur) :  

$$Q_1 = 10 \times K_a \times H = 15 \times 0,36 \times 3,1 = 11,2 \text{ kN/ml} ;$$
- Au niveau de la façade Sud :
  - Poussée des terres (point d'application : 1,03 m de hauteur par rapport au pied du mur) :  

$$P = 0,5 \times \gamma_{\text{remblais}} \times K_a \times H^2 = 0,5 \times 18 \times 0,36 \times 3,1^2 = 31,1 \text{ kN/ml} ;$$
  - Prise en compte de la cohésion des sols (avec  $C'=3 \text{ kPa}$ ) (point d'application : 1,55 m de hauteur par rapport au pied du mur) :  

$$P_c = -2 \times c' \times \sqrt{K_a} \times H = -2 \times 3 \times 0,6 \times 3,1 = -11,2 \text{ kN/ml} ;$$
  - Poussée due à la surcharge de la fondation du bâtiment existant (point d'application : 1,55 m de hauteur par rapport au pied du mur) :  

$$Q_2 = K_a \times 100 \times B_{\text{fondation existante}} \times \tan((\pi/4) + (\varphi/2)) = 0,36 \times 100 \times 1,0 \times \tan((180/4) + (25/2)) = 56,5 \text{ kN/ml}.$$

Les pondérations suivantes ont été appliquées à ces charges pour le dimensionnement des fondations des contreforts :

- ELU fondamental :
  - Charges verticales  $F_v = 1,35 \times \text{Poids}_{\text{ouvrage}}$
  - Charges horizontales  $F_h = 1,35 \times P + P_c + 1,5 \times Q$
  - Moment  $M = 1,35 \times M(P) + 1,5 \times M(Q)$
- ELS caractéristique :
  - Charges verticales  $F_v = \text{Poids}_{\text{ouvrage}}$
  - Charges horizontales  $F_h = P + P_c + Q$

- Moment  $M = M(P) + M(Q)$
- ELS QP :
  - Charges verticales  $F_v = \text{Poids}_{\text{souvrage}}$
  - Charges horizontales  $F_h = P + P_c + 0,3 \times Q$
  - Moment  $M = M(P) + 0,3 M(Q)$

Les contreforts sont placés avec un entraxe de 4 m. Pour chaque type de force, la charge appliquée sur chaque contrefort correspond donc aux charges précédentes multipliées par 4.

**Cela suppose que le mur soit capable de transmettre les charges de poussée aux contreforts sans être endommagé. Il convient de missionner un BET structure pour étudier le mur existant et s'assurer qu'il sera en mesure de supporter les sollicitations associées à la mise en place des contreforts.**

En tenant compte des éléments précédents, il vient les descentes de charges suivantes appliquées au niveau des fondations du mur renforcé par le contrefort :

- Pour les façades Nord et Ouest :

	ELU fondamental			ELS Caractéristique			ELS QP		
	$F_v^{(*)}$ (kN)	$F_h$ (kN)	$M$ (kN.m)	$F_v^{(*)}$ (kN)	$F_h$ (kN)	$M$ (kN.m)	$F_v^{(*)}$ (kN)	$F_h$ (kN)	$M$ (kN.m)
Semelle isolée contrefort B=1,75 m	400.2	190.5	277.4	400.2	124.5	197.8	400.2	93.3	149.3

(\*) poids du contrefort et de sa fondation en béton et du mur en maçonnerie pris en compte

- Pour la façade Sud :

	ELU fondamental			ELS Caractéristique			ELS QP		
	$F_v^{(*)}$ (kN)	$F_h$ (kN)	$M$ (kN.m)	$F_v^{(*)}$ (kN)	$F_h$ (kN)	$M$ (kN.m)	$F_v^{(*)}$ (kN)	$F_h$ (kN)	$M$ (kN.m)
Semelle isolée contrefort B=1,75 m	400.2	462.5	699.1	400.2	305.9	478.9	400.2	147.7	233.7
Semelle isolée contrefort L = 3,5m B=3,5m Ht=1,8m	792.2	462.5	699.1	792.2	305.9	478.9	792.2	147.7	233.7

(\*) poids du contrefort et de sa fondation en béton et du mur en maçonnerie pris en compte

## 11.5.2. Justification de la stabilité externe

### 11.5.2.1. Portance / poinçonnement

La vérification de la portance (ELS) et poinçonnement (ELU) de la charge sur la fondation est effectuée conformément à l'Eurocode 7 et la norme NF P 94-281 :

$$V_d - R_0 \leq R_{v;d}$$

Avec

$$R_{v;d} = \frac{R_{v;k}}{2,3} \text{ à l'ELS et } R_{v;d} = \frac{R_{v;k}}{1,4} \text{ à l'ELU}$$

$$R_{v;k} = \frac{A' q_{net}}{1,0}$$

$R_0$  est la valeur du poids du volume de sol constitué du volume de la fondation sous le terrain après travaux et des sols compris entre la fondation et le terrain après travaux ;

$A'$  est la surface comprimée de la base d'une fondation superficielle.

Valeur seuil :  $\frac{R_{v;d}}{V_d - R_0} \geq 1$

### 11.5.2.2. Glissement

La vérification du glissement de la fondation est effectuée conformément à l'Eurocode 7 et la norme NF P 94-281 :

$$H_d \leq R_{h;d} + R_{p;d}$$

$$R_{h;d} = \frac{V_d \tan(\delta d)}{0,9 \times 1,1}$$

$H_d$  est la valeur de calcul de la charge horizontale (ou parallèle à la base de la fondation)

$R_{hd}$  est la valeur de calcul de la résistance ultime par glissement ( $\delta d = \varphi'$  pour une semelle coulée en place).

$R_{p;d}$  est la valeur de calcul de résistance frontale ou tangentielle de la fondation à l'effet de  $H_d$  (ici négligée).

Valeur seuil :  $\frac{R_{h;d}}{H_d} \geq 1$

### 11.5.2.3. Excentrement

La vérification de l'excentrement du chargement selon l'Eurocode 7 et la norme NF P 94-281 est réalisée de la manière suivante :

$$1 - \frac{2e}{B} \geq \frac{1}{2} \text{ à l'ELS}$$

$$1 - \frac{2e}{B} \geq \frac{1}{15} \text{ à l'ELU}$$

### 11.5.2.4. Tassement du mur

Les tassements attendus sous l'ouvrage ont été calculés selon la méthode pressiométrique, détaillée dans l'annexe H de la norme NFP 94-261.

### 11.5.3. Justification de la stabilité générale

La stabilité générale est vérifiée selon la méthode de Bishop en comparant les moments stabilisant aux moments déstabilisants.

Cette vérification est menée en approche de calcul 3 avec les coefficients partiels de sécurité tels que définis dans l'EN 1997-1 (approche de calcul 3, A2 « + » M2 « + » R3) pour la situation courante.

Coefficients partiels			Approche 3
Action permanente	Défavorable	$\gamma_{Gsup}$	1.0
	Favorable	$\gamma_{Ginf}$	1.0
Action variable	Défavorable	$\gamma_{Qsup}$	1.3
	Favorable	$\gamma_{Qinf}$	0.0
Angle de frottement interne		$\gamma_{\phi'}$	1.25
Cohésion effective		$\gamma_{c'}$	1.25
Cohésion non drainée		$\gamma_{cu}$	1.40
Poids volumique		$\gamma_{\gamma}$	1.0
Facteur partiel frottement sol/clou (essais)		$\gamma_{M,f}$	1.1
Facteur partiel résistance armature		$\gamma_a$	1.25 (rupture)
Facteur partiel de modèle		$\gamma_{R;d}$	1.1

Le facteur de sécurité minimal recherché sera  $FS = 1,00$ .

Les résultats des modélisations sont présentés en **annexe 4**.

#### 11.5.4. Résultats pour les façades Nord et Ouest

Les tableaux suivants présentent les résultats du dimensionnement effectué :

- Vérification des dimensions proposées sur les plans et coupes fournis par la maîtrise d'œuvre (B = 1,75 m) :

<b>Hauteur terres soutenues (m)</b>	3,1
<b>Ancrage</b>	Ancrage d'au moins 0,3 m dans l'horizon H2
<b>Longueur totale semelle (m) (y compris largeur du mur existant)</b>	2,8
<b>Largeur de la semelle (m)</b>	1,75
<b>Hauteur semelle (m)</b>	1,3
<b>Epaisseur contrefort en crête (m)</b>	0,5
<b>Largeur contrefort en crête (m)</b>	0,4
<b>Hauteur contrefort (m)</b>	2,7
<b>Epaisseur contrefort en base (m)</b>	0,8
<b>Largeur contrefort en base (m)</b>	0,4

- Vérification de la portance :

Semelle type	Cas de charge	Dim. fondation (m)			Surface A' (m²)	Résistance $R_{v,d}$ (kN)	Vd – R0 (kN)	Coefficient de sécurité Fs	Vérif.
		ht	L	B					
Semelle isolée contrefort façades Nord et Ouest	ELU fondamental	1.3	2.8	1.75	2.5	373.0	285.5	1.31	OK
	ELS caractéristique Vent dominant				3.2	523.5	285.5	1.83	OK
	ELS QP				3.6	761.4	285.5	2.67	OK

- Vérification du glissement :

Appui	Cas de charge	Dim. fondation (m)			Vd (kN)	Résistance $R_{hd}$ (kN)	Résistance frontale due à la butée prise en compte $0,3 \times R_{p,d}$ (kN)	Hd (kN)	Coefficient de sécurité Fs	Vérif.
		ht	L	B						
Semelle isolée contrefort façades Nord et Ouest	ELU fondamental	1.3	2.8	1.75	400.2	233.4	19.7	190.5	1.33	OK

- Vérification de l'excentrement :

Appui	Cas de charge	Dim. fondation (m)			M (kN.m)	$(1 - 2\frac{eB}{B})(1 - 2\frac{eL}{L})$	Valeur seuil à dépasser	Vérif.
		ht	L	B				
Semelle isolée contrefort façades Nord et Ouest	ELU fondamental	1.3	2.8	1.75	277.4	0.50	> 0.067	OK
	ELS caractéristique				197.8	0.73	> 0.5	OK
	ELS QP				149.3	0.65	> 0.5	OK

Les dimensions proposées sur les plans et coupes fournies par la maîtrise d'œuvre sont suffisantes en ce qui concerne les façades Nord et Ouest.

### 11.5.5. Résultats pour la façade Sud

Les tableaux suivants présentent les résultats du dimensionnement effectué :

- Vérification des dimensions proposées sur les plans et coupes fournis par la maîtrise d'œuvre (B = 1,75 m) :

Hauteur terres soutenues (m)	3,1
Ancrage	Ancrage d'au moins 0,3 m dans l'horizon H2
Longueur totale semelle (m) (y compris largeur du mur existant)	2,8
Largeur de la semelle (m)	1,75
Hauteur semelle (m)	1,3
Epaisseur contrefort en crête (m)	0,5
Largeur contrefort en crête (m)	0,4
Hauteur contrefort (m)	2,7
Epaisseur contrefort en base (m)	0,8
Largeur contrefort en base (m)	0,4

- Vérification de la portance :

Semelle type	Cas de charge	Dim. fondation (m)			Surface A' (m²)	Résistance R <sub>v,d</sub> (kN)	Vd – R0 (kN)	Coefficient de sécurité Fs	Vérif.
		ht	L	B					
Semelle isolée contrefort façade Sud	ELU fondamental	1.3	2.8	1.75	0	0	425.6	0.0	NON
	ELS caractéristique Vent dominant				0.7	19.0	285.5	0.07	NON
	ELS QP				2.9	387.0	285.5	1.36	OK

- Vérification du glissement :

Appui	Cas de charge	Dim. fondation (m)			Vd (kN)	Résistance $R_{h,d}$ (kN)	Résistance frontale due à la butée prise en compte $0,3 \times R_{p,d}$ (kN)	Hd (kN)	Coefficient de sécurité Fs	Vérif.
		ht	L	B						
Semelle isolée contrefort façade Sud	ELU fondamental	1.3	2.8	1.75	400.2	233.4	26.2	462.5	0.56	NON

- Vérification de l'excentrement :

Appui	Cas de charge	Dim. fondation (m)			M (kN.m)	$\left(1 - 2 \frac{eB}{L}\right) \left(1 - 2 \frac{eL}{B}\right)$	Valeur seuil à dépasser	Vérif.
		ht	L	B				
Semelle isolée contrefort façade Sud	ELU fondamental	1.3	2.8	1.75	699.1	-0.25	> 0.067	NON
	ELS caractéristique				478.9	0.15	> 0.5	NON
	ELS QP				233.7	0.58	> 0.667	NON

Les dimensions proposées sur les plans et coupes fournies par la maîtrise d'œuvre sont insuffisantes en ce qui concerne la façade Sud. Le dimensionnement des contreforts doit être adapté.

- Dimensionnement des massifs des contreforts afin de garantir leur stabilité : Façade Sud, dimensions des semelles des contreforts accrues avec  $L = B = 3,5$  m et  $ht = 1,8$  m :

Hauteur terres soutenues (m)	3,1
Ancrage	Ancrage d'au moins 0,3 m dans l'horizon H2
Longueur totale semelle (m) (y compris largeur du mur existant)	3,5
Largeur de la semelle (m)	3,5
Hauteur semelle (m)	1,8
Epaisseur contrefort en crête (m)	0,5
Largeur contrefort en crête (m)	0,4
Hauteur contrefort (m)	2,7
Epaisseur contrefort en base (m)	0,8
Largeur contrefort en base (m)	0,4

- Vérification de la portance :

Semelle type	Cas de charge	Dim. fondation (m)			Surface A' (m²)	Résistance $R_{v,d}$ (kN)	Vd – R0 (kN)	Coefficient de sécurité Fs	Vérif.
		ht	L	B					
Semelle isolée contrefort façade Sud	ELU fondamental	1.8	3.5	3.5	6.1	513.3	505.6	1.01	OK
	ELS caractéristique Vent dominant				8.0	965.2	505.6	1.91	OK
	ELS QP				10.2	2435.8	505.6	4.82	OK

- Vérification du glissement :

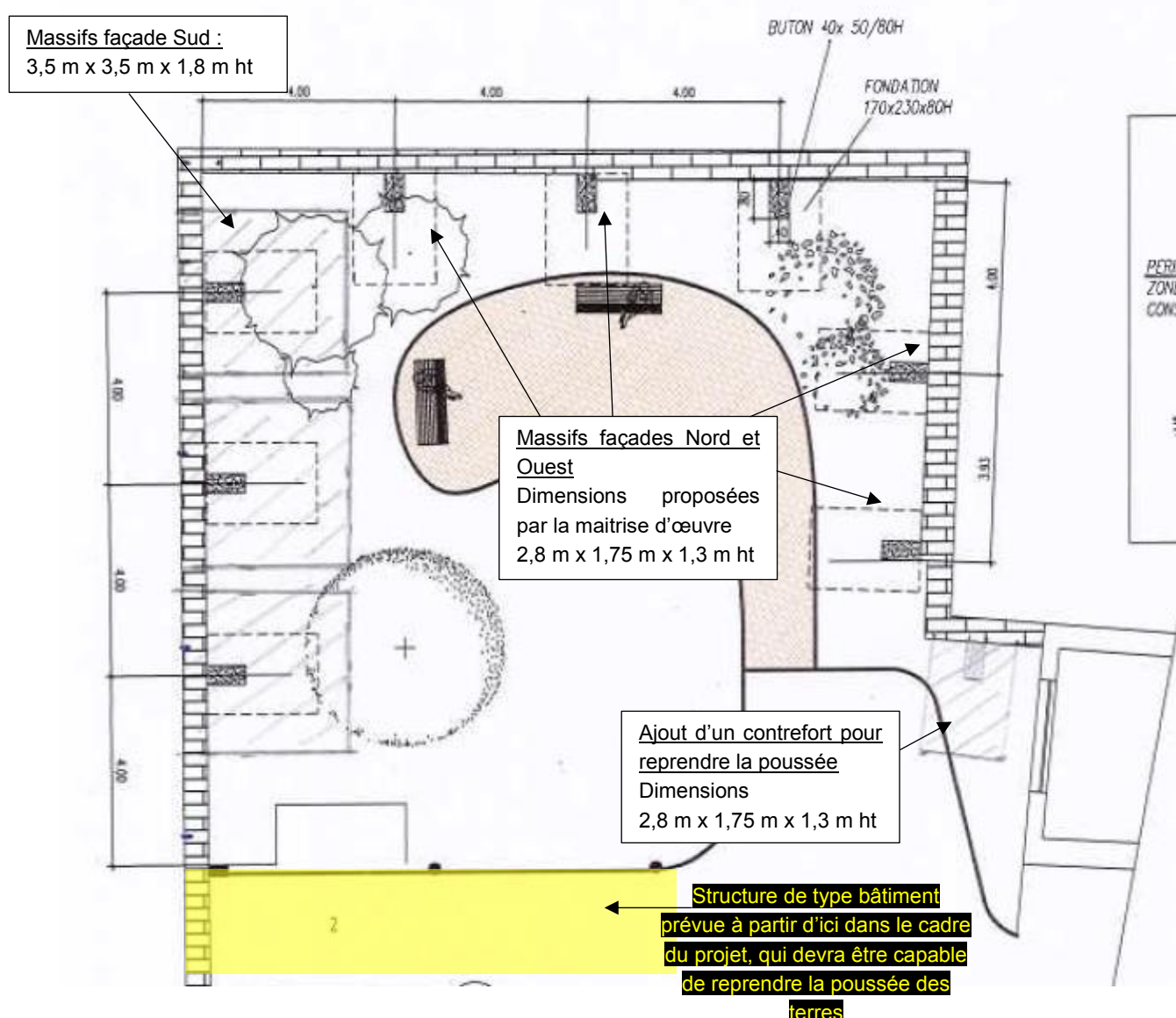
Appui	Cas de charge	Dim. fondation (m)			Vd (kN)	Résistance $R_{hd}$ (kN)	Résistance frontale due à la butée prise en compte $0,3 \times R_{p,d}$ (kN)	Hd (kN)	Coefficient de sécurité Fs	Vérif.
		ht	L	B						
Semelle isolée contrefort façade Sud	ELU fondamental	1.8	3.5	3.5	792.2	462.0	52.4	462.5	1.11	OK

- Vérification de l'excentrement :

Appui	Cas de charge	Dim. fondation (m)			M (kN.m)	$\left(1 - 2 \frac{eB}{B}\right) \left(1 - 2 \frac{eL}{L}\right)$	Valeur seuil à dépasser	Vérif.
		ht	L	B				
Semelle isolée contrefort façade Sud	ELU fondamental	1.8	3.5	3.5	699.1	0.50	> 0.067	OK
	ELS caractéristique				478.9	0.65	> 0.5	OK
	ELS QP				233.7	0.83	> 0.5	OK

- Vérification de la stabilité générale : La modélisation Talren, effectuée en considérant le massif des contreforts en façade Sud (massif le plus défavorable), indique un coefficient de sécurité minimal au grand glissement **Fs = 1,40 > 1,0**.

Il vient ainsi le dimensionnement des massifs suivant :



*Schéma des dimensions de fondations nécessaires pour la reprise en sous-œuvre du mur*

Il a été considéré, dans le cadre du dimensionnement, que les murs de façades existants étaient capables de reprendre une partie de la poussée des terres. Cette hypothèse doit être vérifiée par un bureau d'étude structure, qui devra également étudier la réponse du mur existant une fois les contreforts et le projet mis en place (fonctionnement en poutre du mur) et indiquer les éventuelles reprises à envisager dans le cadre du projet.

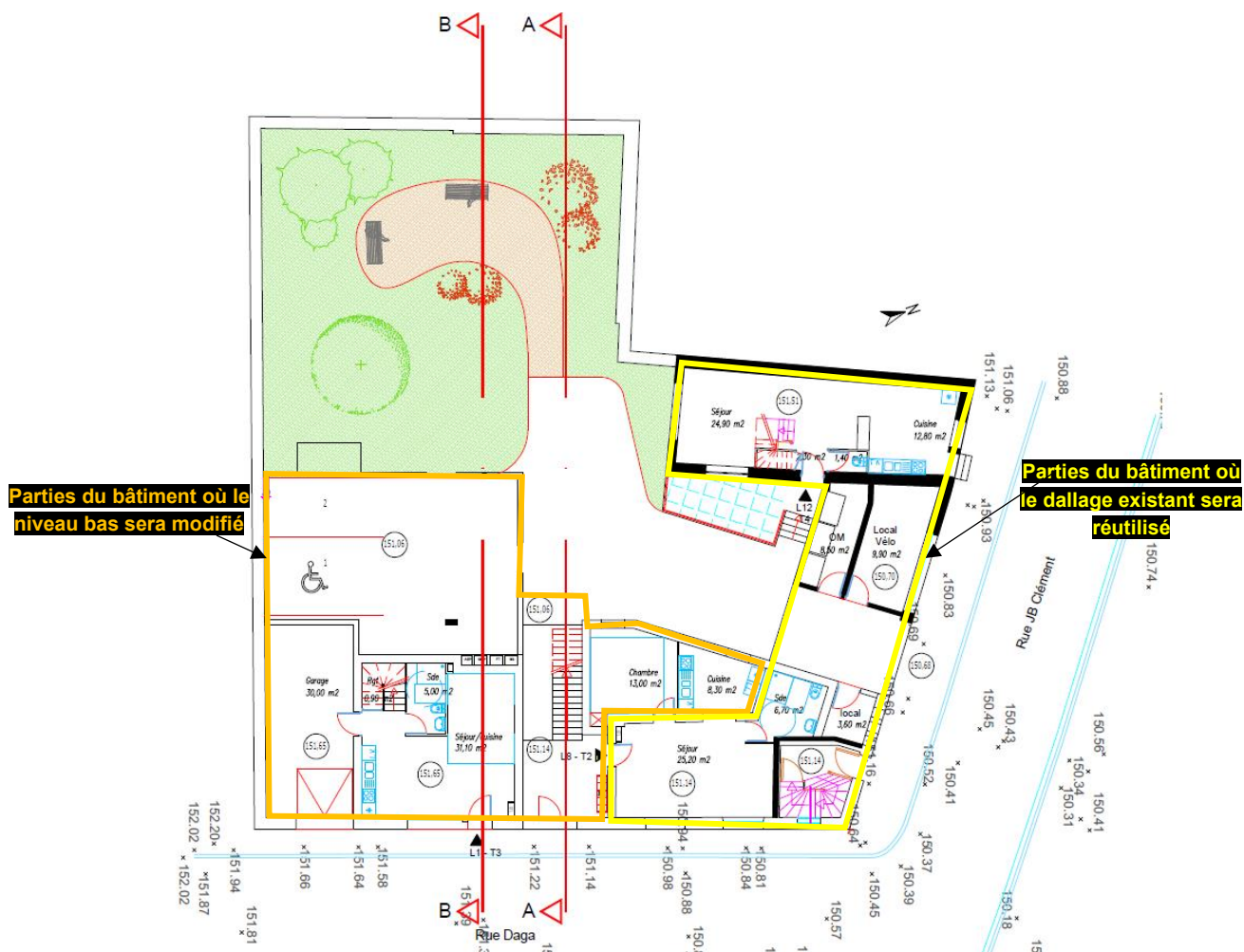
Dans le cas où les murs existants ne seraient pas capables de participer à la reprise de la poussée des terres, le dimensionnement des contreforts et de leurs fondations devra être adapté.

Par ailleurs, compte tenu de la proximité des semelles entre elles, il conviendra que leur interaction soit étudiée en phase EXE dans le cadre de la mission G3 par l'entreprise.

Rappelons que le dimensionnement des contreforts en façade Sud a été fait en posant un certain nombre d'hypothèses qui doivent être vérifiées (charge appliquée par les fondations du bâtiment mitoyen). Les dimensions des fondations des contreforts pourront éventuellement être optimisées une fois que d'avantage de données auront été obtenues concernant les mitoyens.

## 12. Niveau bas

D'après les données disponibles sur les vues en plan des existants et du projet, il est prévu de réutiliser le niveau bas existant au niveau d'une partie des zones réaménagées (zones ne faisant pas l'objet de création de nouvelles structures porteuses) et de créer un nouveau niveau bas, au niveau de la zone réaménagée sur micropieux.



Plan du projet au niveau RDC (Source : fourni par la maîtrise d'ouvrage)

**Zones où le niveau bas est réutilisé :**

Etant donné que le bâtiment passe d'un usage de type salle de spectacle ou logements à un usage de type logements, les charges appliquées à considérer seront inférieures aux charges d'exploitation actuelles (à confirmer par le BE structure). Une réutilisation du niveau bas est donc envisageable, d'autant que lors de notre intervention, nous n'avons pas constaté de dommage visible.

**Zones où le niveau bas est reconstruit :**

Dans les secteurs où il est choisi de reconstruire le niveau bas, il conviendra de créer un plancher porté par les fondations compte tenu de la présence de remblais et de sols mous sur des épaisseurs variables.

## 13. Observations majeures et risques résiduels

Les conclusions du présent rapport ne sont valables que sous réserve des conditions générales des missions géotechniques de l'Union Syndicale Géotechnique fournies en **annexe 1** (norme NF P94-500 de novembre 2013). Nous rappelons que cette étude a été menée dans le cadre d'une étude de conception de niveau projet (G2 PRO) et que, conformément à la norme NF P94-500 de novembre 2013, une mission G2DCE/ACT puis une étude d'exécution (G3) doit être envisagée pour adapter les dispositions constructives aux conditions réelles du chantier.

Une mission G4 devra être réalisée pour la supervision de la mission G3.

Les risques résiduels identifiés à ce stade sont :

- Incertitude concernant les variations du toit de la nappe alluviale. Il est recommandé de procéder aux travaux en période d'étiage (été, début d'automne) afin de minimiser le risque de recouper la nappe pendant le creusement de la fouille de fondation.
- Variations éventuelles du niveau du toit des schistes altérés ;
- Présence éventuelle de blocs dans les schistes altérés ;
- Absence de données au-delà de 8,0 m/TA. Une optimisation du dimensionnement des fondations pourrait être envisagée au vu du contexte géotechnique en réalisant des sondages complémentaires menés jusqu'à 25 m de profondeur une fois les existants démolis (intervention avec une machine suffisamment puissante impossible en l'état). Ces sondages permettront également de préciser les conditions de forage des micropieux (présence de terrains particulièrement raides, blocs, etc.)
- Incertitude concernant l'agressivité des sols et des eaux vis-à-vis du béton. Des mesures d'agressivité pourront être menés dans le cadre de la mission G3 afin de lever cette incertitude ;
- Incertitude concernant l'origine, la profondeur et l'extension des anciennes maçonneries observées au droit des fouilles R1 et R7 ;
- Variations du contexte géotechnique lors de l'exécution : un suivi d'exécution par un géotechnicien (mission G3 et G4) devra être réalisé pour adapter éventuellement les hypothèses géotechniques au dimensionnement des ouvrages géotechniques.

## ***ANNEXE 1 – NOTES GENERALES SUR LES MISSIONS GEOTECHNIQUES***

- Classification des missions types d'ingénierie géotechnique,
- Schéma d'enchaînement des missions types d'ingénierie géotechnique.

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

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

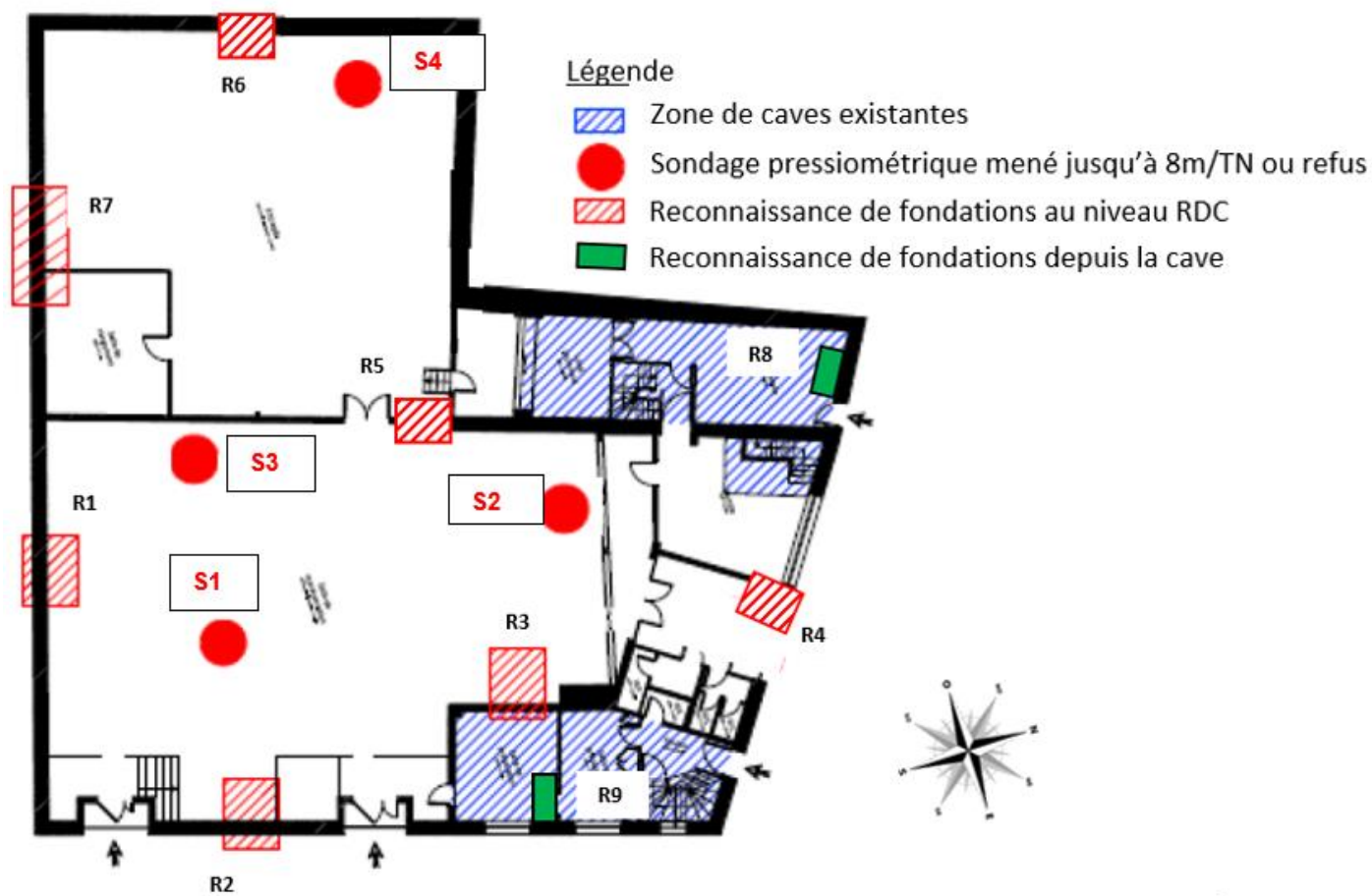
- Par interventions ponctuelles sur le chantier, donner un avis sur la pertinence du contexte géotechnique tel qu'observé par l'entrepreneur (G3), du comportement tel qu'observé par l'entrepreneur de l'ouvrage et des avoisinants concernés (G3), de l'adaptation ou de l'optimisation de l'ouvrage géotechnique 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 – PLAN D'IMPLANTATION DU SONDAGE***



## ***ANNEXE 3 – RESULTATS DES SONDAGES ET ESSAIS***

# SONDAGE PRESSIOMETRIQUE SP1

Dossier : **NRE2.N.077**

Localité : **CHARLEVILLE MEZIERE**

Chantier : **CHARLEVILLE MEZIERES - Réhabilitation de logements**

Client : **HABITAT 08**

X :

Date début de forage : **15/05/2023**

Echelle : **1/50**

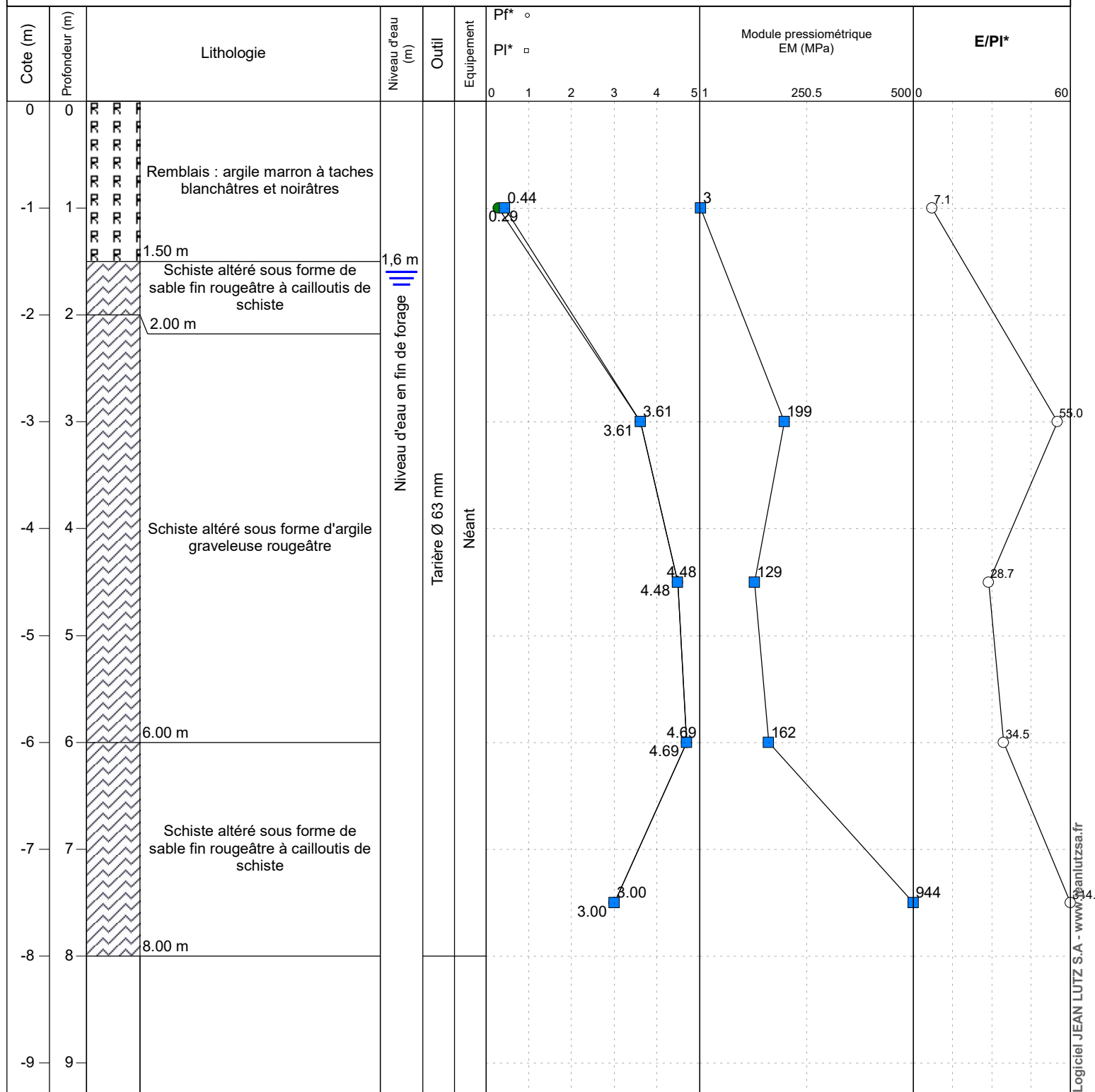
Y :

Date fin de forage : **15/05/2023**

Machine : **M268**

Z :

Profondeur de fin : **8.00m**



Observation :

EXGTE 3.23.3

# SONDAGE PRESSIOMETRIQUE SP2

Dossier : **NRE2.N.077**

Localité : **CHARLEVILLE MEZIERE**

Chantier : **CHARLEVILLE MEZIERES - Réhabilitation de logements**

Client : **HABITAT 08**

X :

Date début de forage : **16/05/2023**

Echelle : **1/50**

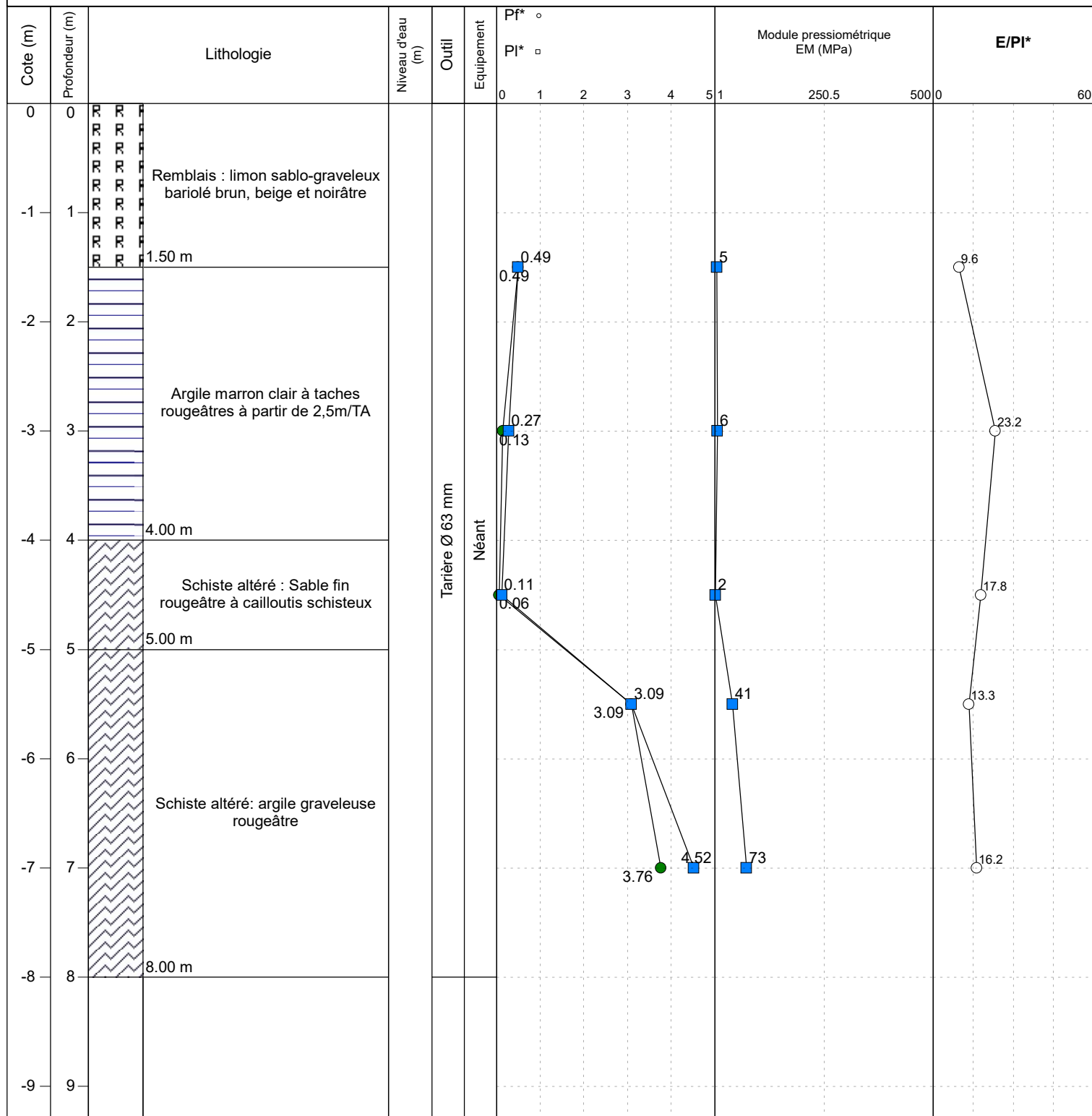
Y :

Date fin de forage : **16/05/2023**

Machine : **M268**

Z :

Profondeur de fin : **8.00m**



Observation :

EXGTE 3.23.3

# SONDAGE PRESSIOMETRIQUE SP3

Dossier : **NRE2.N.077**

Localité : **CHARLEVILLE MEZIERE**

Chantier : **CHARLEVILLE MEZIERES - Réhabilitation de logements**

Client : **HABITAT 08**

X :

Date début de forage : **15/05/2023**

Echelle : **1/50**

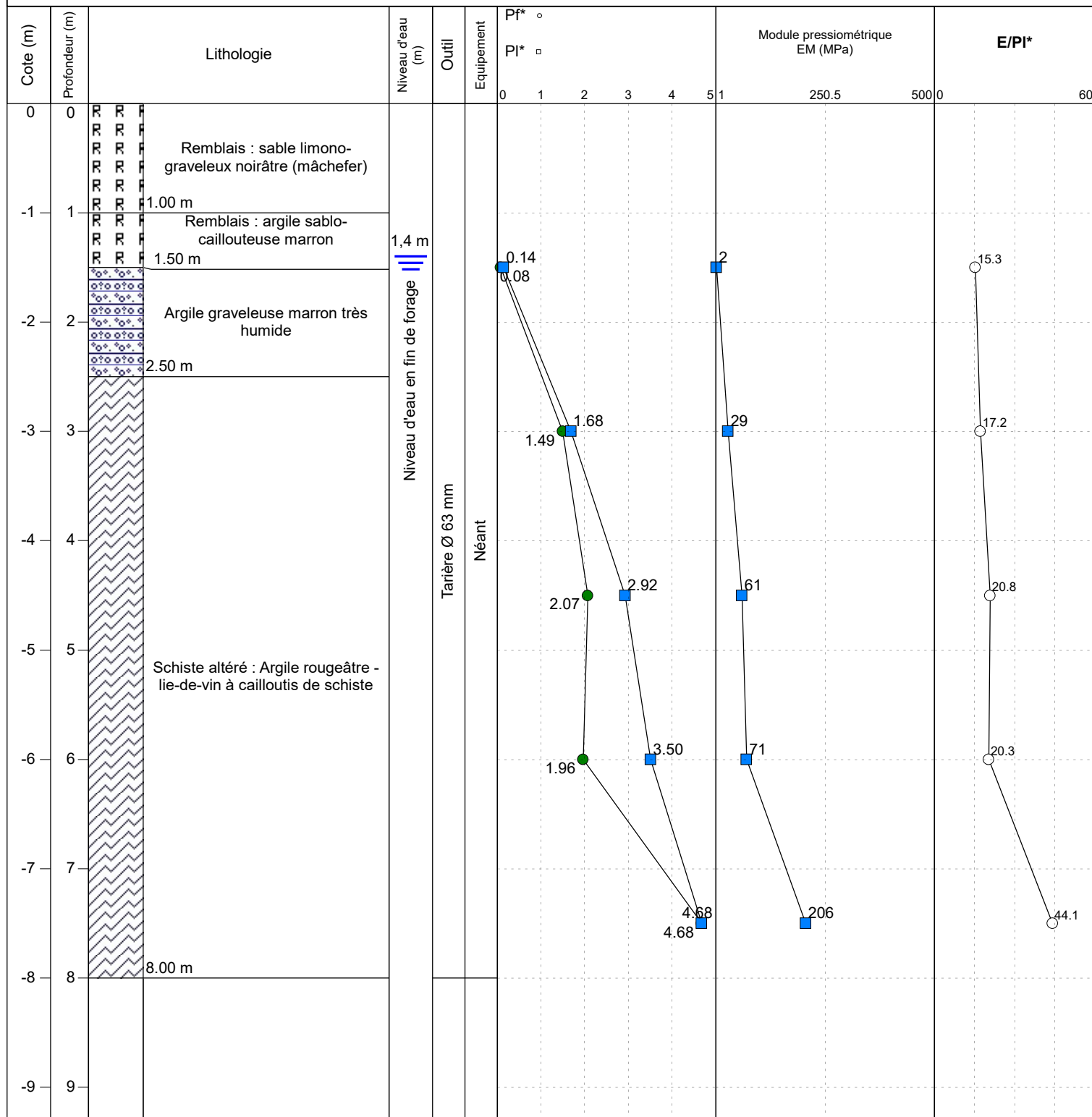
Y :

Date fin de forage : **15/05/2023**

Machine : **M268**

Z :

Profondeur de fin : **8.00m**



Observation :

EXGTE 3.23.3

# SONDAGE PRESSIOMETRIQUE SP4

Dossier : **NRE2.N.077**

Localité : **CHARLEVILLE MEZIERES**

Chantier : **CHARLEVILLE MEZIERES - 13 rue Jean Baptiste Clément**

Client : **HABITAT 08**

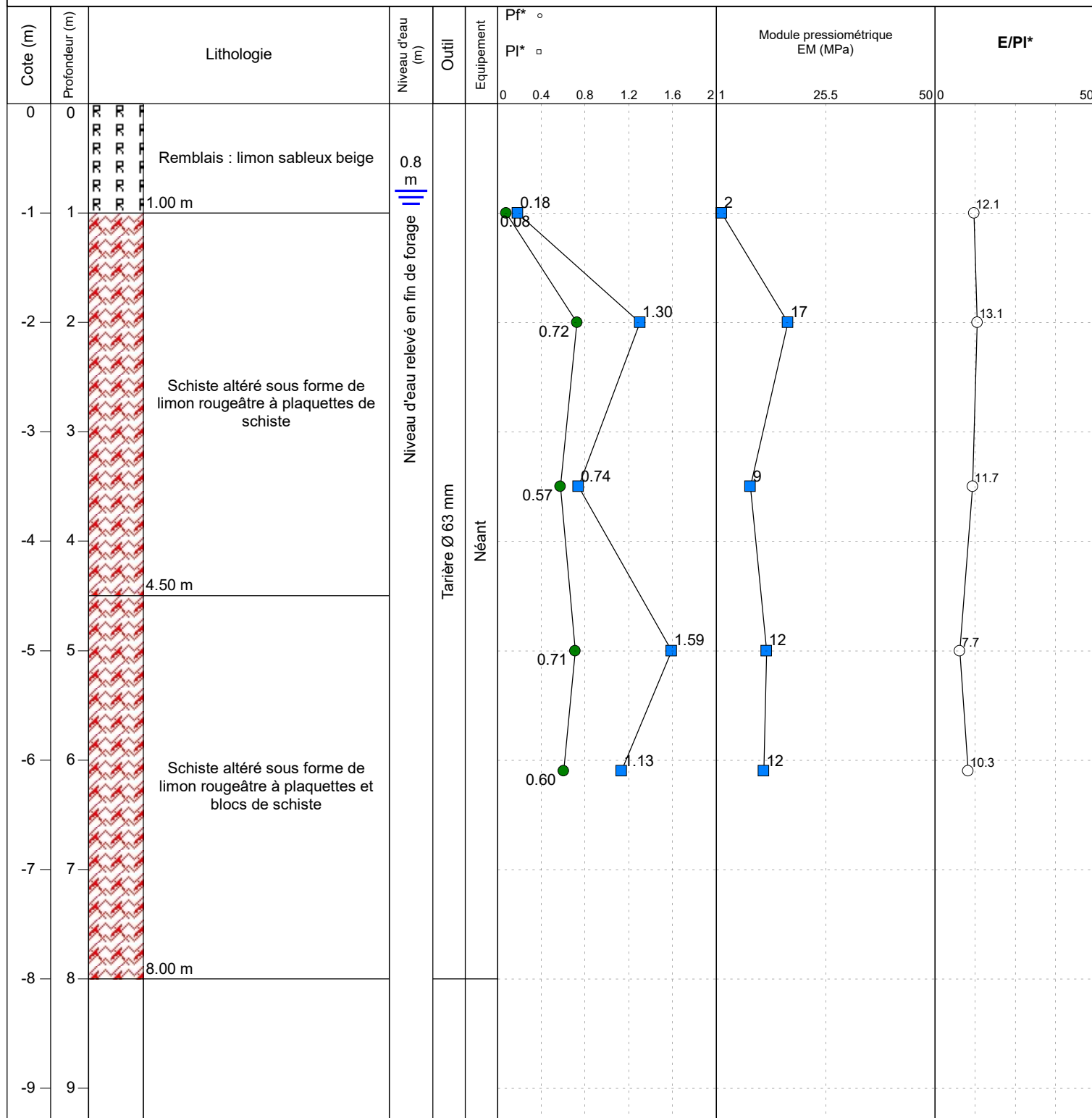
Date début de forage : **12/06/2023**

Echelle : **1/50**

Date fin de forage : **12/06/2023**

Machine : **Machine démontable**

Profondeur de fin : **8.00m**



Observation :

EXGTE 3.23.3

Dossier : NRE2.N.077

Client : HABITAT 08

Date : 02/05/2023

Techniciens : VUADELLE

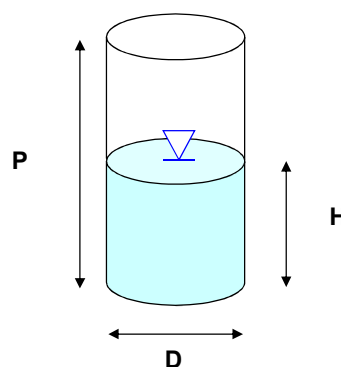
Commune : CHARLEVILLE MEZIERE

Dépouillement : LEGENTIL

D (mm)	P (mm)	H(mm)	S (mm <sup>2</sup> )	Référence
150	1000	250	135 481	P1

T (min)	Graduation	V (ml)	K (mm/h)	K (m/s)
0	200	-	-	-
7	200	200	12.65	3.515E-06
53	180	380	3.18	8.820E-07
				8.820E-07

Nature du sol : Limon argileux marron

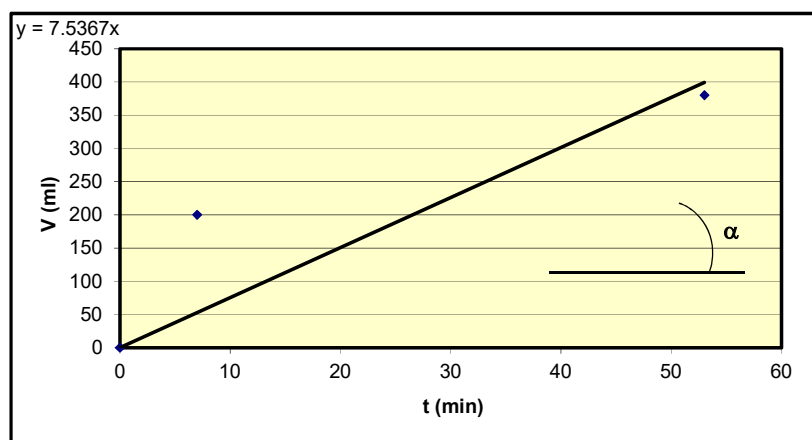


$$K \text{ (mm/h)} = \frac{1\,000 \cdot V}{S_i \cdot t}$$

### Méthode graphique

$\alpha$	K (mm/h)	K (m/s)
7.537	3.34	9.27E-07

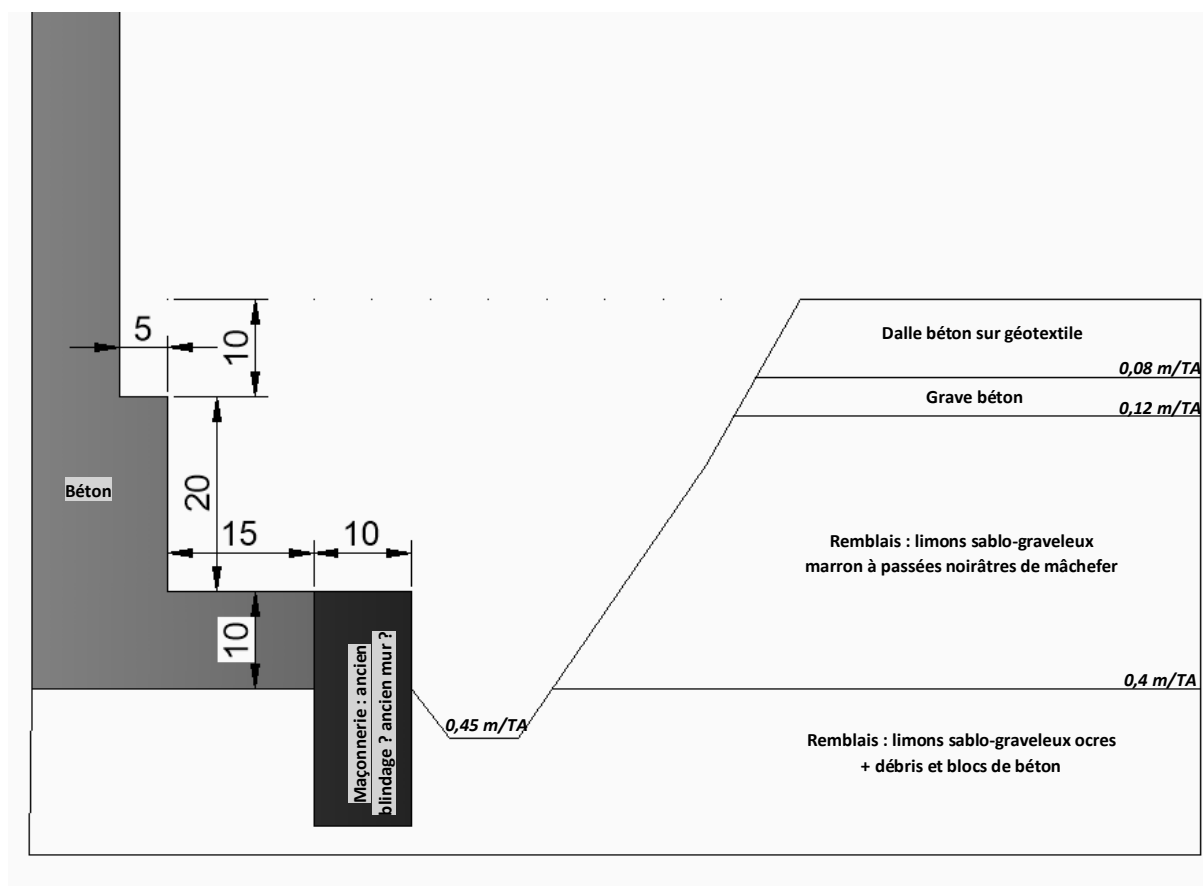
- K est la perméabilité des sols (mm/h)
- V est le volume d'eau introduit pour assurer un volume constant dans la cavité (m<sup>3</sup>)
- Si : Surface d'infiltration de la cavité (fond et côté) (m<sup>2</sup>)
- t : Durée de l'essai (h)



**Nom du chargé d'affaires :**

LEGENTIL

Visa du chargé d'affaires :

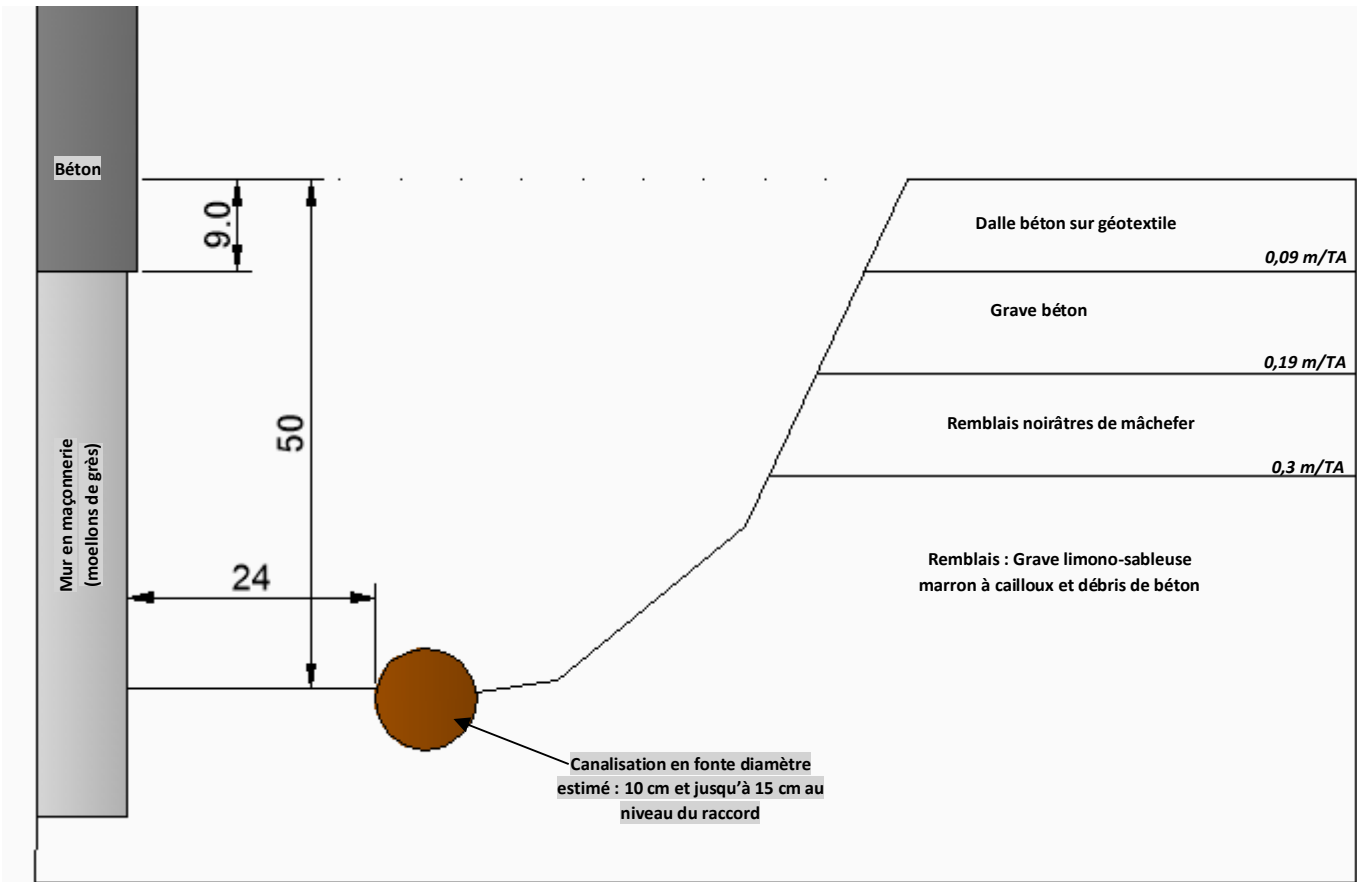
**RELEVÉ DES FOUILLES DE RECONNAISSANCE DES FONDATIONS****R1**

Coupe de la fouille de reconnaissance R1 (cotes en cm)



Photographie de la fouille de reconnaissance R1

RELEVÉ DES FOUILLES DE RECONNAISSANCE DES FONDATIONS  
R2



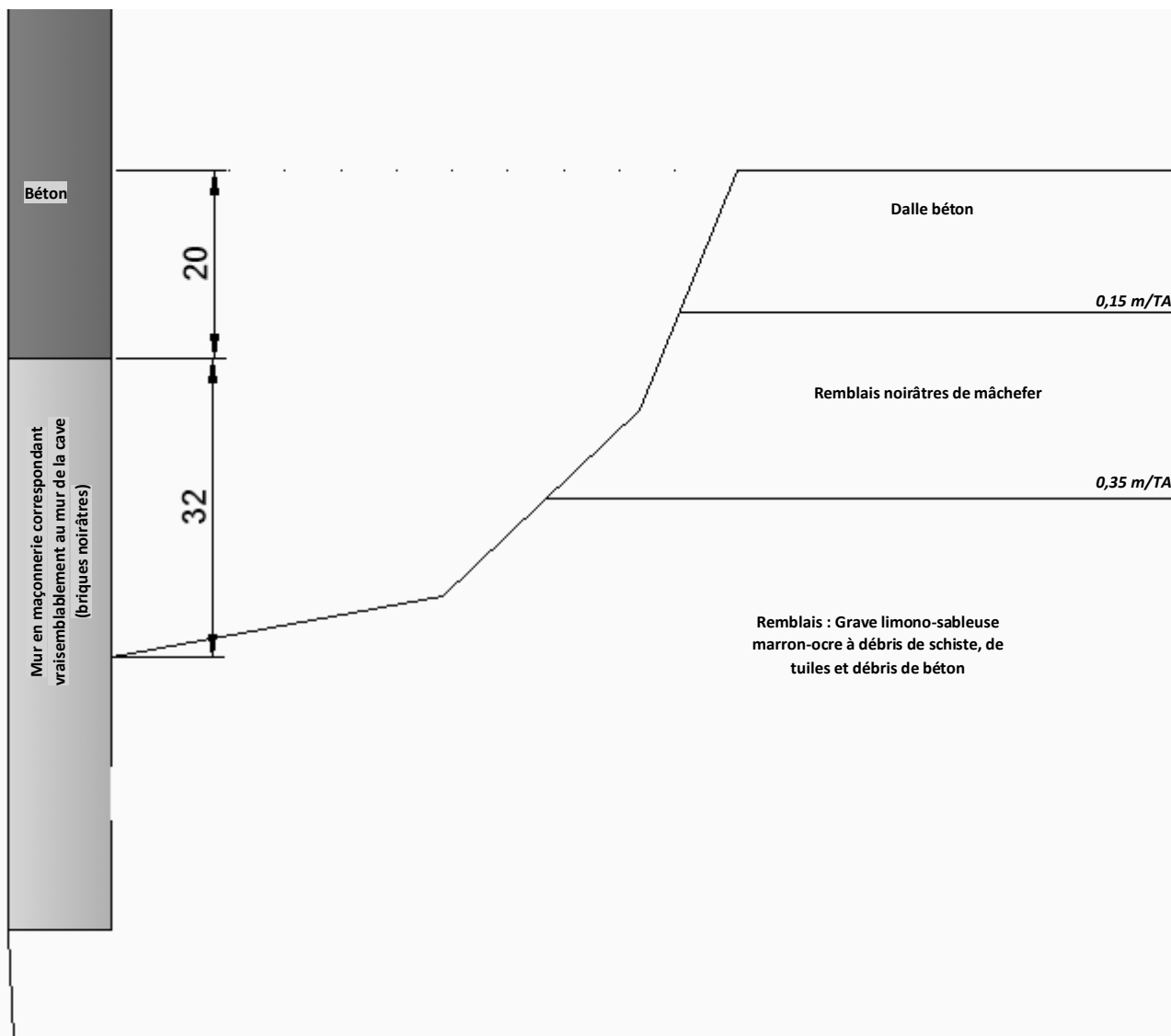
Coupe de la fouille de reconnaissance R2 (cotes en cm)



Photographie de la fouille de reconnaissance R2

## RELEVÉ DES FOUILLES DE RECONNAISSANCE DES FONDATIONS

### R3



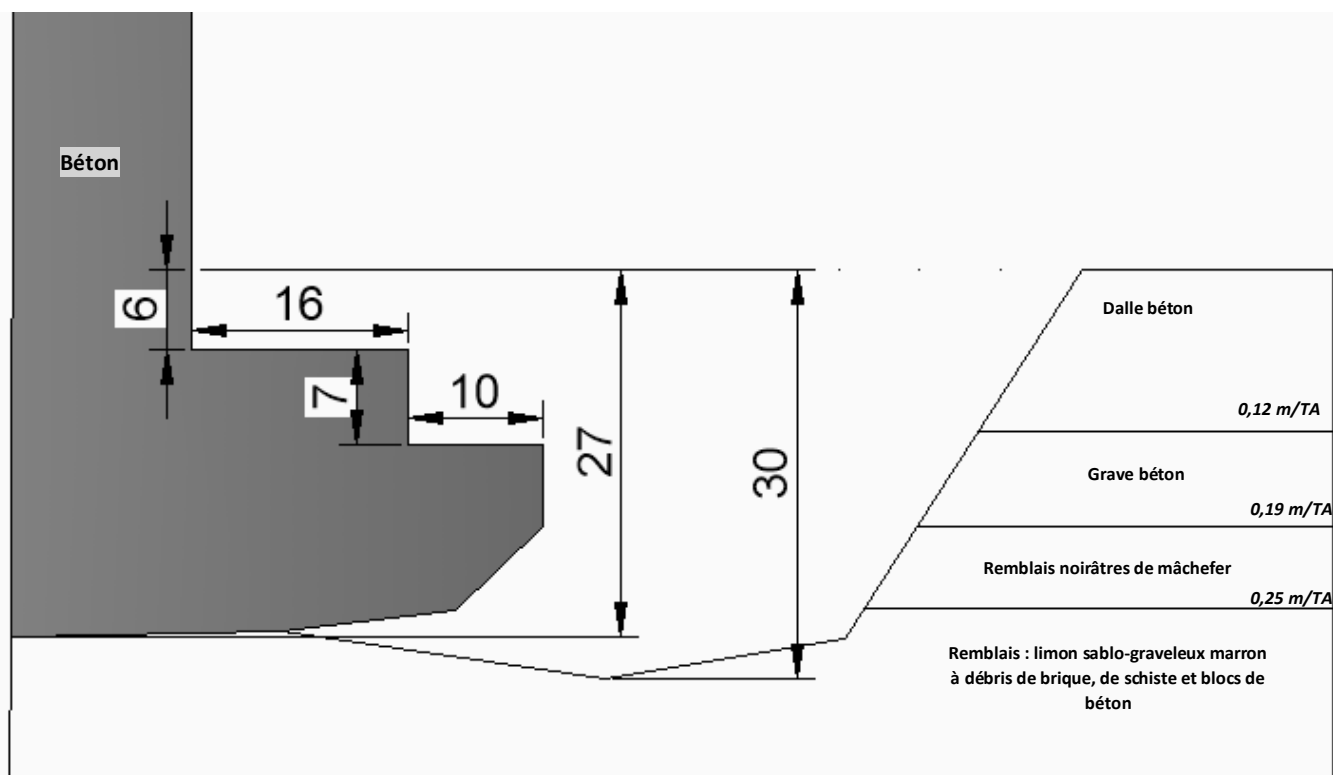
Coupe de la fouille de reconnaissance R3 (cotes en cm)



Photographie de la fouille de reconnaissance R3

## RELEVÉ DES FOUILLES DE RECONNAISSANCE DES FONDATIONS

### R4



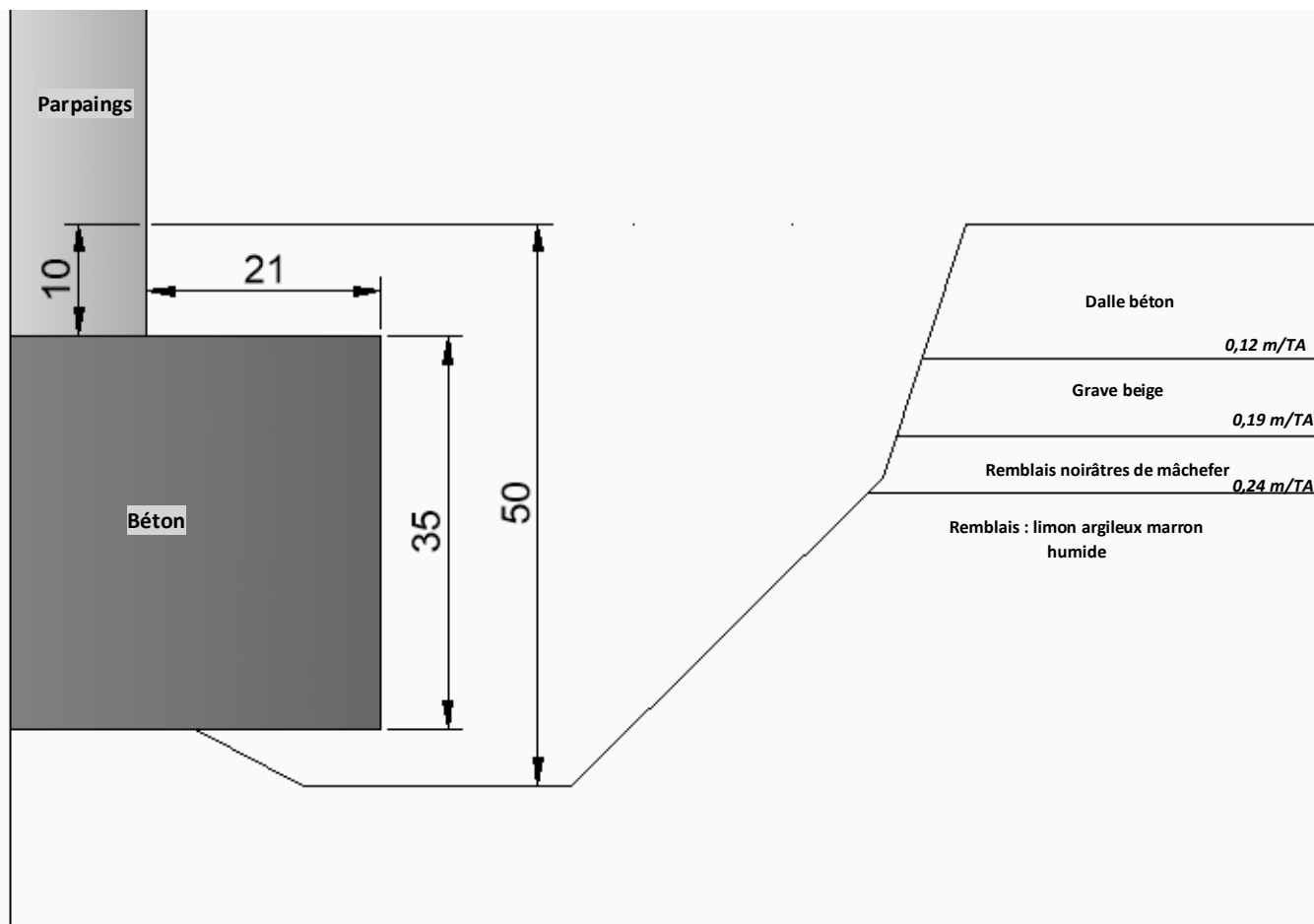
Coupe de la fouille de reconnaissance R4 (cotes en cm)



Photographie de la fouille de reconnaissance R4

## RELEVÉ DES FOUILLES DE RECONNAISSANCE DES FONDATIONS

### R5

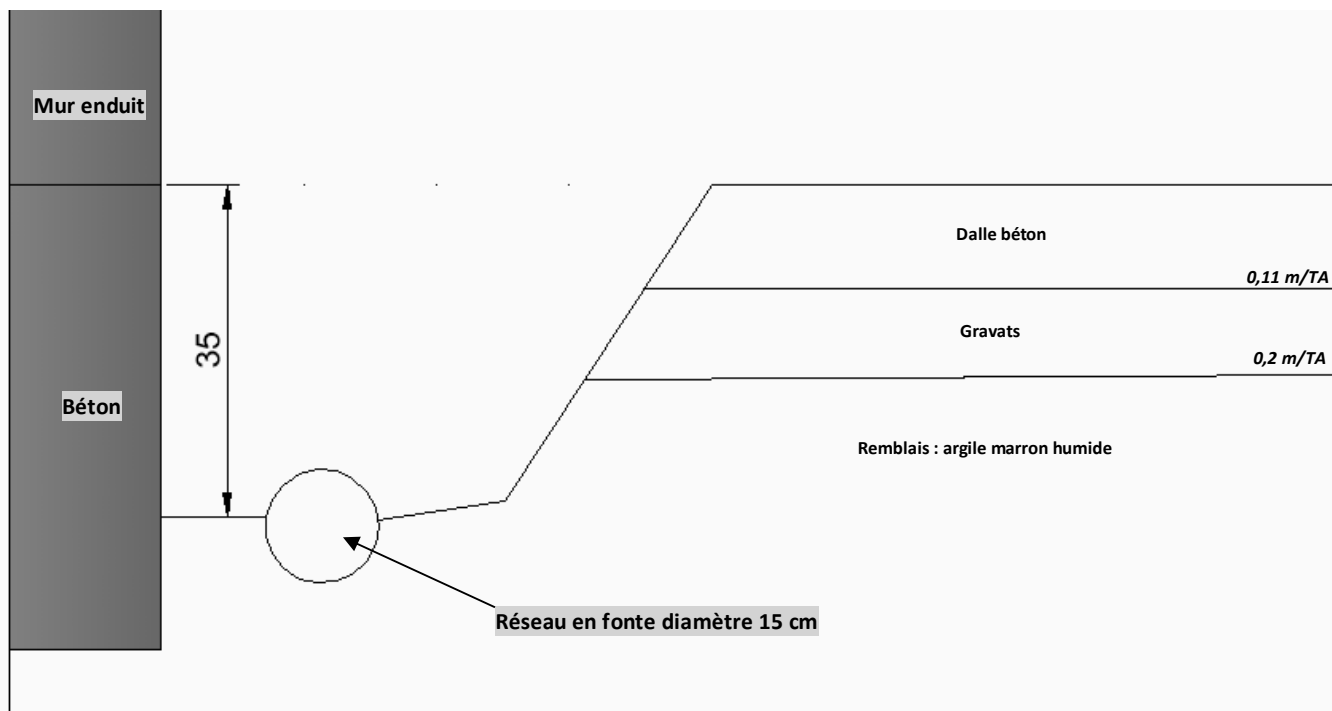


Coupe de la fouille de reconnaissance R5 (cotes en cm)



Photographie de la fouille de reconnaissance R5

## RELEVÉ DES FOUILLES DE RECONNAISSANCE DES FONDATIONS R6

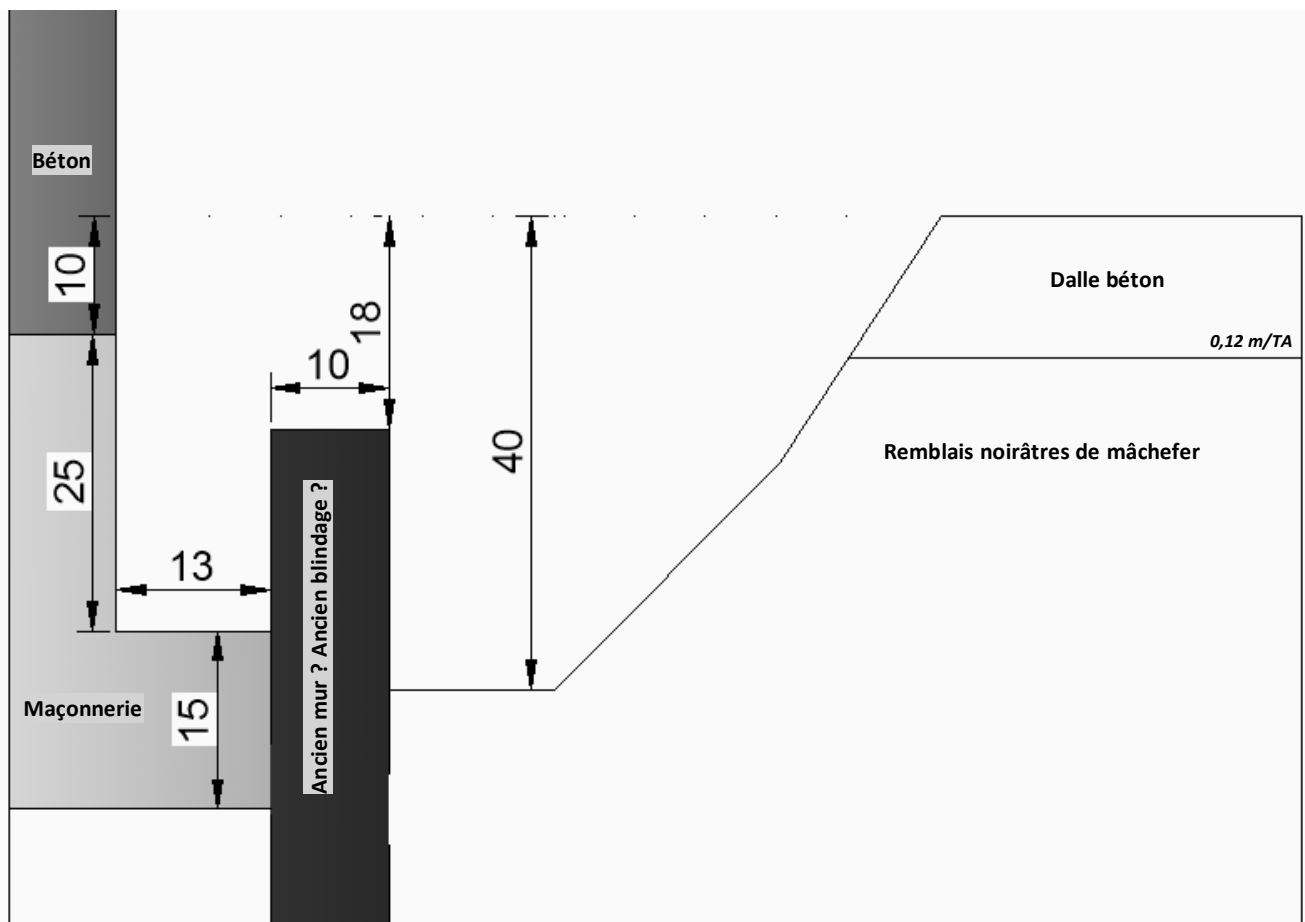


Coupe de la fouille de reconnaissance R6 (cotes en cm)



Photographie de la fouille de reconnaissance R6

**RELEVÉ DES FOUILLES DE RECONNAISSANCE DES FONDATIONS**  
R7



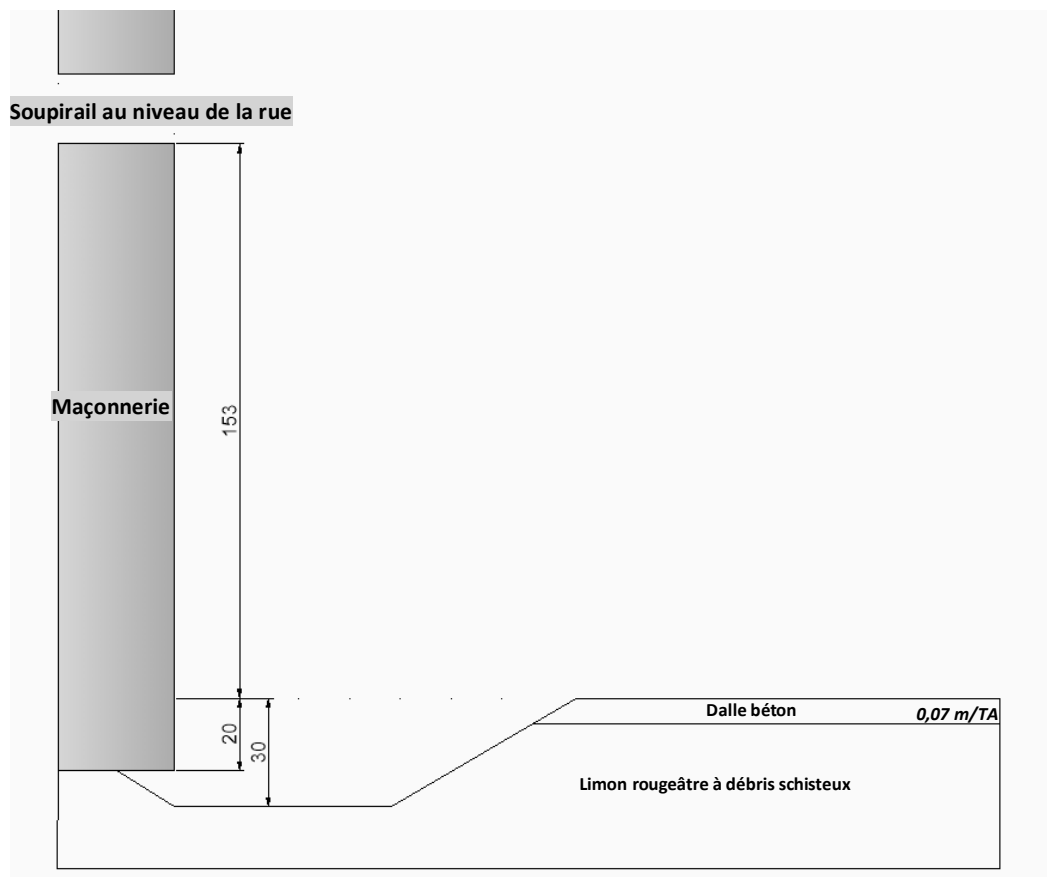
Coupe de la fouille de reconnaissance R7 (cotes en cm)



Photographie de la fouille de reconnaissance R7

## RELEVÉ DES FOUILLES DE RECONNAISSANCE DES FONDATIONS

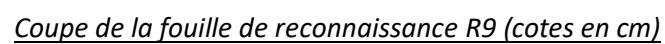
R8



Coupe de la fouille de reconnaissance R8 (cotes en cm)



*Photographie de la fouille de reconnaissance R8*





Photographie de la fouille de reconnaissance R9

## CLASSIFICATION DES MATERIAUX UTILISABLES DANS LA CONSTRUCTION DES REMBLAIS ET DES COUCHES DE FORME D'INFRASTRUCTURES ROUTIERES NF P 11-300

GINGER CEBTP REIMS  
27 A RUE DES BLANCS MONTS  
51350 CORMONTREUIL

### Informations générales

N° dossier :	<b>NRE2.N077.0001</b>	Client / MO :	<b>HABITAT 08</b>
Désignation :	CHARLEVILLE MEZIERES - G2AVP - CONSTRUCT08000	Demandeur / MOE :	<b>HABITAT 08</b>
Localité :	CHARLEVILLE MEZIERES		
Chargé d'affaire :	Lisa LEGENTIL		

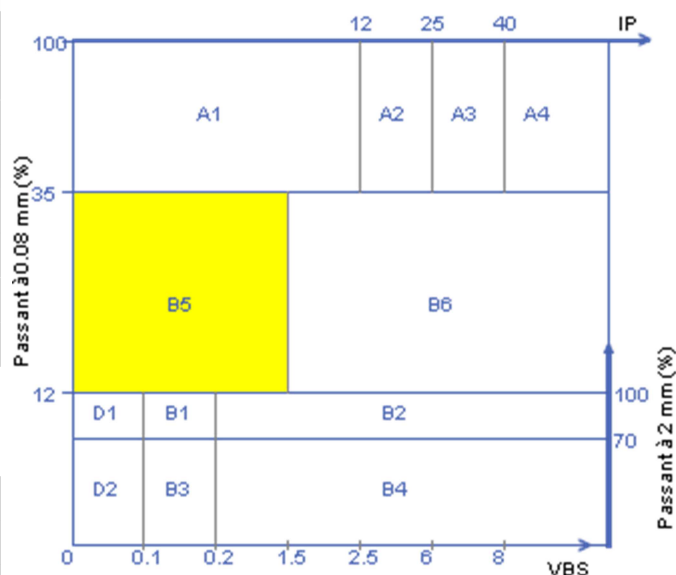
### Informations sur l'échantillon N° 23NRE-0486

Mode de prélèvement :	Reconnaissance de fondation	Sondage :	R1
Prélevé par :	Lisa LEGENTIL	Profondeur :	0.40/0.45 m
Date prélèvement :	21/04/23		
Mode de conservation :	Ech. prélevé en sac		
Date de livraison :	21/04/23		
Description :	Grave sableuse marron		

### Paramètres de nature

Désignation de l'essai	Norme	Résultats	Unité
Dmax	ME selon NFP94-056	33	mm
Passant à 50 mm	ME selon NFP94-056	100.0	%
Passant à 2 mm (fraction 0/50 mm)	ME selon NFP94-056	35.4	%
Passant à 80 µm (fraction 0/50 mm)	ME selon NFP94-056	12.9	%
Passant à 2 µm	ME selon NFP94-057		%
Limite de liquidité - WL	ME selon NFP94-051		%
Limite de plasticité - WP	ME selon NFP94-051		%
Indice de plasticité - IP	WL - WP		
VBS	NF P94-068	0.30	g de bleu pour 100 g

### CLASSIFICATION NF P 11-300: **B5**

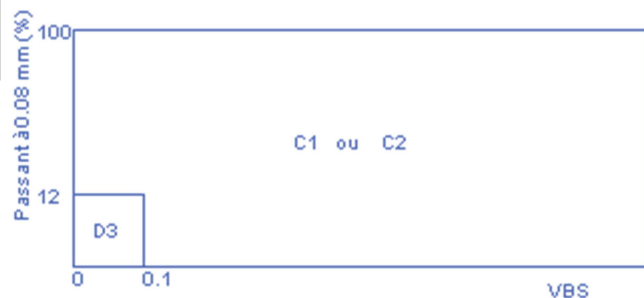


### Paramètres d'état hydrique

Désignation de l'essai	Norme	Résultats	Unité
Teneur en eau naturelle - w	NF EN ISO 17892-1	13.9	%
Indice Portant immédiat - IPI	NF P94-078		
Indice de Consistance - Ic	( WL - Wn ) / IP		
Wn / W OPN	NF P94-093		

### Pour information:

Teneur en eau Optimale W OPN (%) :	
Masse volumique sèche Optimale ρ OPN (Mg/m3) :	



### Observations:

Le Responsable du Laboratoire  
Grégory GRISOT

## CLASSIFICATION DES MATERIAUX UTILISABLES DANS LA CONSTRUCTION DES REMBLAIS ET DES COUCHES DE FORME D'INFRASTRUCTURES ROUTIERES NF P 11-300

GINGER CEBTP REIMS  
27 A RUE DES BLANCS MONTES  
51350 CORMONTREUIL

### Informations générales

N° dossier :	<b>NRE2.N077.0001</b>	Client / MO :	<b>HABITAT 08</b>
Désignation :	CHARLEVILLE MEZIERES - G2AVP - CONSTRUCT08000	Demandeur / MOE :	<b>HABITAT 08</b>
Localité :	CHARLEVILLE MEZIERES		
Chargé d'affaire :	Lisa LEGENTIL		

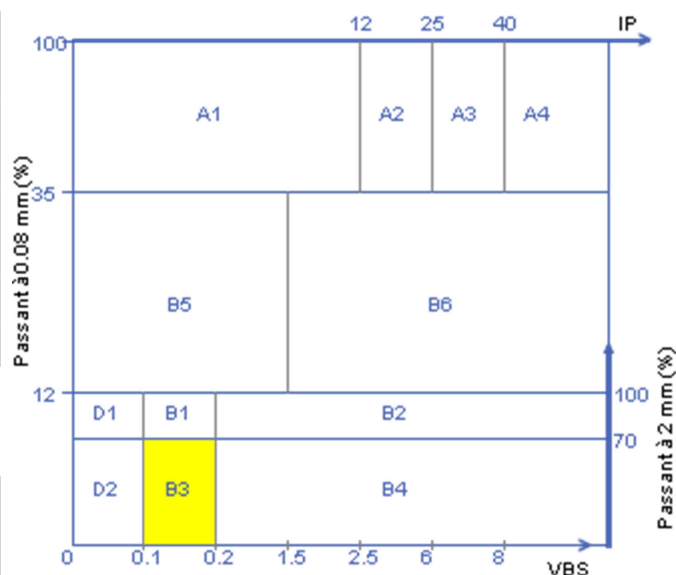
### Informations sur l'échantillon N° 23NRE-0487

Mode de prélèvement :	Reconnaissance de fondation	Sondage :	R4
Prélevé par :	Lisa LEGENTIL	Profondeur :	( )
Date prélèvement :	21/04/23		
Mode de conservation :	Ech. prélevé en sac		
Date de livraison :	21/04/23		
Description :	Grave sableuse marron		

### Paramètres de nature

Désignation de l'essai	Norme	Résultats	Unité
Dmax	ME selon NFP94-056	33	mm
Passant à 50 mm	ME selon NFP94-056	100.0	%
Passant à 2 mm (fraction 0/50 mm)	ME selon NFP94-056	32.1	%
Passant à 80 µm (fraction 0/50 mm)	ME selon NFP94-056	7.4	%
Passant à 2 µm	ME selon NFP94-057		%
Limite de liquidité - WL	ME selon NFP94-051		%
Limite de plasticité - WP	ME selon NFP94-051		%
Indice de plasticité - IP	WL - WP		
VBS	NF P94-068	0.17	g de bleu pour 100 g

### CLASSIFICATION NF P 11-300: **B3**

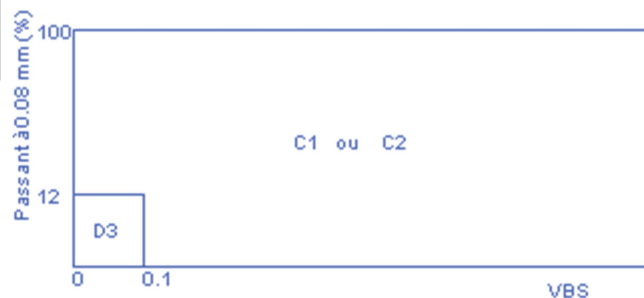


### Paramètres d'état hydrique

Désignation de l'essai	Norme	Résultats	Unité
Teneur en eau naturelle - w	NF EN ISO 17892-1	8.4	%
Indice Portant immédiat - IPI	NF P94-078		
Indice de Consistance - Ic	( WL - Wn ) / IP		
Wn / W OPN	NF P94-093		

### Pour information:

Teneur en eau Optimale W OPN (%) :	
Masse volumique sèche Optimale ρ OPN (Mg/m3) :	



Le Responsable du Laboratoire  
Grégory GRISOT

### Observations:

## ***ANNEXE 4 – NOTES DE CALCUL : DIMENSIONNEMENT DES FONDACTIONS PROFONDES DU BATIMENT***

### **ANNEXE 4.1 – MICROPIEUX DE LA ZONE S1**

### **ANNEXE 4.2 – MICROPIEUX DE LA ZONE S2**

### **ANNEXE 4.3 – MICROPIEUX DE LA ZONE S3**

## **ANNEXE 4.1 – MICROPIEUX DE LA ZONE S1**

# Données

Titre du projet : Verif micropieux charleville Rue JB Clément

Numéro d'affaire : NRE1.N.026

Commentaires : N/A

Titre du calcul : Dimensionnement appui n°4 micropieux (pieu n°1)

Cadre réglementaire : EC 7 - Norme NF P94-262/A1 (juillet 2018)

Méthode de dimensionnement : A partir des résultats pressiométriques

Traitement des données : Traitement par couches

Pas du calcul (m) : 0,10

Section de calcul : Section de calcul circulaire

Diamètre de calcul (m) : 0,25

Classe du pieu : 1 - Pieu/micropieu foré

Catégorie du pieu : 18 [M2] - Micropieu type II

Mode de chargement : Travail en compression

## Combinaisons

	ELS-QP	ELS-CARAC	ELU-FOND	ELU-ACC
Pondérations combinées sur Qs,k	0,636	0,778	0,909	1,000
Pondérations combinées sur Qp,k	0,000	0,000	0,000	0,000

Cote de référence (m) : 0,00

## Définition des couches de sol

N°	Nom	Couleur	Classe de sol	Zbase	pl*	qsl	kpmax	γR,d1*γR,d2
1	Couche 1		Argile, limons	-1,50	300,00	0,01	0,01	1,265
2	Couche 3		Argile, limons	-30,00	2500,00	52,24	0,01	1,265

Critère de calcul : Longueur imposée

Longueur du pieu (m) : 15,50

Appliquer un facteur réducteur d'effet de groupe : Non

Contrôle de la résistance structurale de la section : Non

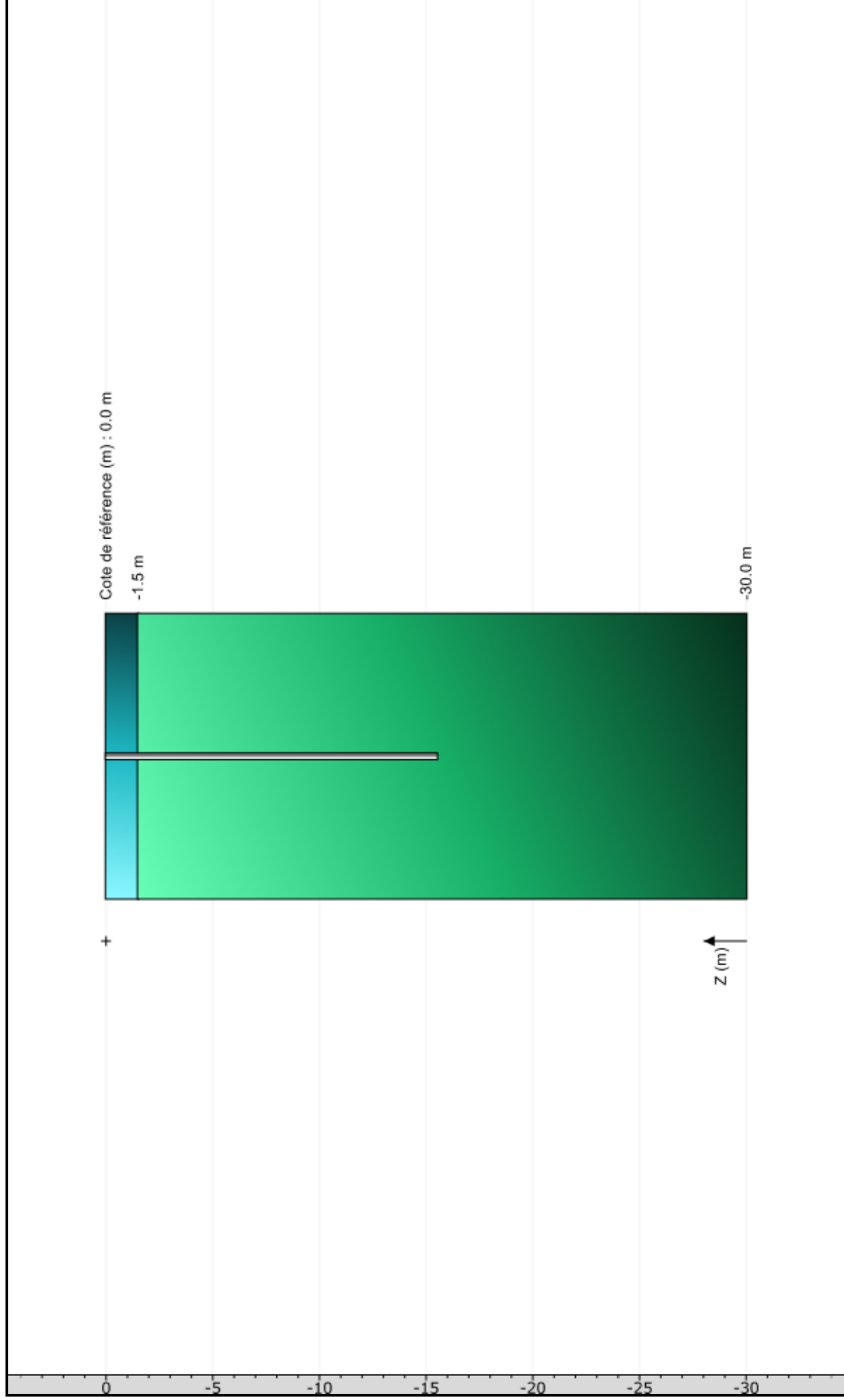


FoXta v4  
v4.1.12

Imprimé le : 29/08/2023 - 11:17:17  
Calcul réalisé par : GINGER CEBTP

Projet : verif micropieux vrai modele S1  
Module : Fondprof (Pieu 1/6)  
Titre du calcul : Dimensionnement appui n°4 micropieux

# Onglet "Calcul"



File : C:\Users\L34A2~1.LEG\AppData\Local\Temp\Terrasol\FoXta v4\15972\FP.16.resu

Calcul réalisé le : 29/08/2023 à 11h16  
par : GINGER CEBTP

## Options du calcul :

- calcul basé sur des paramètres issus du pressiomètre de Ménard
- calcul selon les règles de la norme NF P 94 262
- profil de pression limite pl\* défini par couche
- pour pieu de catégorie : 18
- pour pieu travaillant en compression

Combinaisons	ELS-QP	ELS-CARA	ELU-FOND	ELU-ACC
Frottement	0.636	0.778	0.909	1.000
Pointe	0.000	0.000	0.000	0.000

Cote de référence : 0.000

Section du pieu : 0.049  
Périmètre : 0.785

## Caractéristiques des couches (données utilisateur)

couche	base	pl*	qsl	kpmin	kpmax	gamrd
01	-1.50	300.0	0.01	1.00	0.01	1.26
02	-30.00	2500.0	52.24	1.00	0.01	1.26

Pas du calcul : 0.10

\*\*\*\*\*  
 \*\*\*SOLUTION\*\*\*  
 \*\*\*\*\*

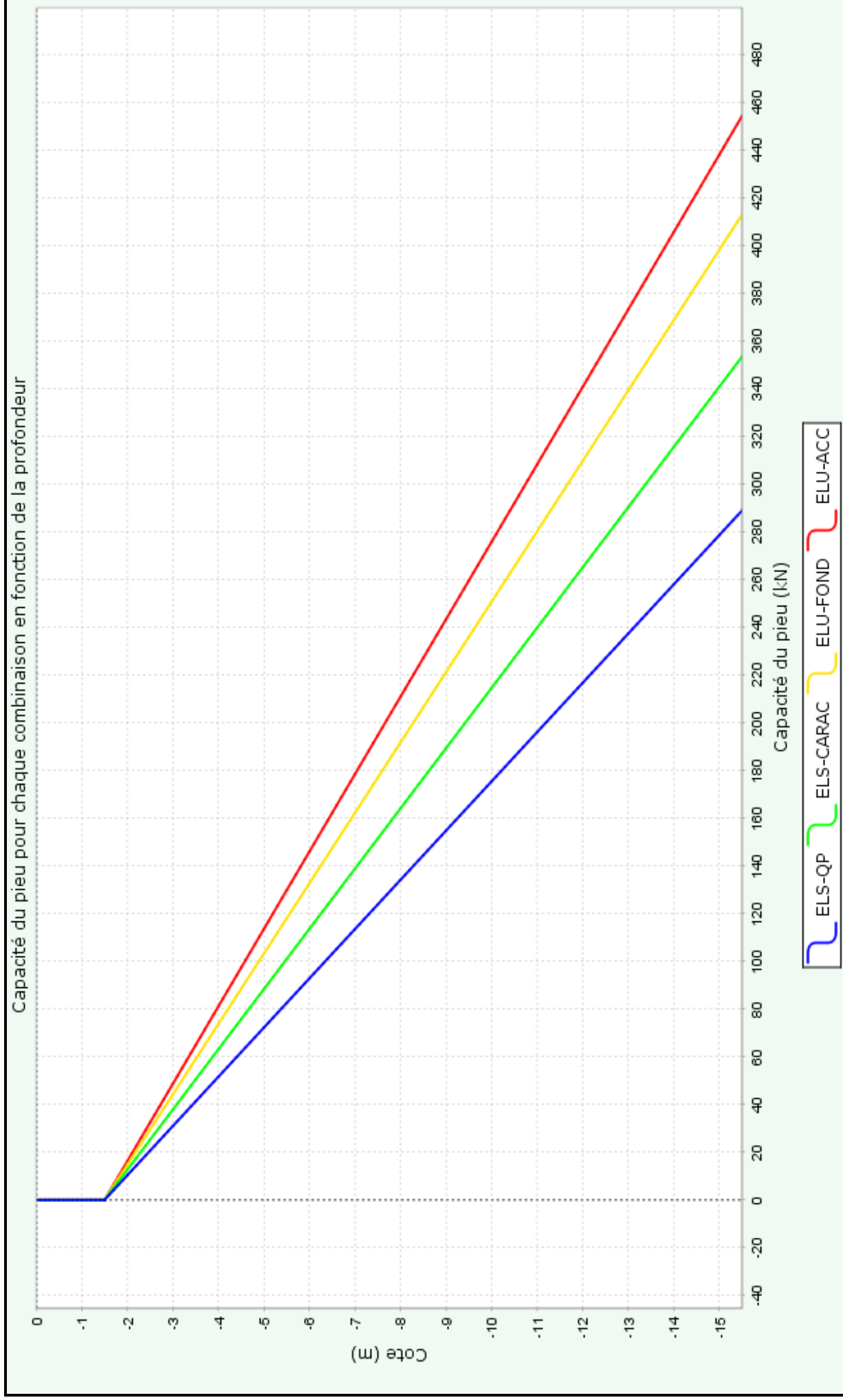
Calcul à longueur imposée : L = 15.50

couche	cote	qsl	ple	kp	Qs	Qp	ELS-QP	ELS-CARA	ELU-FOND	ELU-ACC
01	0.00	0.01	300.0	0.010	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
01	-0.10	0.01	437.5	0.010	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0
01	-0.20	0.01	558.8	0.010	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0
01	-0.30	0.01	666.7	0.010	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0
01	-0.40	0.01	763.2	0.010	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0
01	-0.50	0.01	850.0	0.010	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0
01	-0.60	0.01	960.0	0.010	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0
01	-0.70	0.01	1070.0	0.010	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0
01	-0.80	0.01	1180.0	0.010	0.0	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0
01	-0.90	0.01	1290.0	0.010	0.0	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0
01	-1.00	0.01	1400.0	0.010	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0
01	-1.10	0.01	1510.0	0.010	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0
01	-1.20	0.01	1620.0	0.010	0.0	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0
01	-1.30	0.01	1730.0	0.010	0.0	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0
01	-1.40	0.01	1840.0	0.010	0.0	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0
01	-1.50	0.01	1950.0	0.010	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
01	-1.50	0.01	1950.0	0.010	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
02	-1.50	52.24	2500.0	0.010	0.0	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0
02	-1.60	52.24	2500.0	0.010	4.1	1.2	2.1	2.5	3.0	3.3
02	-1.70	52.24	2500.0	0.010	8.2	1.2	4.1	5.1	5.9	6.5
02	-1.80	52.24	2500.0	0.010	12.3	1.2	6.2	7.6	8.9	9.7
02	-1.90	52.24	2500.0	0.010	16.4	1.2	8.3	10.1	11.8	13.0
02	-2.00	52.24	2500.0	0.010	20.5	1.2	10.3	12.6	14.7	16.2

02	-2.10	52.24	2500.0	0.010	24.6	1.2	12.4	15.1	17.7	19.5
02	-2.20	52.24	2500.0	0.010	28.7	1.2	14.4	17.7	20.6	22.7
02	-2.30	52.24	2500.0	0.010	32.8	1.2	16.5	20.2	23.6	26.0
02	-2.40	52.24	2500.0	0.010	36.9	1.2	18.6	22.7	26.5	29.2
02	-2.50	52.24	2500.0	0.010	41.0	1.2	20.6	25.2	29.5	32.4
02	-2.60	52.24	2500.0	0.010	45.1	1.2	22.7	27.8	32.4	35.7
02	-2.70	52.24	2500.0	0.010	49.2	1.2	24.8	30.3	35.4	38.9
02	-2.80	52.24	2500.0	0.010	53.3	1.2	26.8	32.8	38.3	42.2
02	-2.90	52.24	2500.0	0.010	57.5	1.2	28.9	35.3	41.3	45.4
02	-3.00	52.24	2500.0	0.010	61.6	1.2	30.9	37.9	44.2	48.7
02	-3.10	52.24	2500.0	0.010	65.7	1.2	33.0	40.4	47.2	51.9
02	-3.20	52.24	2500.0	0.010	69.8	1.2	35.1	42.9	50.1	55.1
02	-3.30	52.24	2500.0	0.010	73.9	1.2	37.1	45.4	53.1	58.4
02	-3.40	52.24	2500.0	0.010	78.0	1.2	39.2	48.0	56.0	61.6
02	-3.50	52.24	2500.0	0.010	82.1	1.2	41.3	50.5	59.0	64.9
02	-3.60	52.24	2500.0	0.010	86.2	1.2	43.3	53.0	61.9	68.1
02	-3.70	52.24	2500.0	0.010	90.3	1.2	45.4	55.5	64.9	71.4
02	-3.80	52.24	2500.0	0.010	94.4	1.2	47.5	58.0	67.8	74.6
02	-3.90	52.24	2500.0	0.010	98.5	1.2	49.5	60.6	70.8	77.9
02	-4.00	52.24	2500.0	0.010	102.6	1.2	51.6	63.1	73.7	81.1
02	-4.10	52.24	2500.0	0.010	106.7	1.2	53.6	65.6	76.7	84.3
02	-4.20	52.24	2500.0	0.010	110.8	1.2	55.7	68.1	79.6	87.6
02	-4.30	52.24	2500.0	0.010	114.9	1.2	57.8	70.7	82.6	90.8
02	-4.40	52.24	2500.0	0.010	119.0	1.2	59.8	73.2	85.5	94.1
02	-4.50	52.24	2500.0	0.010	123.1	1.2	61.9	75.7	88.5	97.3
02	-4.60	52.24	2500.0	0.010	127.2	1.2	64.0	78.2	91.4	100.6
02	-4.70	52.24	2500.0	0.010	131.3	1.2	66.0	80.8	94.4	103.8
02	-4.80	52.24	2500.0	0.010	135.4	1.2	68.1	83.3	97.3	107.0
02	-4.90	52.24	2500.0	0.010	139.5	1.2	70.1	85.8	100.2	110.3
02	-5.00	52.24	2500.0	0.010	143.6	1.2	72.2	88.3	103.2	113.5
02	-5.10	52.24	2500.0	0.010	147.7	1.2	74.3	90.8	106.1	116.8
02	-5.20	52.24	2500.0	0.010	151.8	1.2	76.3	93.4	109.1	120.0
02	-5.30	52.24	2500.0	0.010	155.9	1.2	78.4	95.9	112.0	123.3
02	-5.40	52.24	2500.0	0.010	160.0	1.2	80.5	98.4	115.0	126.5
02	-5.50	52.24	2500.0	0.010	164.1	1.2	82.5	100.9	117.9	129.7
02	-5.60	52.24	2500.0	0.010	168.2	1.2	84.6	103.5	120.9	133.0
02	-5.70	52.24	2500.0	0.010	172.3	1.2	86.6	106.0	123.8	136.2
02	-5.80	52.24	2500.0	0.010	176.4	1.2	88.7	108.5	126.8	139.5
02	-5.90	52.24	2500.0	0.010	180.5	1.2	90.8	111.0	129.7	142.7
02	-6.00	52.24	2500.0	0.010	184.6	1.2	92.8	113.6	132.7	146.0
02	-6.10	52.24	2500.0	0.010	188.7	1.2	94.9	116.1	135.6	149.2
02	-6.20	52.24	2500.0	0.010	192.8	1.2	97.0	118.6	138.6	152.4
02	-6.30	52.24	2500.0	0.010	197.0	1.2	99.0	121.1	141.5	155.7
02	-6.40	52.24	2500.0	0.010	201.1	1.2	101.1	123.7	144.5	158.9
02	-6.50	52.24	2500.0	0.010	205.2	1.2	103.1	126.2	147.4	162.2
02	-6.60	52.24	2500.0	0.010	209.3	1.2	105.2	128.7	150.4	165.4
02	-6.70	52.24	2500.0	0.010	213.4	1.2	107.3	131.2	153.3	168.7
02	-6.80	52.24	2500.0	0.010	217.5	1.2	109.3	133.7	156.3	171.9
02	-6.90	52.24	2500.0	0.010	221.6	1.2	111.4	136.3	159.2	175.2
02	-7.00	52.24	2500.0	0.010	225.7	1.2	113.5	138.8	162.2	178.4
02	-7.10	52.24	2500.0	0.010	229.8	1.2	115.5	141.3	165.1	181.6
02	-7.20	52.24	2500.0	0.010	233.9	1.2	117.6	143.8	168.1	184.9
02	-7.30	52.24	2500.0	0.010	238.0	1.2	119.6	146.4	171.0	188.1
02	-7.40	52.24	2500.0	0.010	242.1	1.2	121.7	148.9	174.0	191.4
02	-7.50	52.24	2500.0	0.010	246.2	1.2	123.8	151.4	176.9	194.6
02	-7.60	52.24	2500.0	0.010	250.3	1.2	125.8	153.9	179.9	197.9
02	-7.70	52.24	2500.0	0.010	254.4	1.2	127.9	156.5	182.8	201.1
02	-7.80	52.24	2500.0	0.010	258.5	1.2	130.0	159.0	185.7	204.3
02	-7.90	52.24	2500.0	0.010	262.6	1.2	132.0	161.5	188.7	207.6
02	-8.00	52.24	2500.0	0.010	266.7	1.2	134.1	164.0	191.6	210.8
02	-8.10	52.24	2500.0	0.010	270.8	1.2	136.2	166.6	194.6	214.1
02	-8.20	52.24	2500.0	0.010	274.9	1.2	138.2	169.1	197.5	217.3
02	-8.30	52.24	2500.0	0.010	279.0	1.2	140.3	171.6	200.5	220.6
02	-8.40	52.24	2500.0	0.010	283.1	1.2	142.3	174.1	203.4	223.8
02	-8.50	52.24	2500.0	0.010	287.2	1.2	144.4	176.6	206.4	227.0
02	-8.60	52.24	2500.0	0.010	291.3	1.2	146.5	179.2	209.3	230.3
02	-8.70	52.24	2500.0	0.010	295.4	1.2	148.5	181.7	212.3	233.5
02	-8.80	52.24	2500.0	0.010	299.5	1.2	150.6	184.2	215.2	236.8
02	-8.90	52.24	2500.0	0.010	303.6	1.2	152.7	186.7	218.2	240.0
02	-9.00	52.24	2500.0	0.010	307.7	1.2	154.7	189.3	221.1	243.3
02	-9.10	52.24	2500.0	0.010	311.8	1.2	156.8	191.8	224.1	246.5
02	-9.20	52.24	2500.0	0.010	315.9	1.2	158.8	194.3	227.0	249.8
02	-9.30	52.24	2500.0	0.010	320.0	1.2	160.9	196.8	230.0	253.0
02	-9.40	52.24	2500.0	0.010	324.1	1.2	163.0	199.4	232.9	256.2
02	-9.50	52.24	2500.0	0.010	328.2	1.2	165.0	201.9	235.9	259.5
02	-9.60	52.24	2500.0	0.010	332.3	1.2	167.1	204.4	238.8	262.7
02	-9.70	52.24	2500.0	0.010	336.5	1.2	169.2	206.9	241.8	266.0
02	-9.80	52.24	2500.0	0.010	340.6	1.2	171.2	209.4	244.7	269.2
02	-9.90	52.24	2500.0	0.010	344.7	1.2	173.3	212.0	247.7	272.5
02	-10.00	52.24	2500.0	0.010	348.8	1.2	175.3	214.5	250.6	275.7
02	-10.10	52.24	2500.0	0.010	352.9	1.2	177.4	217.0	253.6	278.9
02	-10.20	52.24	2500.0	0.010	357.0	1.2	179.5	219.5	256.5	282.2
02	-10.30	52.24	2500.0	0.010	361.1	1.2	181.5	222.1	259.5	285.4
02	-10.40	52.24	2500.0	0.010	365.2	1.2	183.6	224.6	262.4	288.7
02	-10.50	52.24	2500.0	0.010	369.3	1.2	185.7	227.1	265.4	291.9
02	-10.60	52.24	2500.0	0.010	373.4	1.2	187.7	229.6	268.3	295.2

02	-10.70	52.24	2500.0	0.010	377.5	1.2	189.8	232.2	271.2	298.4
02	-10.80	52.24	2500.0	0.010	381.6	1.2	191.8	234.7	274.2	301.6
02	-10.90	52.24	2500.0	0.010	385.7	1.2	193.9	237.2	277.1	304.9
02	-11.00	52.24	2500.0	0.010	389.8	1.2	196.0	239.7	280.1	308.1
02	-11.10	52.24	2500.0	0.010	393.9	1.2	198.0	242.3	283.0	311.4
02	-11.20	52.24	2500.0	0.010	398.0	1.2	200.1	244.8	286.0	314.6
02	-11.30	52.24	2500.0	0.010	402.1	1.2	202.2	247.3	288.9	317.9
02	-11.40	52.24	2500.0	0.010	406.2	1.2	204.2	249.8	291.9	321.1
02	-11.50	52.24	2500.0	0.010	410.3	1.2	206.3	252.3	294.8	324.4
02	-11.60	52.24	2500.0	0.010	414.4	1.2	208.3	254.9	297.8	327.6
02	-11.70	52.24	2500.0	0.010	418.5	1.2	210.4	257.4	300.7	330.8
02	-11.80	52.24	2500.0	0.010	422.6	1.2	212.5	259.9	303.7	334.1
02	-11.90	52.24	2500.0	0.010	426.7	1.2	214.5	262.4	306.6	337.3
02	-12.00	52.24	2500.0	0.010	430.8	1.2	216.6	265.0	309.6	340.6
02	-12.10	52.24	2500.0	0.010	434.9	1.2	218.7	267.5	312.5	343.8
02	-12.20	52.24	2500.0	0.010	439.0	1.2	220.7	270.0	315.5	347.1
02	-12.30	52.24	2500.0	0.010	443.1	1.2	222.8	272.5	318.4	350.3
02	-12.40	52.24	2500.0	0.010	447.2	1.2	224.9	275.1	321.4	353.5
02	-12.50	52.24	2500.0	0.010	451.3	1.2	226.9	277.6	324.3	356.8
02	-12.60	52.24	2500.0	0.010	455.4	1.2	229.0	280.1	327.3	360.0
02	-12.70	52.24	2500.0	0.010	459.5	1.2	231.0	282.6	330.2	363.3
02	-12.80	52.24	2500.0	0.010	463.6	1.2	233.1	285.1	333.2	366.5
02	-12.90	52.24	2500.0	0.010	467.7	1.2	235.2	287.7	336.1	369.8
02	-13.00	52.24	2500.0	0.010	471.8	1.2	237.2	290.2	339.1	373.0
02	-13.10	52.24	2500.0	0.010	476.0	1.2	239.3	292.7	342.0	376.2
02	-13.20	52.24	2500.0	0.010	480.1	1.2	241.4	295.2	345.0	379.5
02	-13.30	52.24	2500.0	0.010	484.2	1.2	243.4	297.8	347.9	382.7
02	-13.40	52.24	2500.0	0.010	488.3	1.2	245.5	300.3	350.9	386.0
02	-13.50	52.24	2500.0	0.010	492.4	1.2	247.5	302.8	353.8	389.2
02	-13.60	52.24	2500.0	0.010	496.5	1.2	249.6	305.3	356.7	392.5
02	-13.70	52.24	2500.0	0.010	500.6	1.2	251.7	307.9	359.7	395.7
02	-13.80	52.24	2500.0	0.010	504.7	1.2	253.7	310.4	362.6	398.9
02	-13.90	52.24	2500.0	0.010	508.8	1.2	255.8	312.9	365.6	402.2
02	-14.00	52.24	2500.0	0.010	512.9	1.2	257.9	315.4	368.5	405.4
02	-14.10	52.24	2500.0	0.010	517.0	1.2	259.9	318.0	371.5	408.7
02	-14.20	52.24	2500.0	0.010	521.1	1.2	262.0	320.5	374.4	411.9
02	-14.30	52.24	2500.0	0.010	525.2	1.2	264.0	323.0	377.4	415.2
02	-14.40	52.24	2500.0	0.010	529.3	1.2	266.1	325.5	380.3	418.4
02	-14.50	52.24	2500.0	0.010	533.4	1.2	268.2	328.0	383.3	421.7
02	-14.60	52.24	2500.0	0.010	537.5	1.2	270.2	330.6	386.2	424.9
02	-14.70	52.24	2500.0	0.010	541.6	1.2	272.3	333.1	389.2	428.1
02	-14.80	52.24	2500.0	0.010	545.7	1.2	274.4	335.6	392.1	431.4
02	-14.90	52.24	2500.0	0.010	549.8	1.2	276.4	338.1	395.1	434.6
02	-15.00	52.24	2500.0	0.010	553.9	1.2	278.5	340.7	398.0	437.9
02	-15.10	52.24	2500.0	0.010	558.0	1.2	280.5	343.2	401.0	441.1
02	-15.20	52.24	2500.0	0.010	562.1	1.2	282.6	345.7	403.9	444.4
02	-15.30	52.24	2500.0	0.010	566.2	1.2	284.7	348.2	406.9	447.6
02	-15.40	52.24	2500.0	0.010	570.3	1.2	286.7	350.8	409.8	450.8
02	-15.50	52.24	2500.0	0.010	574.4	1.2	288.8	353.3	412.8	454.1
02	-15.50	52.24	2500.0	0.010	574.4	1.2	288.8	353.3	412.8	454.1

# Capacité du pieu pour chaque combinaison en fonction de la profondeur



# Données

## Paramètres principaux

Titre du projet : Verif micropieux charleville Rue JB Clément

Numéro d'affaire : NRE1.N.026

Commentaires : N/A

Titre du calcul : Estimation tassement micropieu appui 4 ELS cara (pieu n°2)

Type de calcul : Pieu isolé

Cote de référence (m) : 0,00

### Définition des couches de sol

N°	Nom	Couleur	Zbase	n
1	Couche 1 Remblais		-1,50	15
2	Couche 3 Schistes altérés		-15,50	140

Mode de mise en oeuvre du pieu : sans refoulement

Type de section du pieu : circulaire

Inclinaison du pieu (°) : 0,0

### Définition du pieu dans chaque couche

Nom	Zbase	Epieu	D
Couche 1 Remblais	-1,50	1,00E07	0,25
Couche 3 Schistes altérés	-15,50	1,00E07	0,25

Type de loi de mobilisation : A partir des valeurs pressiométriques (Loi de Frank & Zhao)

### Définition du frottement dans le sol

Nom	Z	EM	qsl	Type de sol
Couche 1 Remblais	-1,50	3,00E03	0,01	Sol fin
Couche 3 Schistes altérés	-15,50	3,00E04	52,20	Sol fin

Contrainte limite en pointe (kPa) : 2875,0

Type de loi : Sol granulaire

### Chargement

Charge en tête (kN) : 292,5

### Paramètres avancés

Tolérance (m) : 1,00E-04

Nombre de pas : 20

Coeff. frottement0 : 1,00

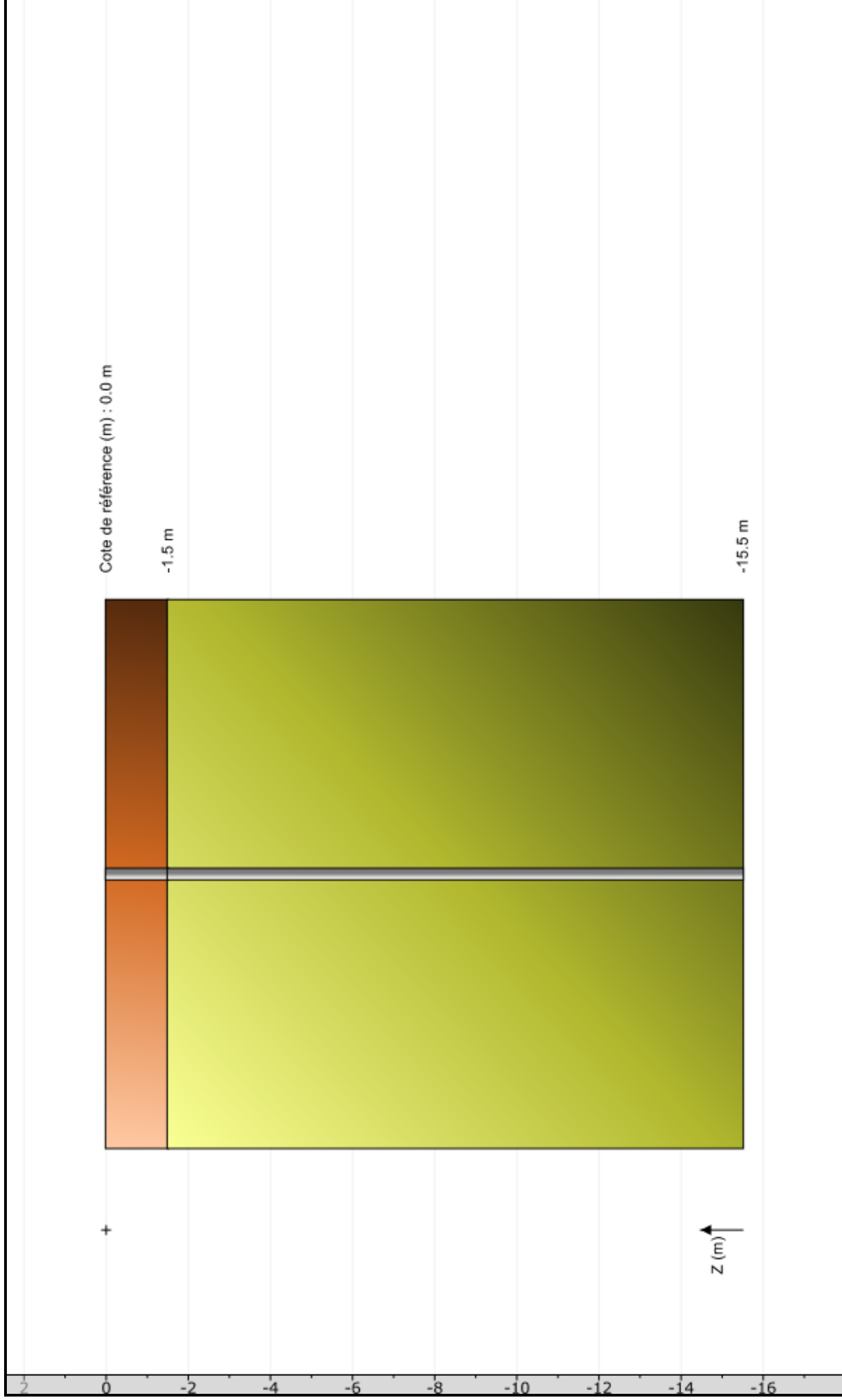


FoXta v4  
v4.1.12

Imprimé le : 29/08/2023 - 11:34:12  
Calcul réalisé par : GINGER CEBTP

Projet : verif micropieux vrai modele S1  
Module : Taspie+ (Pieu 2/2)  
Titre du calcul : Estimation tassement micropieu appui 4 ELS cara

# Onglet "Données des couches"



# Synthèse des résultats

Bilan des efforts (pour une maille)	
Q tête (kN) : Effort total appliqué sur la maille	292,50
EQ pieu : Rapport entre l'effort transmis au domaine pieu (en tête) et l'effort total	1,00
N tête (kN) : Effort appliqué au domaine pieu en tête	292,50
N max (kN) : Effort maximal dans le domaine pieu	292,50
Z max (m) : Cote du point neutre (là où N max est atteint)	0,00
N base (kN) : Effort repris à la base du domaine pieu	0,09

Bilan des contraintes	
σ m,tête (kPa) : Contrainte moyenne appliquée sur la maille	5,959E03
σ p,tête (kPa) : Contrainte appliquée sur le domaine pieu en tête	5,959E03
σ s,tête (kPa) : Contrainte appliquée sur le domaine sol en tête	-
σ p,max (kPa) : Contrainte maximale dans le domaine pieu	5,959E03
Z max (m) : Cote du point neutre (là où σ p,max est atteinte)	0,00
σ base (kPa) : Contrainte reprise à la base du domaine du pieu	1,893E00

Bilan des tassements	
yp,tête (m) : Tassement en tête du domaine pieu	3,237E-03
ys,tête (m) : Tassement en tête du domaine sol	0,000E00
yp,base (m) : Tassement à la base du domaine pieu	3,287E-06
ys,base (m) : Tassement à la base du domaine sol	0,000E00

Raideurs équivalentes	
Kg (kN/m) : Raideur globale du système "sol + pieux"	9,037E04
Kpieu (kN/m) : Raideur équivalente du domaine pieu	9,037E04
Ksol (kPa/m) : Coefficient de réaction du domaine sol	-

Vérification de portance	
N max (kN) : Effort maximal dans le domaine pieu	292,50
Z max (m) : Cote du point neutre - là où N max est atteint	0,00
Ru (kN) : Charge de rupture sous le point neutre	715,11
Rcr (kN) : Charge de fluage sous le point neutre	472,35
Fs,ult : Sécurité par rapport à la charge de rupture	2,44
Fs,cr : Sécurité par rapport à la charge de fluage	1,61

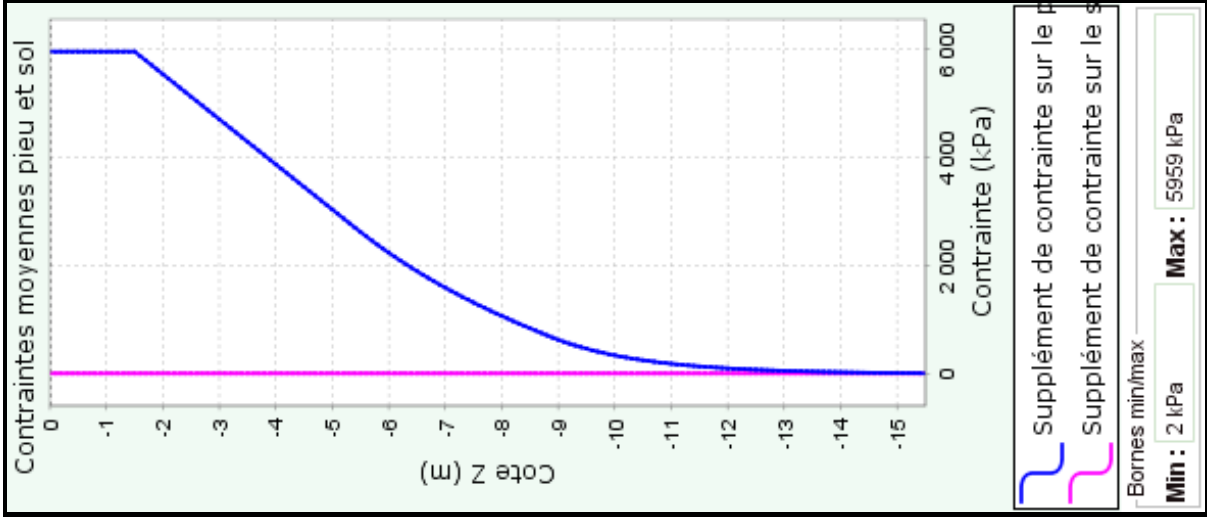
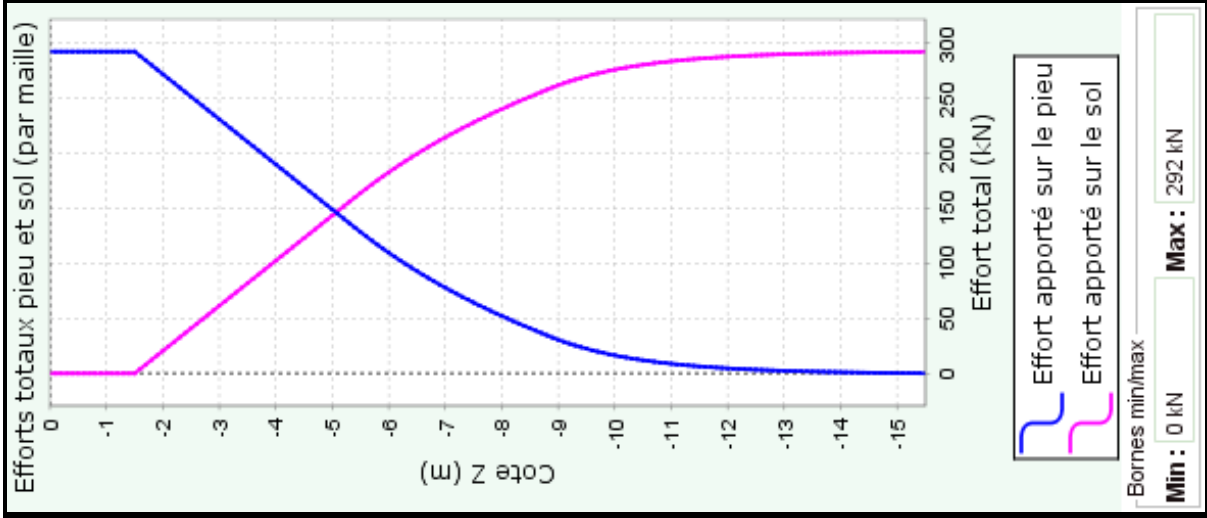
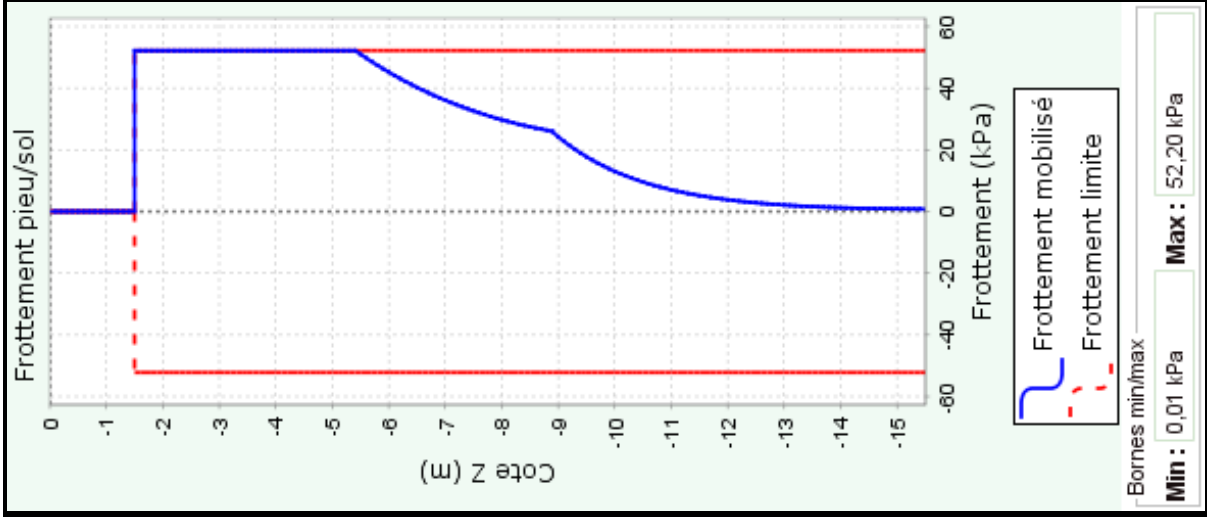
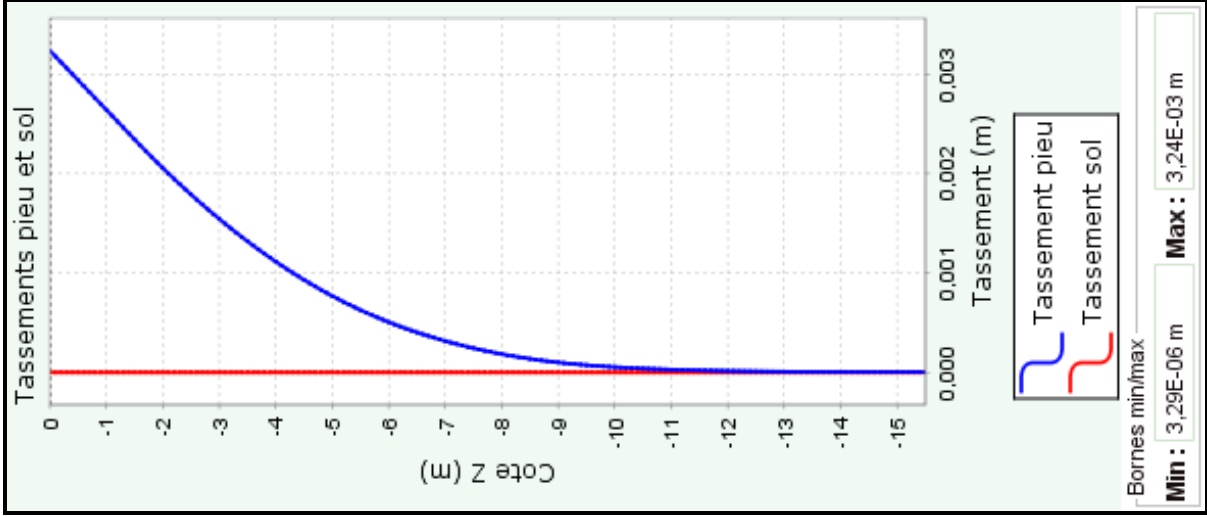


FoXta v4  
v4.1.12

Imprimé le : 29/08/2023 - 11:34:12  
Calcul réalisé par : GINGER CEBTP

Projet : verif micropieux vrai modele S1  
Module : Taspie+ (Pieu 2/2)  
Titre du calcul : Estimation tassement micropieu appui 4 ELS cara

# Courbes principales



# Données

## Paramètres principaux

Titre du projet : Verif micropieux charleville Rue JB Clément

Numéro d'affaire : NRE1.N.026

Commentaires : N/A

Titre du calcul : Estimation tassement micropieu appui 4 ELS QP (pieu n°1)

Type de calcul : Pieu isolé

Cote de référence (m) : 0,00

### Définition des couches de sol

N°	Nom	Couleur	Zbase	n
1	Couche 1 Remblais		-1,50	15
2	Couche 3 Schistes altérés		-15,50	140

Mode de mise en oeuvre du pieu : sans refoulement

Type de section du pieu : circulaire

Inclinaison du pieu (°) : 0,0

### Définition du pieu dans chaque couche

Nom	Zbase	Epieu	D
Couche 1 Remblais	-1,50	1,00E07	0,25
Couche 3 Schistes altérés	-15,50	1,00E07	0,25

Type de loi de mobilisation : A partir des valeurs pressiométriques (Loi de Frank & Zhao)

### Définition du frottement dans le sol

Nom	Z	EM	qsl	Type de sol
Couche 1 Remblais	-1,50	3,00E03	0,01	Sol fin
Couche 3 Schistes altérés	-15,50	3,00E04	52,20	Sol fin

Contrainte limite en pointe (kPa) : 2875,0

Type de loi : Sol granulaire

### Chargement

Charge en tête (kN) : 266,3

### Paramètres avancés

Tolérance (m) : 1,00E-04

Nombre de pas : 20

Coeff. frottement0 : 1,00

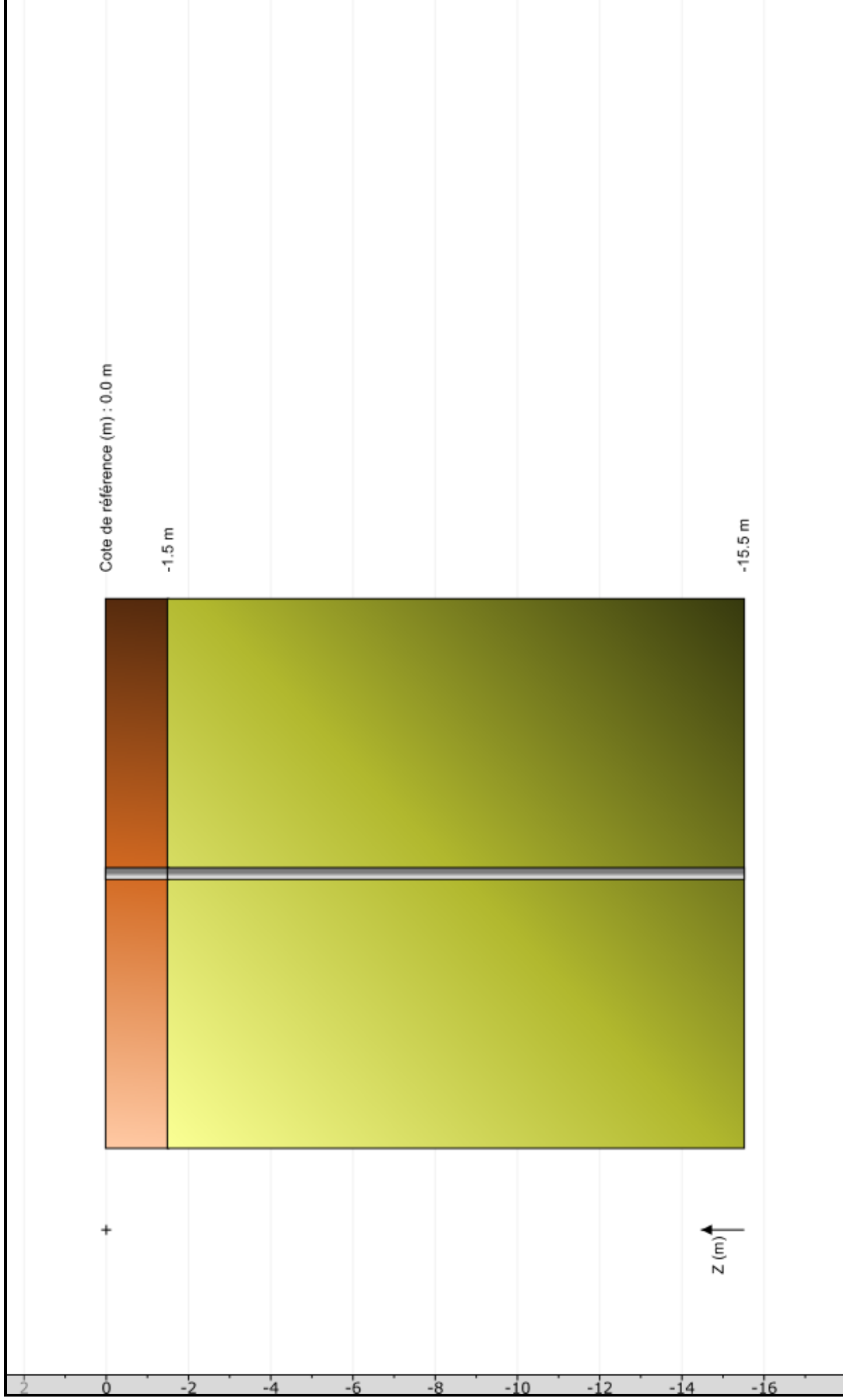


FoXta v4  
v4.1.12

Imprimé le : 29/08/2023 - 11:33:25  
Calcul réalisé par : GINGER CEBTP

Projet : verif micropieux vrai modele S1  
Module : Taspie+ (Pieu 1/1)  
Titre du calcul : Estimation tassement micropieu appui 4 ELS QP

# Onglet "Données des couches"



# Synthèse des résultats

Bilan des efforts (pour une maille)	
Qtête (kN) : Effort total appliqué sur la maille	266,30
EQpieu : Rapport entre l'effort transmis au domaine pieu (en tête) et l'effort total	1,00
Niête (kN) : Effort appliqué au domaine pieu en tête	266,30
Nmax (kN) : Effort maximal dans le domaine pieu	266,30
Zmax (m) : Cote du point neutre (là où Nmax est atteint)	0,00
Nbase (kN) : Effort repris à la base du domaine pieu	0,06

Bilan des contraintes	
om,tête (kPa) : Contrainte moyenne appliquée sur la maille	5,425E03
op,tête (kPa) : Contrainte appliquée sur le domaine pieu en tête	5,425E03
os,tête (kPa) : Contrainte appliquée sur le domaine sol en tête	-
op,max (kPa) : Contrainte maximale dans le domaine pieu	5,425E03
Zmax (m) : Cote du point neutre (là où op,max est atteinte)	0,00
obase (kPa) : Contrainte reprise à la base du domaine du pieu	1,274E00

Bilan des tassements	
yp,tête (m) : Tassement en tête du domaine pieu	2,793E-03
ys,tête (m) : Tassement en tête du domaine sol	0,000E00
yp,base (m) : Tassement à la base du domaine pieu	2,211E-06
ys,base (m) : Tassement à la base du domaine sol	0,000E00

Raideurs équivalentes	
Kg (kN/m) : Raideur globale du système "sol + pieux"	9,535E04
Kpieu (kN/m) : Raideur équivalente du domaine pieu	9,535E04
Ksol (kPa/m) : Coefficient de réaction du domaine sol	-

Vérification de portance	
Nmax (kN) : Effort maximal dans le domaine pieu	266,30
Zmax (m) : Cote du point neutre - là où Nmax est atteint	0,00
Ru (kN) : Charge de rupture sous le point neutre	715,11
Rcr (kN) : Charge de fluage sous le point neutre	472,35
Fs,ult : Sécurité par rapport à la charge de rupture	2,69
Fs,cr : Sécurité par rapport à la charge de fluage	1,77

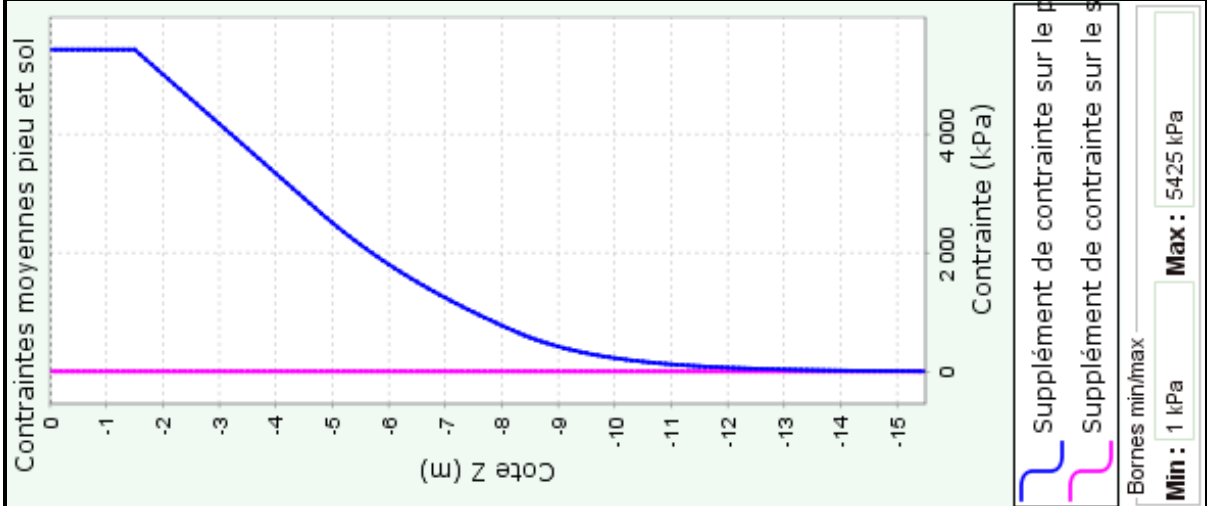
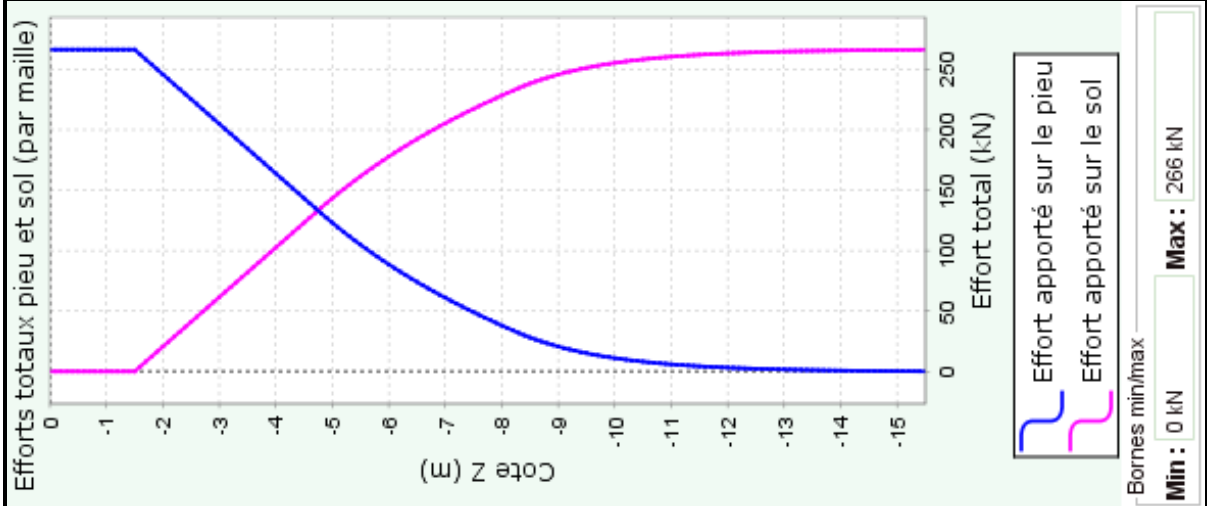
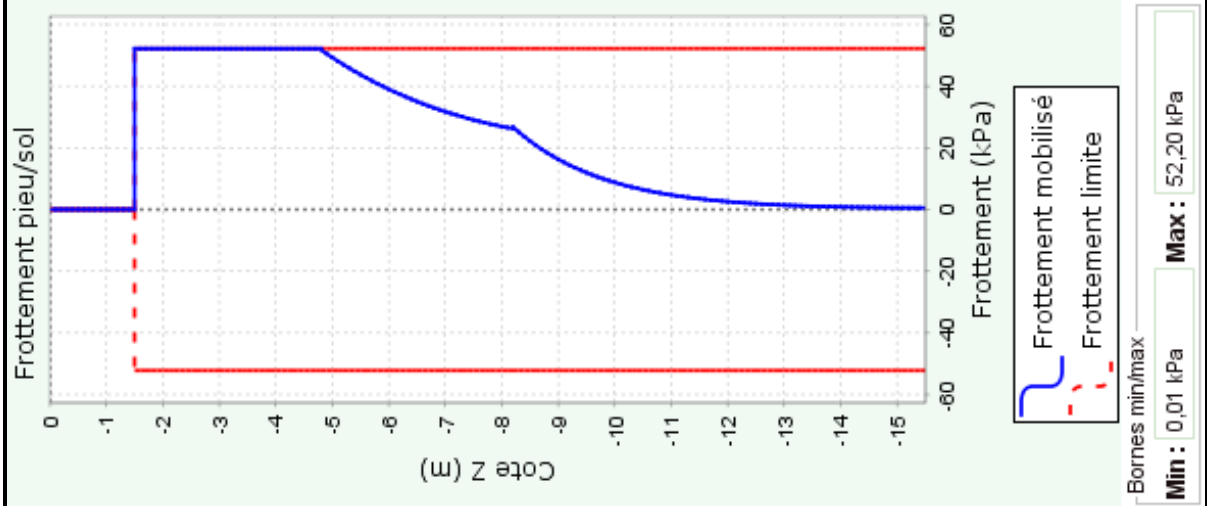
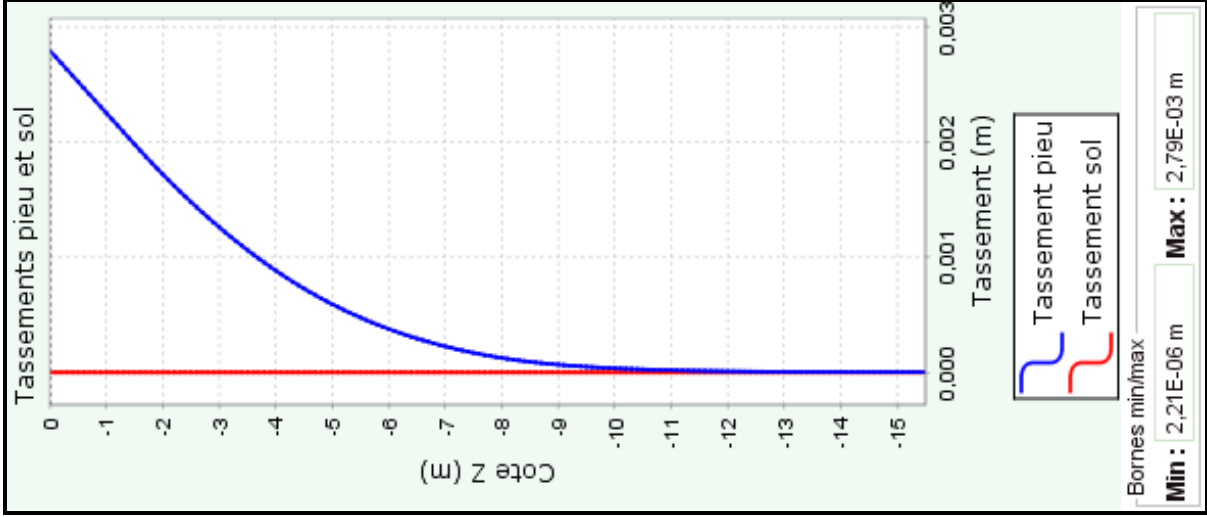


FoXta v4  
v4.1.12

Imprimé le : 29/08/2023 - 11:33:26  
Calcul réalisé par : GINGER CEBTP

Projet : verif micropieux vrai modele S1  
Module : Taspie+ (Pieu 1/1)  
Titre du calcul : Estimation tassement micropieu appui 4 ELS QP

# Courbes principales



**CHARLEVILLE MEZIERE - Rue Jean Baptiste Clément***Vérification stabilité interne pieux (corrosion prise en compte)*

Cas de charge :

ELU FOND sur micropieu appui 4 (Ned plus défavorable)

Type d'armature :

Tube N80 88.9/9 avec corrosion

Diamètre ext De (mm)	86.5
Epaisseur e (mm)	7.8
Section A (m²)	0.001928
Aire de cisaillement (m²)	0.00122772
fy (Mpa)	235
I (cm4)	150.8
Wel (cm3)	34.9
Wpl (cm3)	48.468966
Classe de section selon NF EN 1993-1	1
$\gamma_{M0}$	1

Vpl;rd (kN)	166.6
Ved	0
Ved/0.5VPLrd	0

&lt;1

Mcrd (kN.m)	11.4
Med (kN.m)	0
Med/Mcrd	0

&lt;1

Ncrd (kN)	453.2
Ned (kN)	401.3
Ned/Ncrd	0.89

&lt;1

Ned/Ncrd + Med/Mcrd	0.89
---------------------	------

&lt;1

## **ANNEXE 4.2 – MICROPIEUX DE LA ZONE S2**

# Données

Titre du projet : Vérif micropieux charleville Rue JB Clément

Numéro d'affaire : NRE1.N.026

Commentaires : N/A

Titre du calcul : Dimensionnement appui n°11 micropieu (pieu n°5)

Cadre réglementaire : EC 7 - Norme NF P94-262/A1 (juillet 2018)

Méthode de dimensionnement : A partir des résultats pressiométriques

Traitement des données : Traitement par couches

Pas du calcul (m) : 0,10

Section de calcul : Section de calcul circulaire

Diamètre de calcul (m) : 0,25

Classe du pieu : 1 - Pieu/micropieu foré

Catégorie du pieu : 18 [M2] - Micropieu type II

Mode de chargement : Travail en compression

## Combinaisons

	ELS-QP	ELS-CARAC	ELU-FOND	ELU-ACC
Pondérations combinées sur Qs,k	0,636	0,778	0,909	1,000
Pondérations combinées sur Qp,k	0,000	0,000	0,000	0,000

Cote de référence (m) : 0,00

## Définition des couches de sol

N°	Nom	Couleur	Classe de sol	Zbase	pl*	qsl	kpmax	γR,d1*γR,d2
1	Couche 1		Argile, limons	-1,50	300,00	0,01	0,01	1,265
2	Couche 2		Argile, limons	-4,00	300,00	29,25	0,01	1,265
3	Couche 3		Argile, limons	-30,00	2500,00	62,24	0,01	1,265

Critère de calcul : Longueur imposée

Longueur du pieu (m) : 16,50

Appliquer un facteur réducteur d'effet de groupe : Non

Contrôle de la résistance structurale de la section : Non

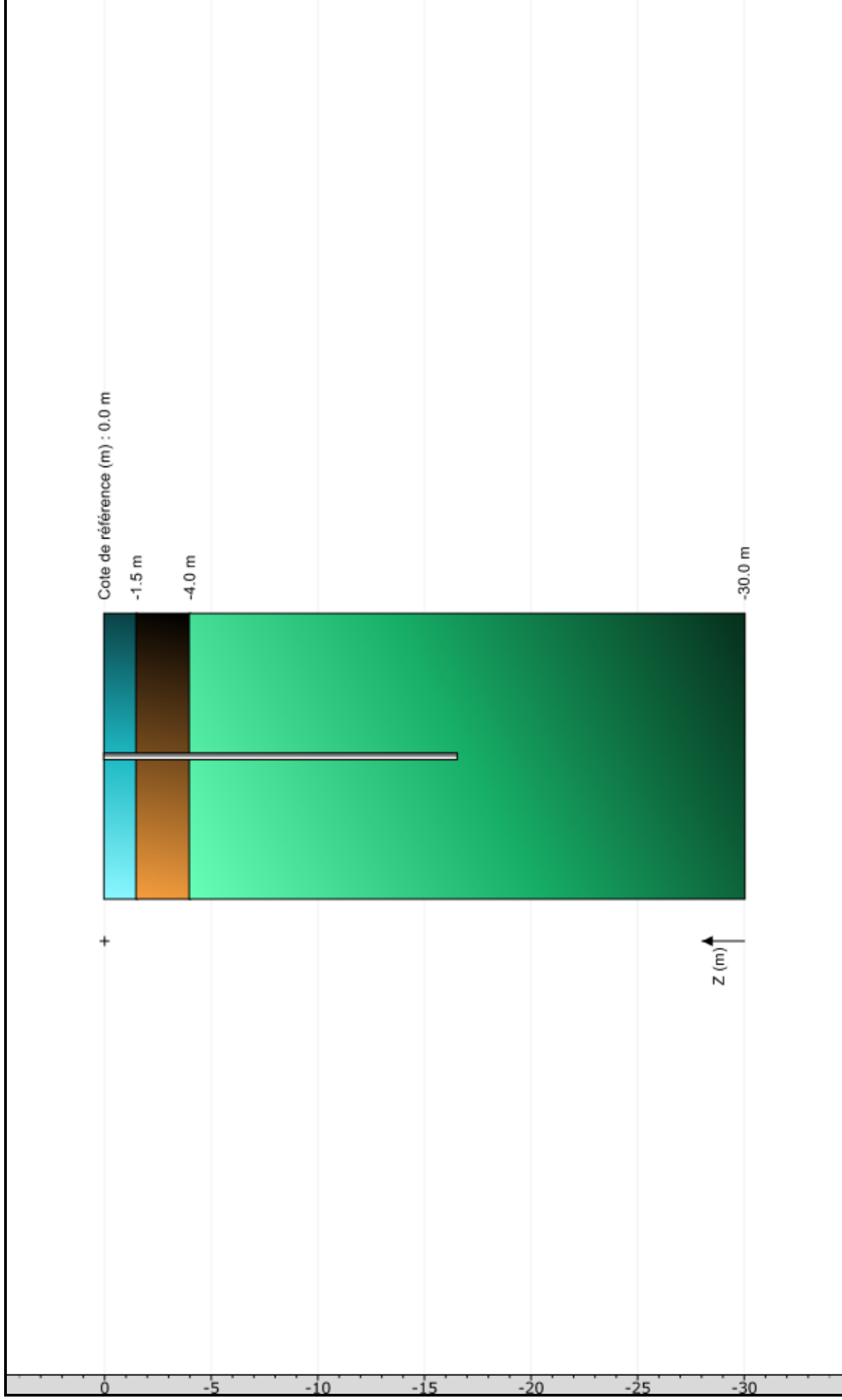


FoXta v4  
v4.1.12

Imprimé le : 29/08/2023 - 11:07:42  
Calcul réalisé par : GINGER CEBTP

Projet : verif micropieux vrai modele S2  
Module : Fondprof (Pieu 5/6)  
Titre du calcul : Dimensionnement appui n°11 micropieu

# Onglet "Calcul"



File : C:\Users\L34A2~1.LEG\AppData\Local\Temp\Terrasol\FoXta v4\15972\FP.12.resu

Calcul réalisé le : 29/08/2023 à 11h07  
par : GINGER CEBTP

## Options du calcul :

- calcul basé sur des paramètres issus du pressiomètre de Ménard
- calcul selon les règles de la norme NF P 94 262
- profil de pression limite pl\* défini par couche
- pour pieu de catégorie : 18
- pour pieu travaillant en compression

Combinaisons	ELS-QP	ELS-CARA	ELU-FOND	ELU-ACC
Frottement	0.636	0.778	0.909	1.000
Pointe	0.000	0.000	0.000	0.000

Cote de référence : 0.000

Section du pieu : 0.049  
Périmètre : 0.785

## Caractéristiques des couches (données utilisateur)

couche	base	pl*	qsl	kpmin	kpmax	gamrd
01	-1.50	300.0	0.01	1.00	0.01	1.26
02	-4.00	300.0	29.25	1.00	0.01	1.26
03	-30.00	2500.0	52.24	1.00	0.01	1.26

Pas du calcul : 0.10

\*\*\*\*\*  
 \*\*\*SOLUTION\*\*\*  
 \*\*\*\*\*

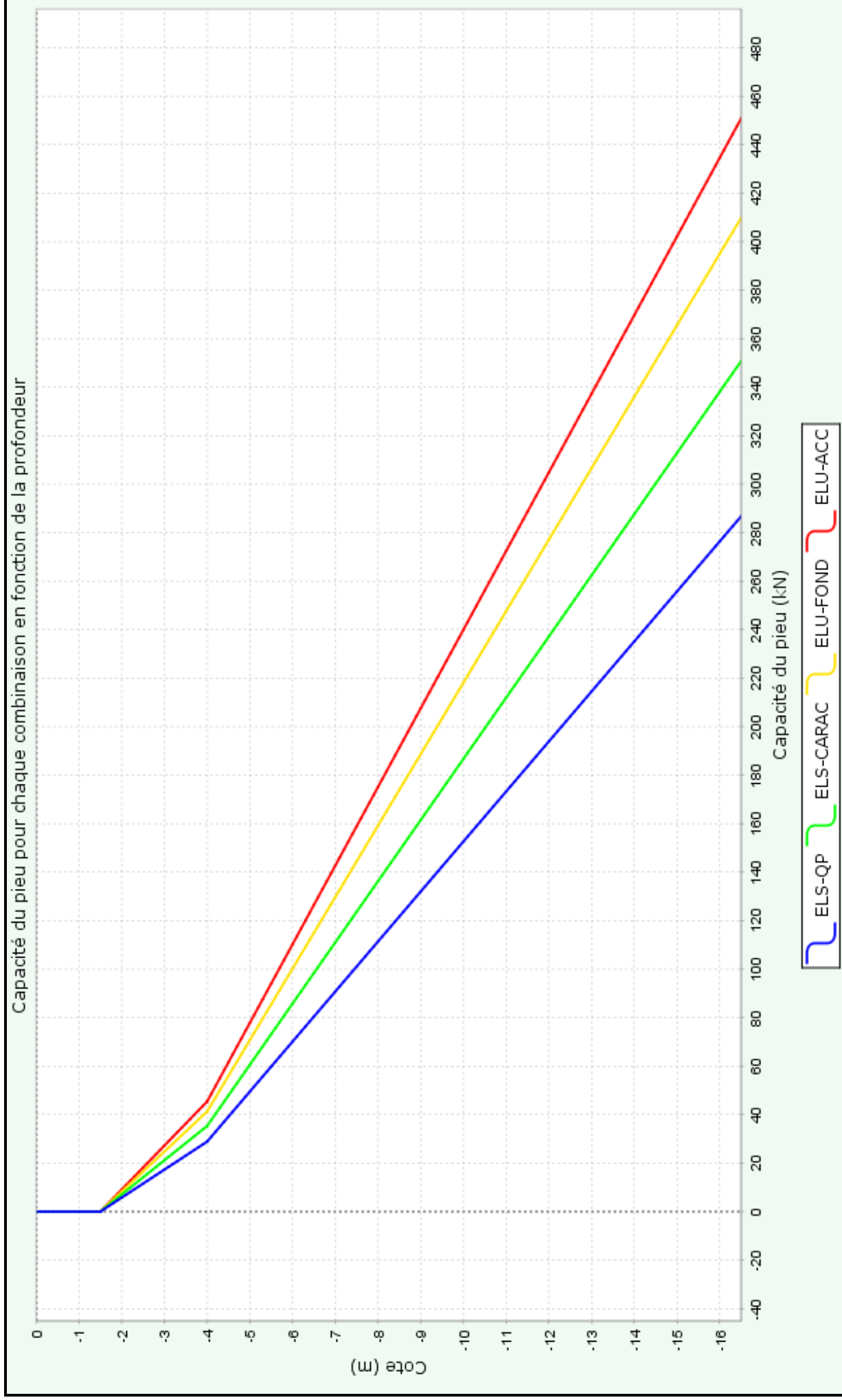
Calcul à longueur imposée : L = 16.50

couche	cote	qsl	ple	kp	Qs	Qp	ELS-QP	ELS-CARA	ELU-FOND	ELU-ACC
01	0.00	0.01	300.0	0.010	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
01	-0.10	0.01	300.0	0.010	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
01	-0.20	0.01	300.0	0.010	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
01	-0.30	0.01	300.0	0.010	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
01	-0.40	0.01	300.0	0.010	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
01	-0.50	0.01	300.0	0.010	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
01	-0.60	0.01	300.0	0.010	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
01	-0.70	0.01	300.0	0.010	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
01	-0.80	0.01	300.0	0.010	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
01	-0.90	0.01	300.0	0.010	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
01	-1.00	0.01	300.0	0.010	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
01	-1.10	0.01	300.0	0.010	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
01	-1.20	0.01	300.0	0.010	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
01	-1.30	0.01	300.0	0.010	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
01	-1.40	0.01	300.0	0.010	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
01	-1.50	0.01	300.0	0.010	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
01	-1.50	0.01	300.0	0.010	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
02	-1.50	29.25	300.0	0.010	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
02	-1.60	29.25	300.0	0.010	2.3	0.1	1.2	1.4	1.7	1.8
02	-1.70	29.25	300.0	0.010	4.6	0.1	2.3	2.8	3.3	3.6
02	-1.80	29.25	300.0	0.010	6.9	0.1	3.5	4.2	5.0	5.5
02	-1.90	29.25	300.0	0.010	9.2	0.1	4.6	5.7	6.6	7.3

02	-2.00	29.25	300.0	0.010	11.5	0.1	5.8	7.1	8.3	9.1
02	-2.10	29.25	300.0	0.010	13.8	0.1	6.9	8.5	9.9	10.9
02	-2.20	29.25	300.0	0.010	16.1	0.1	8.1	9.9	11.6	12.7
02	-2.30	29.25	300.0	0.010	18.4	0.1	9.2	11.3	13.2	14.5
02	-2.40	29.25	300.0	0.010	20.7	0.1	10.4	12.7	14.9	16.4
02	-2.50	29.25	300.0	0.010	23.0	0.1	11.6	14.1	16.5	18.2
02	-2.60	29.25	410.0	0.010	25.3	0.2	12.7	15.5	18.2	20.0
02	-2.70	29.25	520.0	0.010	27.6	0.3	13.9	17.0	19.8	21.8
02	-2.80	29.25	630.0	0.010	29.9	0.3	15.0	18.4	21.5	23.6
02	-2.90	29.25	740.0	0.010	32.2	0.4	16.2	19.8	23.1	25.4
02	-3.00	29.25	850.0	0.010	34.5	0.4	17.3	21.2	24.8	27.2
02	-3.10	29.25	960.0	0.010	36.8	0.5	18.5	22.6	26.4	29.1
02	-3.20	29.25	1070.0	0.010	39.1	0.5	19.6	24.0	28.1	30.9
02	-3.30	29.25	1180.0	0.010	41.4	0.6	20.8	25.4	29.7	32.7
02	-3.40	29.25	1290.0	0.010	43.7	0.6	22.0	26.9	31.4	34.5
02	-3.50	29.25	1400.0	0.010	46.0	0.7	23.1	28.3	33.0	36.3
02	-3.60	29.25	1510.0	0.010	48.3	0.7	24.3	29.7	34.7	38.1
02	-3.70	29.25	1620.0	0.010	50.6	0.8	25.4	31.1	36.3	40.0
02	-3.80	29.25	1730.0	0.010	52.8	0.8	26.6	32.5	38.0	41.8
02	-3.90	29.25	1840.0	0.010	55.1	0.9	27.7	33.9	39.6	43.6
02	-4.00	29.25	1950.0	0.010	57.4	1.0	28.9	35.3	41.3	45.4
02	-4.00	29.25	1950.0	0.010	57.4	1.0	28.9	35.3	41.3	45.4
03	-4.00	52.24	2500.0	0.010	57.4	1.2	28.9	35.3	41.3	45.4
03	-4.10	52.24	2500.0	0.010	61.5	1.2	30.9	37.9	44.2	48.7
03	-4.20	52.24	2500.0	0.010	65.6	1.2	33.0	40.4	47.2	51.9
03	-4.30	52.24	2500.0	0.010	69.8	1.2	35.1	42.9	50.1	55.1
03	-4.40	52.24	2500.0	0.010	73.9	1.2	37.1	45.4	53.1	58.4
03	-4.50	52.24	2500.0	0.010	78.0	1.2	39.2	47.9	56.0	61.6
03	-4.60	52.24	2500.0	0.010	82.1	1.2	41.3	50.5	59.0	64.9
03	-4.70	52.24	2500.0	0.010	86.2	1.2	43.3	53.0	61.9	68.1
03	-4.80	52.24	2500.0	0.010	90.3	1.2	45.4	55.5	64.9	71.4
03	-4.90	52.24	2500.0	0.010	94.4	1.2	47.4	58.0	67.8	74.6
03	-5.00	52.24	2500.0	0.010	98.5	1.2	49.5	60.6	70.8	77.8
03	-5.10	52.24	2500.0	0.010	102.6	1.2	51.6	63.1	73.7	81.1
03	-5.20	52.24	2500.0	0.010	106.7	1.2	53.6	65.6	76.7	84.3
03	-5.30	52.24	2500.0	0.010	110.8	1.2	55.7	68.1	79.6	87.6
03	-5.40	52.24	2500.0	0.010	114.9	1.2	57.8	70.7	82.6	90.8
03	-5.50	52.24	2500.0	0.010	119.0	1.2	59.8	73.2	85.5	94.1
03	-5.60	52.24	2500.0	0.010	123.1	1.2	61.9	75.7	88.5	97.3
03	-5.70	52.24	2500.0	0.010	127.2	1.2	63.9	78.2	91.4	100.5
03	-5.80	52.24	2500.0	0.010	131.3	1.2	66.0	80.7	94.3	103.8
03	-5.90	52.24	2500.0	0.010	135.4	1.2	68.1	83.3	97.3	107.0
03	-6.00	52.24	2500.0	0.010	139.5	1.2	70.1	85.8	100.2	110.3
03	-6.10	52.24	2500.0	0.010	143.6	1.2	72.2	88.3	103.2	113.5
03	-6.20	52.24	2500.0	0.010	147.7	1.2	74.3	90.8	106.1	116.8
03	-6.30	52.24	2500.0	0.010	151.8	1.2	76.3	93.4	109.1	120.0
03	-6.40	52.24	2500.0	0.010	155.9	1.2	78.4	95.9	112.0	123.3
03	-6.50	52.24	2500.0	0.010	160.0	1.2	80.5	98.4	115.0	126.5
03	-6.60	52.24	2500.0	0.010	164.1	1.2	82.5	100.9	117.9	129.7
03	-6.70	52.24	2500.0	0.010	168.2	1.2	84.6	103.5	120.9	133.0
03	-6.80	52.24	2500.0	0.010	172.3	1.2	86.6	106.0	123.8	136.2
03	-6.90	52.24	2500.0	0.010	176.4	1.2	88.7	108.5	126.8	139.5
03	-7.00	52.24	2500.0	0.010	180.5	1.2	90.8	111.0	129.7	142.7
03	-7.10	52.24	2500.0	0.010	184.6	1.2	92.8	113.6	132.7	146.0
03	-7.20	52.24	2500.0	0.010	188.7	1.2	94.9	116.1	135.6	149.2
03	-7.30	52.24	2500.0	0.010	192.8	1.2	97.0	118.6	138.6	152.4
03	-7.40	52.24	2500.0	0.010	196.9	1.2	99.0	121.1	141.5	155.7
03	-7.50	52.24	2500.0	0.010	201.0	1.2	101.1	123.6	144.5	158.9
03	-7.60	52.24	2500.0	0.010	205.1	1.2	103.1	126.2	147.4	162.2
03	-7.70	52.24	2500.0	0.010	209.3	1.2	105.2	128.7	150.4	165.4
03	-7.80	52.24	2500.0	0.010	213.4	1.2	107.3	131.2	153.3	168.7
03	-7.90	52.24	2500.0	0.010	217.5	1.2	109.3	133.7	156.3	171.9
03	-8.00	52.24	2500.0	0.010	221.6	1.2	111.4	136.3	159.2	175.1
03	-8.10	52.24	2500.0	0.010	225.7	1.2	113.5	138.8	162.2	178.4
03	-8.20	52.24	2500.0	0.010	229.8	1.2	115.5	141.3	165.1	181.6
03	-8.30	52.24	2500.0	0.010	233.9	1.2	117.6	143.8	168.1	184.9
03	-8.40	52.24	2500.0	0.010	238.0	1.2	119.6	146.4	171.0	188.1
03	-8.50	52.24	2500.0	0.010	242.1	1.2	121.7	148.9	173.9	191.4
03	-8.60	52.24	2500.0	0.010	246.2	1.2	123.8	151.4	176.9	194.6
03	-8.70	52.24	2500.0	0.010	250.3	1.2	125.8	153.9	179.8	197.9
03	-8.80	52.24	2500.0	0.010	254.4	1.2	127.9	156.5	182.8	201.1
03	-8.90	52.24	2500.0	0.010	258.5	1.2	130.0	159.0	185.7	204.3
03	-9.00	52.24	2500.0	0.010	262.6	1.2	132.0	161.5	188.7	207.6
03	-9.10	52.24	2500.0	0.010	266.7	1.2	134.1	164.0	191.6	210.8
03	-9.20	52.24	2500.0	0.010	270.8	1.2	136.1	166.5	194.6	214.1
03	-9.30	52.24	2500.0	0.010	274.9	1.2	138.2	169.1	197.5	217.3
03	-9.40	52.24	2500.0	0.010	279.0	1.2	140.3	171.6	200.5	220.6
03	-9.50	52.24	2500.0	0.010	283.1	1.2	142.3	174.1	203.4	223.8
03	-9.60	52.24	2500.0	0.010	287.2	1.2	144.4	176.6	206.4	227.0
03	-9.70	52.24	2500.0	0.010	291.3	1.2	146.5	179.2	209.3	230.3
03	-9.80	52.24	2500.0	0.010	295.4	1.2	148.5	181.7	212.3	233.5
03	-9.90	52.24	2500.0	0.010	299.5	1.2	150.6	184.2	215.2	236.8
03	-10.00	52.24	2500.0	0.010	303.6	1.2	152.6	186.7	218.2	240.0
03	-10.10	52.24	2500.0	0.010	307.7	1.2	154.7	189.3	221.1	243.3
03	-10.20	52.24	2500.0	0.010	311.8	1.2	156.8	191.8	224.1	246.5
03	-10.30	52.24	2500.0	0.010	315.9	1.2	158.8	194.3	227.0	249.7

03	-10.40	52.24	2500.0	0.010	320.0	1.2	160.9	196.8	230.0	253.0
03	-10.50	52.24	2500.0	0.010	324.1	1.2	163.0	199.3	232.9	256.2
03	-10.60	52.24	2500.0	0.010	328.2	1.2	165.0	201.9	235.9	259.5
03	-10.70	52.24	2500.0	0.010	332.3	1.2	167.1	204.4	238.8	262.7
03	-10.80	52.24	2500.0	0.010	336.4	1.2	169.2	206.9	241.8	266.0
03	-10.90	52.24	2500.0	0.010	340.5	1.2	171.2	209.4	244.7	269.2
03	-11.00	52.24	2500.0	0.010	344.6	1.2	173.3	212.0	247.7	272.4
03	-11.10	52.24	2500.0	0.010	348.8	1.2	175.3	214.5	250.6	275.7
03	-11.20	52.24	2500.0	0.010	352.9	1.2	177.4	217.0	253.6	278.9
03	-11.30	52.24	2500.0	0.010	357.0	1.2	179.5	219.5	256.5	282.2
03	-11.40	52.24	2500.0	0.010	361.1	1.2	181.5	222.1	259.4	285.4
03	-11.50	52.24	2500.0	0.010	365.2	1.2	183.6	224.6	262.4	288.7
03	-11.60	52.24	2500.0	0.010	369.3	1.2	185.7	227.1	265.3	291.9
03	-11.70	52.24	2500.0	0.010	373.4	1.2	187.7	229.6	268.3	295.2
03	-11.80	52.24	2500.0	0.010	377.5	1.2	189.8	232.2	271.2	298.4
03	-11.90	52.24	2500.0	0.010	381.6	1.2	191.8	234.7	274.2	301.6
03	-12.00	52.24	2500.0	0.010	385.7	1.2	193.9	237.2	277.1	304.9
03	-12.10	52.24	2500.0	0.010	389.8	1.2	196.0	239.7	280.1	308.1
03	-12.20	52.24	2500.0	0.010	393.9	1.2	198.0	242.2	283.0	311.4
03	-12.30	52.24	2500.0	0.010	398.0	1.2	200.1	244.8	286.0	314.6
03	-12.40	52.24	2500.0	0.010	402.1	1.2	202.2	247.3	288.9	317.9
03	-12.50	52.24	2500.0	0.010	406.2	1.2	204.2	249.8	291.9	321.1
03	-12.60	52.24	2500.0	0.010	410.3	1.2	206.3	252.3	294.8	324.3
03	-12.70	52.24	2500.0	0.010	414.4	1.2	208.3	254.9	297.8	327.6
03	-12.80	52.24	2500.0	0.010	418.5	1.2	210.4	257.4	300.7	330.8
03	-12.90	52.24	2500.0	0.010	422.6	1.2	212.5	259.9	303.7	334.1
03	-13.00	52.24	2500.0	0.010	426.7	1.2	214.5	262.4	306.6	337.3
03	-13.10	52.24	2500.0	0.010	430.8	1.2	216.6	265.0	309.6	340.6
03	-13.20	52.24	2500.0	0.010	434.9	1.2	218.7	267.5	312.5	343.8
03	-13.30	52.24	2500.0	0.010	439.0	1.2	220.7	270.0	315.5	347.0
03	-13.40	52.24	2500.0	0.010	443.1	1.2	222.8	272.5	318.4	350.3
03	-13.50	52.24	2500.0	0.010	447.2	1.2	224.8	275.1	321.4	353.5
03	-13.60	52.24	2500.0	0.010	451.3	1.2	226.9	277.6	324.3	356.8
03	-13.70	52.24	2500.0	0.010	455.4	1.2	229.0	280.1	327.3	360.0
03	-13.80	52.24	2500.0	0.010	459.5	1.2	231.0	282.6	330.2	363.3
03	-13.90	52.24	2500.0	0.010	463.6	1.2	233.1	285.1	333.2	366.5
03	-14.00	52.24	2500.0	0.010	467.7	1.2	235.2	287.7	336.1	369.8
03	-14.10	52.24	2500.0	0.010	471.8	1.2	237.2	290.2	339.1	373.0
03	-14.20	52.24	2500.0	0.010	475.9	1.2	239.3	292.7	342.0	376.2
03	-14.30	52.24	2500.0	0.010	480.0	1.2	241.4	295.2	344.9	379.5
03	-14.40	52.24	2500.0	0.010	484.1	1.2	243.4	297.8	347.9	382.7
03	-14.50	52.24	2500.0	0.010	488.3	1.2	245.5	300.3	350.8	386.0
03	-14.60	52.24	2500.0	0.010	492.4	1.2	247.5	302.8	353.8	389.2
03	-14.70	52.24	2500.0	0.010	496.5	1.2	249.6	305.3	356.7	392.5
03	-14.80	52.24	2500.0	0.010	500.6	1.2	251.7	307.9	359.7	395.7
03	-14.90	52.24	2500.0	0.010	504.7	1.2	253.7	310.4	362.6	398.9
03	-15.00	52.24	2500.0	0.010	508.8	1.2	255.8	312.9	365.6	402.2
03	-15.10	52.24	2500.0	0.010	512.9	1.2	257.9	315.4	368.5	405.4
03	-15.20	52.24	2500.0	0.010	517.0	1.2	259.9	317.9	371.5	408.7
03	-15.30	52.24	2500.0	0.010	521.1	1.2	262.0	320.5	374.4	411.9
03	-15.40	52.24	2500.0	0.010	525.2	1.2	264.0	323.0	377.4	415.2
03	-15.50	52.24	2500.0	0.010	529.3	1.2	266.1	325.5	380.3	418.4
03	-15.60	52.24	2500.0	0.010	533.4	1.2	268.2	328.0	383.3	421.6
03	-15.70	52.24	2500.0	0.010	537.5	1.2	270.2	330.6	386.2	424.9
03	-15.80	52.24	2500.0	0.010	541.6	1.2	272.3	333.1	389.2	428.1
03	-15.90	52.24	2500.0	0.010	545.7	1.2	274.4	335.6	392.1	431.4
03	-16.00	52.24	2500.0	0.010	549.8	1.2	276.4	338.1	395.1	434.6
03	-16.10	52.24	2500.0	0.010	553.9	1.2	278.5	340.7	398.0	437.9
03	-16.20	52.24	2500.0	0.010	558.0	1.2	280.5	343.2	401.0	441.1
03	-16.30	52.24	2500.0	0.010	562.1	1.2	282.6	345.7	403.9	444.4
03	-16.40	52.24	2500.0	0.010	566.2	1.2	284.7	348.2	406.9	447.6
03	-16.50	52.24	2500.0	0.010	570.3	1.2	286.7	350.8	409.8	450.8
03	-16.50	52.24	2500.0	0.010	570.3	1.2	286.7	350.8	409.8	450.8

# Capacité du pieu pour chaque combinaison en fonction de la profondeur



## **ANNEXE 4.3 – MICROPIEUX DE LA ZONE S3**

# Données

Titre du projet : Verif pieux charleville - Rue JB Clément

Numéro d'affaire : NRE1.N.026

Commentaires : N/A

Titre du calcul : Dimensionnement appuis n°1, 2 et 3 micropieux (pieu n°3)

Cadre réglementaire : EC 7 - Norme NF P94-262/A1 (juillet 2018)

Méthode de dimensionnement : A partir des résultats pressiométriques

Traitement des données : Traitement par couches

Pas du calcul (m) : 0,10

Section de calcul : Section de calcul circulaire

Diamètre de calcul (m) : 0,25

Classe du pieu : 1 - Pieu/micropieu foré

Catégorie du pieu : 18 [M2] - Micropieu type II

Mode de chargement : Travail en compression

## Combinaisons

	ELS-QP	ELS-CARAC	ELU-FOND	ELU-ACC
Pondérations combinées sur Qs,k	0,636	0,778	0,909	1,000
Pondérations combinées sur Qp,k	0,000	0,000	0,000	0,000

Cote de référence (m) : 0,00

## Définition des couches de sol

N°	Nom	Couleur	Classe de sol	Zbase	pl*	qsl	kpmax	γR,d1*γR,d2
1	Couche 1		Argile, limons	-1,50	300,00	0,01	0,01	1,265
2	Couche 2		Argile, limons	-2,50	300,00	29,25	0,01	1,265
3	Couche 3		Argile, limons	-30,00	2500,00	62,24	0,01	1,265

Critère de calcul : Longueur imposée

Longueur du pieu (m) : 10,00

Appliquer un facteur réducteur d'effet de groupe : Non

Contrôle de la résistance structurale de la section : Non

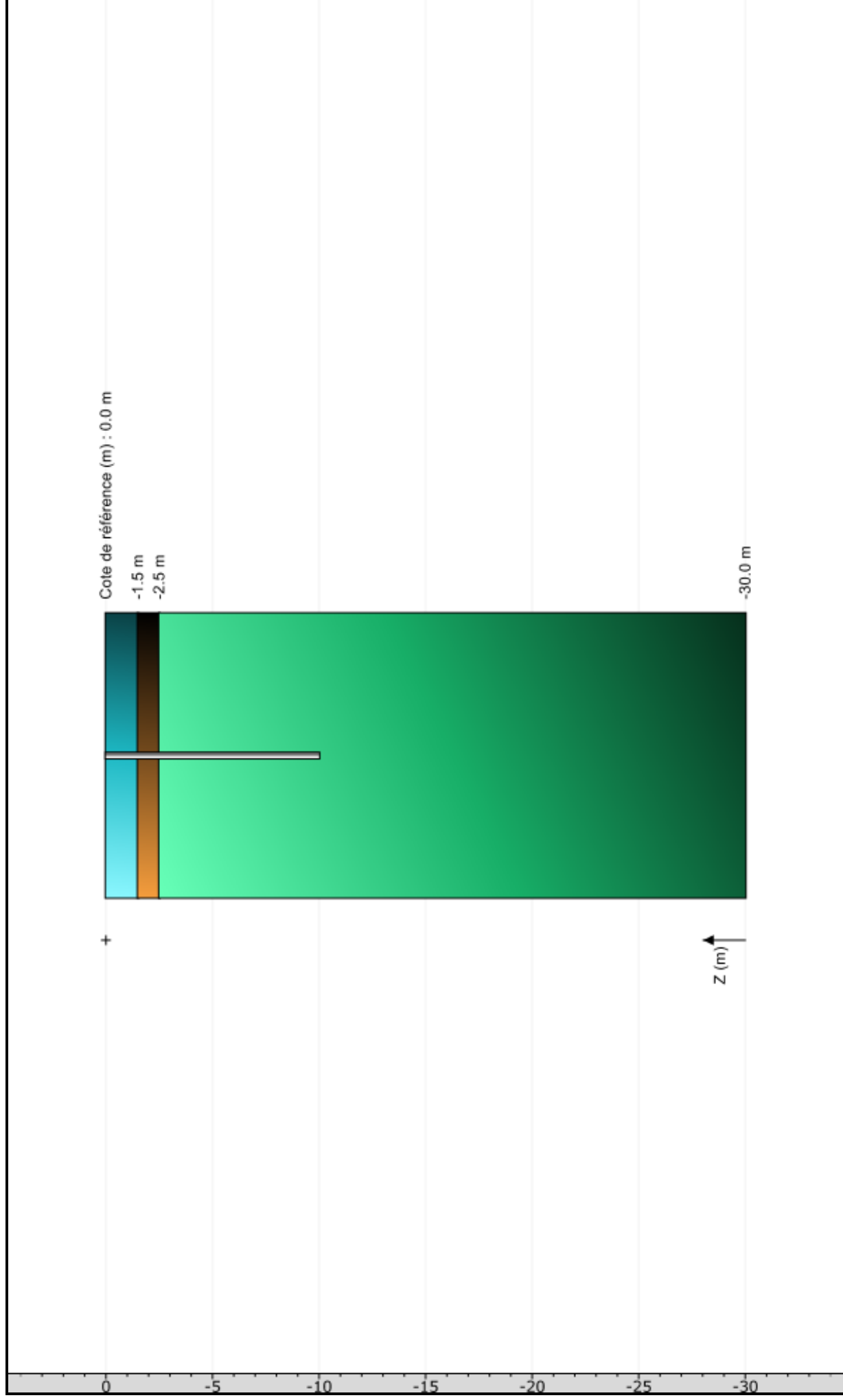


FoXta v4  
v4.1.12

Imprimé le : 29/08/2023 - 10:51:09  
Calcul réalisé par : GINGER CEBTP

Projet : verif micropieux vrai modele S3  
Module : Fondprof (Pieu 3/3)  
Titre du calcul : Dimensionnement appuis n°1, 2 et 3 micropieux

# Onglet "Calcul"



File : C:\Users\L34A2~1.LEG\AppData\Local\Temp\Terrasol\FoXta v4\15972\FP.8.resu

Calcul réalisé le : 29/08/2023 à 10h50  
par : GINGER CEBTP

## Options du calcul :

- calcul basé sur des paramètres issus du pressiomètre de Ménard
- calcul selon les règles de la norme NF P 94 262
- profil de pression limite pl\* défini par couche
- pour pieu de catégorie : 18
- pour pieu travaillant en compression

Combinaisons	ELS-QP	ELS-CARA	ELU-FOND	ELU-ACC
Frottement	0.636	0.778	0.909	1.000
Pointe	0.000	0.000	0.000	0.000

Cote de référence : 0.000

Section du pieu : 0.049  
Périmètre : 0.785

## Caractéristiques des couches (données utilisateur)

couche	base	pl*	qsl	kpmin	kpmax	gamrd
01	-1.50	300.0	0.01	1.00	0.01	1.26
02	-2.50	300.0	29.25	1.00	0.01	1.26
03	-30.00	2500.0	52.24	1.00	0.01	1.26

Pas du calcul : 0.10

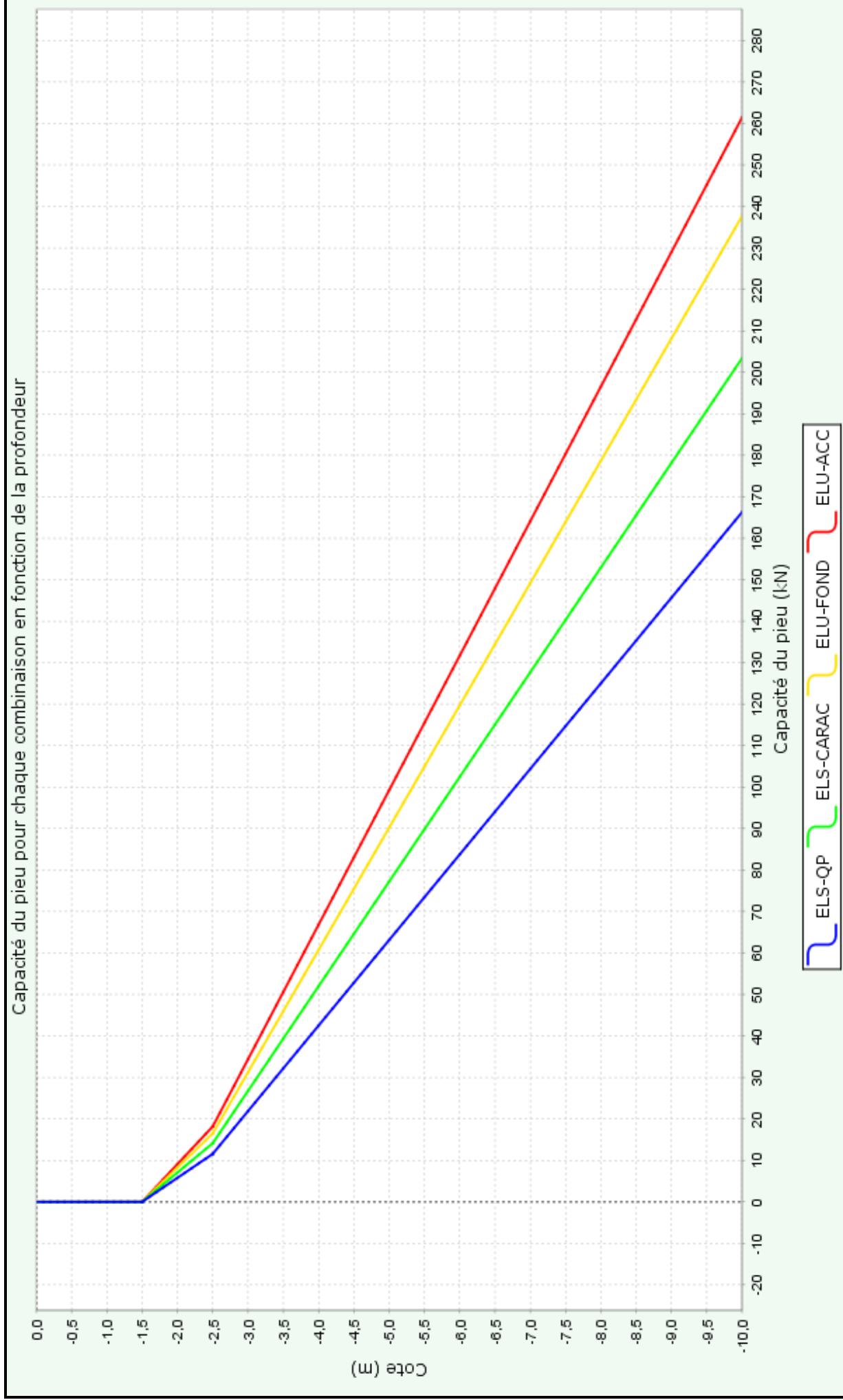
\*\*\*\*\*  
\*\*\*SOLUTION\*\*\*  
\*\*\*\*\*

Calcul à longueur imposée : L = 10.00

couche	cote	qsl	ple	kp	Qs	Qp	ELS-QP	ELS-CARA	ELU-FOND	ELU-ACC
01	0.00	0.01	300.0	0.010	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
01	-0.10	0.01	300.0	0.010	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
01	-0.20	0.01	300.0	0.010	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
01	-0.30	0.01	300.0	0.010	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
01	-0.40	0.01	300.0	0.010	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
01	-0.50	0.01	300.0	0.010	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
01	-0.60	0.01	300.0	0.010	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
01	-0.70	0.01	300.0	0.010	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
01	-0.80	0.01	300.0	0.010	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
01	-0.90	0.01	300.0	0.010	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
01	-1.00	0.01	300.0	0.010	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
01	-1.10	0.01	410.0	0.010	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0
01	-1.20	0.01	520.0	0.010	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0
01	-1.30	0.01	630.0	0.010	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0
01	-1.40	0.01	740.0	0.010	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0
01	-1.50	0.01	850.0	0.010	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0
01	-1.50	0.01	850.0	0.010	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0
02	-1.50	29.25	1033.3	0.010	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0
02	-1.60	29.25	1125.0	0.010	2.3	0.6	1.2	1.4	1.7	1.8
02	-1.70	29.25	1205.9	0.010	4.6	0.6	2.3	2.8	3.3	3.6
02	-1.80	29.25	1277.8	0.010	6.9	0.6	3.5	4.2	5.0	5.5
02	-1.90	29.25	1342.1	0.010	9.2	0.7	4.6	5.7	6.6	7.3

02	-2.00	29.25	1400.0	0.010	11.5	0.7	5.8	7.1	8.3	9.1
02	-2.10	29.25	1510.0	0.010	13.8	0.7	6.9	8.5	9.9	10.9
02	-2.20	29.25	1620.0	0.010	16.1	0.8	8.1	9.9	11.6	12.7
02	-2.30	29.25	1730.0	0.010	18.4	0.8	9.2	11.3	13.2	14.5
02	-2.40	29.25	1840.0	0.010	20.7	0.9	10.4	12.7	14.9	16.4
02	-2.50	29.25	1950.0	0.010	23.0	1.0	11.6	14.1	16.5	18.2
02	-2.50	29.25	1950.0	0.010	23.0	1.0	11.6	14.1	16.5	18.2
03	-2.50	52.24	2500.0	0.010	23.0	1.2	11.6	14.1	16.5	18.2
03	-2.60	52.24	2500.0	0.010	27.1	1.2	13.6	16.7	19.5	21.4
03	-2.70	52.24	2500.0	0.010	31.2	1.2	15.7	19.2	22.4	24.7
03	-2.80	52.24	2500.0	0.010	35.3	1.2	17.7	21.7	25.4	27.9
03	-2.90	52.24	2500.0	0.010	39.4	1.2	19.8	24.2	28.3	31.1
03	-3.00	52.24	2500.0	0.010	43.5	1.2	21.9	26.8	31.3	34.4
03	-3.10	52.24	2500.0	0.010	47.6	1.2	23.9	29.3	34.2	37.6
03	-3.20	52.24	2500.0	0.010	51.7	1.2	26.0	31.8	37.2	40.9
03	-3.30	52.24	2500.0	0.010	55.8	1.2	28.1	34.3	40.1	44.1
03	-3.40	52.24	2500.0	0.010	59.9	1.2	30.1	36.8	43.1	47.4
03	-3.50	52.24	2500.0	0.010	64.0	1.2	32.2	39.4	46.0	50.6
03	-3.60	52.24	2500.0	0.010	68.1	1.2	34.2	41.9	48.9	53.8
03	-3.70	52.24	2500.0	0.010	72.2	1.2	36.3	44.4	51.9	57.1
03	-3.80	52.24	2500.0	0.010	76.3	1.2	38.4	46.9	54.8	60.3
03	-3.90	52.24	2500.0	0.010	80.4	1.2	40.4	49.5	57.8	63.6
03	-4.00	52.24	2500.0	0.010	84.5	1.2	42.5	52.0	60.7	66.8
03	-4.10	52.24	2500.0	0.010	88.6	1.2	44.6	54.5	63.7	70.1
03	-4.20	52.24	2500.0	0.010	92.7	1.2	46.6	57.0	66.6	73.3
03	-4.30	52.24	2500.0	0.010	96.8	1.2	48.7	59.6	69.6	76.6
03	-4.40	52.24	2500.0	0.010	100.9	1.2	50.7	62.1	72.5	79.8
03	-4.50	52.24	2500.0	0.010	105.0	1.2	52.8	64.6	75.5	83.0
03	-4.60	52.24	2500.0	0.010	109.1	1.2	54.9	67.1	78.4	86.3
03	-4.70	52.24	2500.0	0.010	113.2	1.2	56.9	69.7	81.4	89.5
03	-4.80	52.24	2500.0	0.010	117.4	1.2	59.0	72.2	84.3	92.8
03	-4.90	52.24	2500.0	0.010	121.5	1.2	61.1	74.7	87.3	96.0
03	-5.00	52.24	2500.0	0.010	125.6	1.2	63.1	77.2	90.2	99.3
03	-5.10	52.24	2500.0	0.010	129.7	1.2	65.2	79.7	93.2	102.5
03	-5.20	52.24	2500.0	0.010	133.8	1.2	67.3	82.3	96.1	105.7
03	-5.30	52.24	2500.0	0.010	137.9	1.2	69.3	84.8	99.1	109.0
03	-5.40	52.24	2500.0	0.010	142.0	1.2	71.4	87.3	102.0	112.2
03	-5.50	52.24	2500.0	0.010	146.1	1.2	73.4	89.8	105.0	115.5
03	-5.60	52.24	2500.0	0.010	150.2	1.2	75.5	92.4	107.9	118.7
03	-5.70	52.24	2500.0	0.010	154.3	1.2	77.6	94.9	110.9	122.0
03	-5.80	52.24	2500.0	0.010	158.4	1.2	79.6	97.4	113.8	125.2
03	-5.90	52.24	2500.0	0.010	162.5	1.2	81.7	99.9	116.8	128.4
03	-6.00	52.24	2500.0	0.010	166.6	1.2	83.8	102.5	119.7	131.7
03	-6.10	52.24	2500.0	0.010	170.7	1.2	85.8	105.0	122.7	134.9
03	-6.20	52.24	2500.0	0.010	174.8	1.2	87.9	107.5	125.6	138.2
03	-6.30	52.24	2500.0	0.010	178.9	1.2	89.9	110.0	128.6	141.4
03	-6.40	52.24	2500.0	0.010	183.0	1.2	92.0	112.5	131.5	144.7
03	-6.50	52.24	2500.0	0.010	187.1	1.2	94.1	115.1	134.4	147.9
03	-6.60	52.24	2500.0	0.010	191.2	1.2	96.1	117.6	137.4	151.1
03	-6.70	52.24	2500.0	0.010	195.3	1.2	98.2	120.1	140.3	154.4
03	-6.80	52.24	2500.0	0.010	199.4	1.2	100.3	122.6	143.3	157.6
03	-6.90	52.24	2500.0	0.010	203.5	1.2	102.3	125.2	146.2	160.9
03	-7.00	52.24	2500.0	0.010	207.6	1.2	104.4	127.7	149.2	164.1
03	-7.10	52.24	2500.0	0.010	211.7	1.2	106.4	130.2	152.1	167.4
03	-7.20	52.24	2500.0	0.010	215.8	1.2	108.5	132.7	155.1	170.6
03	-7.30	52.24	2500.0	0.010	219.9	1.2	110.6	135.3	158.0	173.9
03	-7.40	52.24	2500.0	0.010	224.0	1.2	112.6	137.8	161.0	177.1
03	-7.50	52.24	2500.0	0.010	228.1	1.2	114.7	140.3	163.9	180.3
03	-7.60	52.24	2500.0	0.010	232.2	1.2	116.8	142.8	166.9	183.6
03	-7.70	52.24	2500.0	0.010	236.3	1.2	118.8	145.4	169.8	186.8
03	-7.80	52.24	2500.0	0.010	240.4	1.2	120.9	147.9	172.8	190.1
03	-7.90	52.24	2500.0	0.010	244.5	1.2	122.9	150.4	175.7	193.3
03	-8.00	52.24	2500.0	0.010	248.6	1.2	125.0	152.9	178.7	196.6
03	-8.10	52.24	2500.0	0.010	252.7	1.2	127.1	155.4	181.6	199.8
03	-8.20	52.24	2500.0	0.010	256.9	1.2	129.1	158.0	184.6	203.0
03	-8.30	52.24	2500.0	0.010	261.0	1.2	131.2	160.5	187.5	206.3
03	-8.40	52.24	2500.0	0.010	265.1	1.2	133.3	163.0	190.5	209.5
03	-8.50	52.24	2500.0	0.010	269.2	1.2	135.3	165.5	193.4	212.8
03	-8.60	52.24	2500.0	0.010	273.3	1.2	137.4	168.1	196.4	216.0
03	-8.70	52.24	2500.0	0.010	277.4	1.2	139.5	170.6	199.3	219.3
03	-8.80	52.24	2500.0	0.010	281.5	1.2	141.5	173.1	202.3	222.5
03	-8.90	52.24	2500.0	0.010	285.6	1.2	143.6	175.6	205.2	225.7
03	-9.00	52.24	2500.0	0.010	289.7	1.2	145.6	178.2	208.2	229.0
03	-9.10	52.24	2500.0	0.010	293.8	1.2	147.7	180.7	211.1	232.2
03	-9.20	52.24	2500.0	0.010	297.9	1.2	149.8	183.2	214.0	235.5
03	-9.30	52.24	2500.0	0.010	302.0	1.2	151.8	185.7	217.0	238.7
03	-9.40	52.24	2500.0	0.010	306.1	1.2	153.9	188.2	219.9	242.0
03	-9.50	52.24	2500.0	0.010	310.2	1.2	156.0	190.8	222.9	245.2
03	-9.60	52.24	2500.0	0.010	314.3	1.2	158.0	193.3	225.8	248.5
03	-9.70	52.24	2500.0	0.010	318.4	1.2	160.1	195.8	228.8	251.7
03	-9.80	52.24	2500.0	0.010	322.5	1.2	162.1	198.3	231.7	254.9
03	-9.90	52.24	2500.0	0.010	326.6	1.2	164.2	200.9	234.7	258.2
03	-10.00	52.24	2500.0	0.010	330.7	1.2	166.3	203.4	237.6	261.4
03	-10.00	52.24	2500.0	0.010	330.7	1.2	166.3	203.4	237.6	261.4

# Capacité du pieu pour chaque combinaison en fonction de la profondeur



## ***ANNEXE 5 – NOTES DE CALCUL : VERIFICATION DE LA STABILITE GENERALE DES MURS DE SOUTÈNEMENT***

# Données du projet

Numéro d'affaire : NRE1.N.026

Titre du calcul : CHARLEVILLE MEZIERES - Vérification stabilité générale Mur à Façades Nord et Ouest

Lieu : N/A

Commentaires : N/A

Système d'unités : kN, kPa, kN/m3

γw : 10.0

Couches de sol

	Nom	Couleur	γ	φ	c	Δc	qs clous	pl	KsB	Anisotropie	Favorable	Coefficients de sécurité spécifiques
1	Remblais		18,0	25,00	3,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non
2	Schistes altérés		19,0	30,00	5,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non
3	Béton		25,0	45,00	150,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non

## Couches de sol (cont.)

	Nom	Couleur	Γγ	Γc	Γtan(φ)	Type de cohésion	Courbe
1	Remblais		-	-	-	Effective	Linéaire
2	Schistes altérés		-	-	-	Effective	Linéaire
3	Béton		-	-	-	Effective	Linéaire

## Points

	X	Y		X	Y		X	Y		X	Y		X	Y		X	Y
1	0,000	20,000	2	20,000	20,000	3	21,100	20,000	4	21,500	16,900	5	20,000	16,900	6	20,000	15,600
7	22,800	15,600	8	22,800	16,900	9	50,000	16,900	10	0,000	15,900	11	20,000	15,900	12	22,800	15,900
13	50,000	15,900															

## Segments

	Point 1	Point 2		Point 1	Point 2		Point 1	Point 2		Point 1	Point 2		Point 1	Point 2		Point 1	Point 2		Point 1	Point 2
1	1	2	2	2	3	3	3	4	4	4	8	5	8	9	6	2	5	8	6	7
10	5	11	11	6	11	12	7	12	13	8	12	14	10	11	15	12	13			

## Surcharges réparties

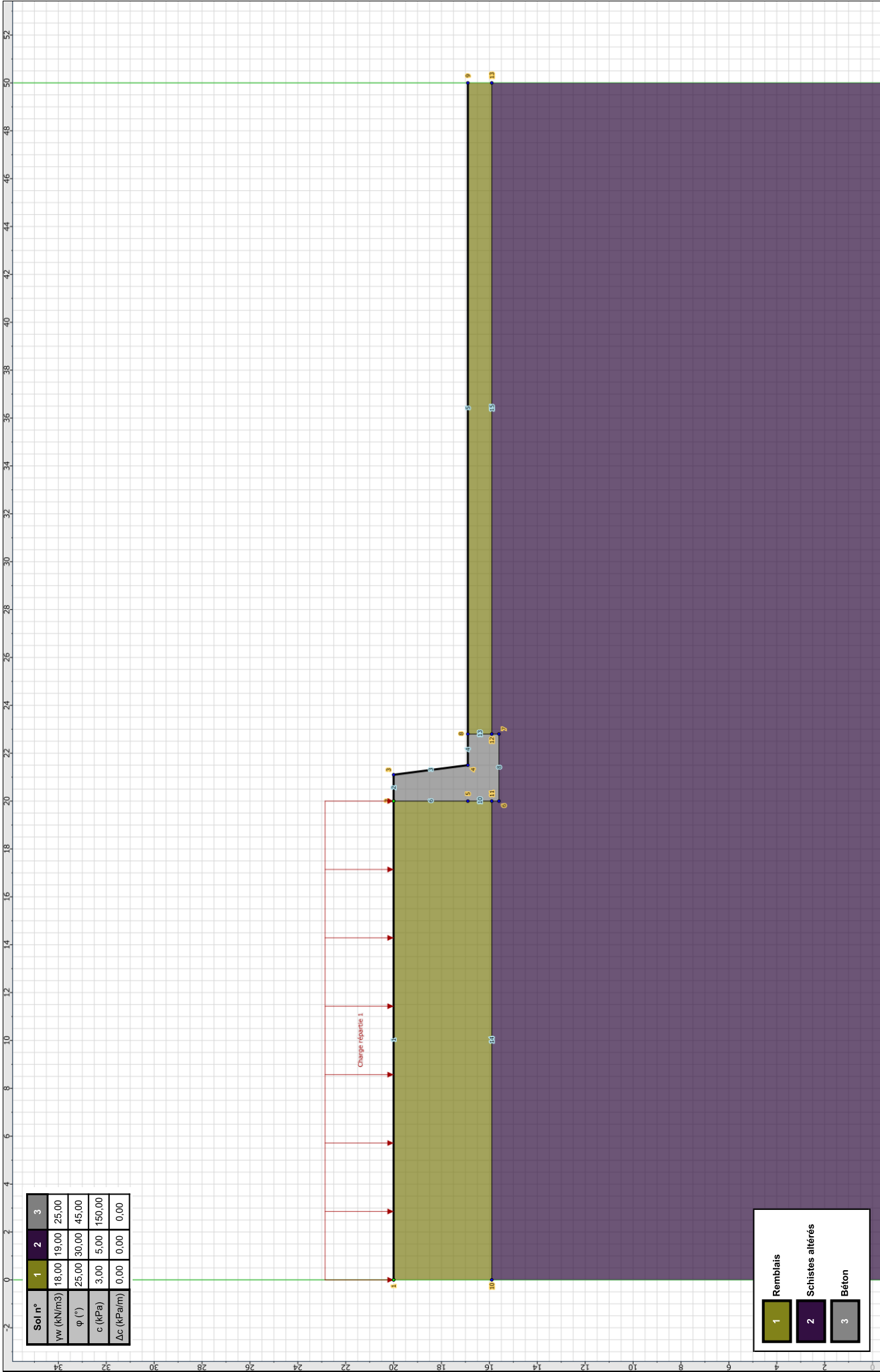
	Nom	X gauche	Y gauche	q gauche	X droite	Y droite	q droite	Ang/horizontale
1	Charge répartie 1	0,000	20,000	15,0	20,000	20,000	15,0	90,00



Talren v5  
v5.2.10

Imprimé le : 7 août 2023 16:27:44  
Calcul réalisé par : GINGER CEBTP  
Projet : CHARLEVILLE MEZIERES - Vérification stabilité générale Mur à Façades Nord et Ouest

Echelle 1:214



Sol n°	1	2	3
$\gamma_w$ (kN/m <sup>3</sup> )	18,00	19,00	25,00
$\phi$ (°)	25,00	30,00	45,00
c (kPa)	3,00	5,00	150,00
$\Delta c$ (kPa/m)	0,00	0,00	0,00

1	Remblais
2	Schistes altérés
3	Béton

Talren v5  
v5.2.10

Imprimé le : 7 août 2023 16:27:44  
Calcul réalisé par : GINGER CEBTP

Projet : CHARLEVILLE MEZIERES - Vérification stabilité générale Mur à Façades Nord

# Données de la phase 1

Nom de la phase : Phase 1

Détermination de l'enveloppe du talus : automatique

Segments de la phase

	Point 1	Point 2	Sol sous-jacent		Point 1	Point 2	Sol sous-jacent		Point 1	Point 2	Sol sous-jacent
1	1	2	Remblais	2	2	3	Béton	3	3	4	Béton
4	4	8	Béton	5	8	9	Remblais	6	2	5	Béton
8	6	7	Schistes altérés	10	5	11	Béton	11	6	11	Béton
12	7	12	Béton	13	8	12	Béton	14	10	11	Schistes altérés
15	12	13	Schistes altérés								

Liste des éléments activés

Surcharges réparties : Charge répartie 1

Conditions hydrauliques : Néant



Talren v5  
v5.2.10

Imprimé le : 7 août 2023 16:27:44  
Calcul réalisé par : GINGER CEBTP  
Projet : CHARLEVILLE MEZIERES - Vérification stabilité générale Mur à Façades Nord et Ouest

# Données de la situation 1

Nom de la phase : Phase 1  
Nom de la situation : Situation 1  
Méthode de calcul : Bishop  
Jeu de coefficients de sécurité pour cette situation : Eurocode - Fondamental - Ouvrage courant  
Détail du jeu de coefficients de sécurité

Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient
$\Gamma_{min}$	1,000	$\Gamma_{s1}$	1,000	$\Gamma_{s1}$	1,000	$\Gamma_{\phi}$	1,250	$\Gamma_{c'}$	1,250	$\Gamma_{cu}$	1,400
$\Gamma_Q$	1,300	$\Gamma_{qsl,clou,ab}$	1,000	$\Gamma_{qsl,clou,es}$	1,100	$\Gamma_{qsl,tirant,ab}$	1,400	$\Gamma_{qsl,tirant,es}$	1,000	$\Gamma_{qsl,bande}$	1,100
$\Gamma_{pl}$	1,400	$\Gamma_{a,clou}$	1,000	$\Gamma_{a,tirant}$	1,000	$\Gamma_{a,bande}$	1,250	$\Gamma_{bouton}$	1,000	$\Gamma_{s3}$	1,100

Type de surface de rupture : Circulaire manuelle  
Origine du quadrillage manuel : X= 18,500; Y= 20,500  
Incrément en X / Incrément en Y : X= 1,000; Y= 1,000  
Angle du maillage par rapport à : l'horizontale= 0,00; la verticale= 0,00  
Nombre de centres en X / en Y : en X= 20; en Y= 20  
Incrément sur le rayon : 1,000  
Nombre d'incréments sur le rayon : 10  
Abscisse émergence limite aval : 2,500  
Type de recherche : Point de passage imposé  
Point de passage imposé : X= 20,000; Y= 15,600  
Nombre de tranches : 100  
Prise en compte du séisme : Non  
Résultats  
Coefficient de sécurité minimal : 1,4414  
Coordonnées du centre critique et rayon du cercle critique : N°= 194; X0= 22,50; Y0= 21,50; R= 6,40

Sol n°	1	2	3
$\gamma_w$ (kN/m <sup>3</sup> )	18,00	19,00	25,00
$\varphi$ (°)	25,00	30,00	45,00
c (kPa)	3,00	5,00	150,00
$\Delta c$ (kPa/m)	0,00	0,00	0,00

Phase : Phase 1 / Situation : Situation 1

1,44

1	Remblais
2	Schistes altérés
3	Béton

Méthode de calcul : Bishop  
Jeu de coefficients de sécurité : Eurocode - Fondamental - Ouvrage courant  
**Fmin = 1,4414**

# Données du projet

Numéro d'affaire : NRE1.N.026

Titre du calcul : CHARLEVILLE MEZIERES - Vérification stabilité générale Mur à Façade sud

Lieu : N/A

Commentaires : N/A

Système d'unités : kN, kPa, kN/m3

γw : 10.0

Couches de sol

	Nom	Couleur	γ	φ	c	Δc	qs clous	pl	KsB	Anisotropie	Favorable	Coefficients de sécurité spécifiques
1	Remblais		18,0	25,00	3,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non
2	Schistes altérés		19,0	30,00	5,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non
3	Béton		25,0	45,00	150,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non

## Couches de sol (cont.)

	Nom	Couleur	Γγ	Γc	Γtan(φ)	Type de cohésion	Courbe
1	Remblais		-	-	-	Effective	Linéaire
2	Schistes altérés		-	-	-	Effective	Linéaire
3	Béton		-	-	-	Effective	Linéaire

## Points

	X	Y		X	Y		X	Y		X	Y		X	Y		X	Y
1	0,000	20,000	2	20,000	20,000	3	21,100	20,000	4	21,500	16,900	5	20,000	16,900	6	20,000	15,600
7	22,800	15,600	8	22,800	16,900	9	50,000	16,900	10	0,000	15,900	11	20,000	15,900	12	22,800	15,900
13	50,000	15,900															

## Segments

	Point 1	Point 2		Point 1	Point 2		Point 1	Point 2		Point 1	Point 2		Point 1	Point 2		Point 1	Point 2		Point 1	Point 2
1	1	2	2	2	3	3	3	4	4	4	8	5	8	9	6	2	5	8	6	7
10	5	11	11	6	11	12	7	12	13	8	12	14	10	11	15	12	13			

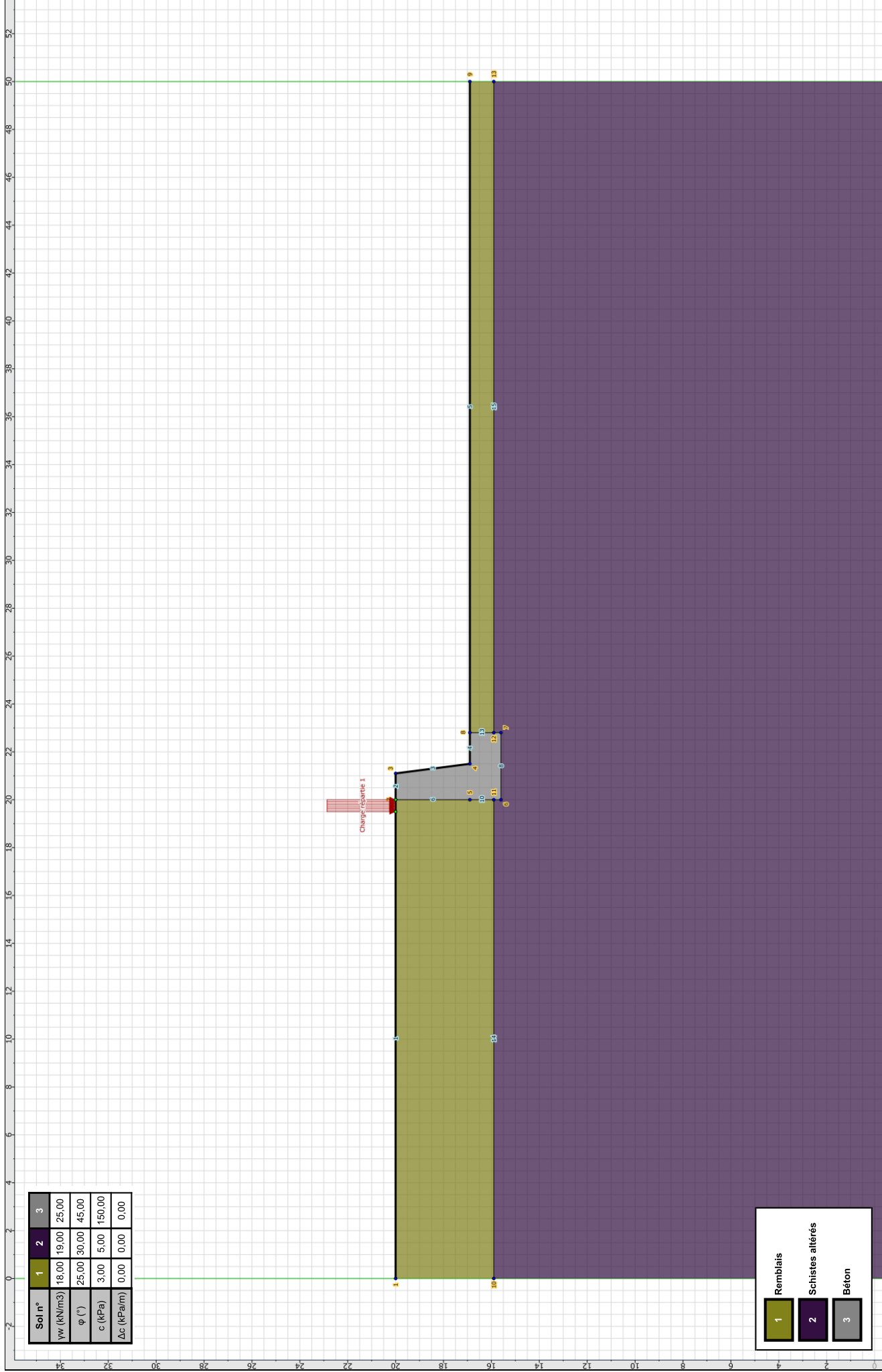
## Surcharges réparties

	Nom	X gauche	Y gauche	q gauche	X droite	Y droite	q droite	Ang/horizontale
1	Charge répartie 1	19,500	20,000	100,0	20,000	20,000	100,0	90,00



Talren v5  
v5.2.10

Imprimé le : 7 août 2023 16:32:17  
Calcul réalisé par : GINGER CEBTP  
Projet : CHARLEVILLE MEZIERES - Vérification stabilité générale Mur à Façade sud



# Données de la phase 1

Nom de la phase : Phase 1

Détermination de l'enveloppe du talus : automatique

Segments de la phase

	Point 1	Point 2	Sol sous-jacent		Point 1	Point 2	Sol sous-jacent		Point 1	Point 2	Sol sous-jacent
1	1	2	Remblais	2	2	3	Béton	3	3	4	Béton
4	4	8	Béton	5	8	9	Remblais	6	2	5	Béton
8	6	7	Schistes altérés	10	5	11	Béton	11	6	11	Béton
12	7	12	Béton	13	8	12	Béton	14	10	11	Schistes altérés
15	12	13	Schistes altérés								

Liste des éléments activés

Surcharges réparties : Charge répartie 1

Conditions hydrauliques : Néant



Talren v5  
v5.2.10

Imprimé le : 7 août 2023 16:32:17  
Calcul réalisé par : GINGER CEBTP  
Projet : CHARLEVILLE MEZIERES - Vérification stabilité générale Mur à Façade sud

# Données de la situation 1

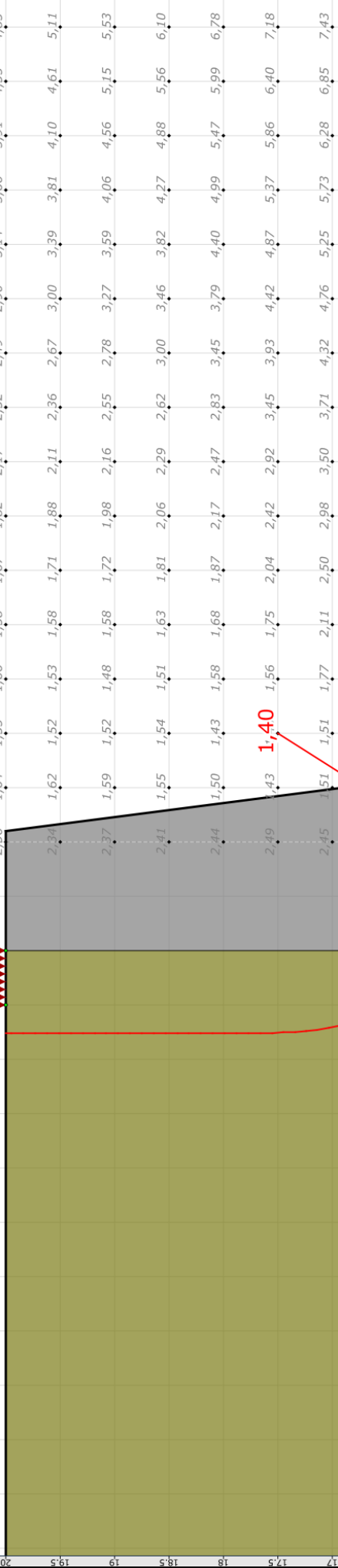
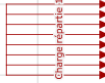
Nom de la phase : Phase 1  
Nom de la situation : Situation 1  
Méthode de calcul : Bishop  
Jeu de coefficients de sécurité pour cette situation : Eurocode - Fondamental - Ouvrage courant  
Détail du jeu de coefficients de sécurité

Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient
$\Gamma_{min}$	1,000	$\Gamma_{s1}$	1,000	$\Gamma'_{s1}$	1,000	$\Gamma_{\phi}$	1,250	$\Gamma_{c'}$	1,250	$\Gamma_{cu}$	1,400
$\Gamma_Q$	1,300	$\Gamma_{qsl,clou,ab}$	1,000	$\Gamma_{qsl,clou,es}$	1,100	$\Gamma_{qsl,tirant,ab}$	1,400	$\Gamma_{qsl,tirant,es}$	1,000	$\Gamma_{qsl,bande}$	1,100
$\Gamma_{pl}$	1,400	$\Gamma_{a,clou}$	1,000	$\Gamma_{a,tirant}$	1,000	$\Gamma_{a,bande}$	1,250	$\Gamma_{bouton}$	1,000	$\Gamma_{s3}$	1,100

Type de surface de rupture : Circulaire manuelle  
Origine du quadrillage manuel : X= 21,000; Y= 16,500  
Incrément en X / Incrément en Y : X= 0,500; Y= 0,500  
Angle du maillage par rapport à : l'horizontale= 0,00; la verticale= 0,00  
Nombre de centres en X / en Y : en X= 20; en Y= 20  
Incrément sur le rayon : 1,000  
Nombre d'incréments sur le rayon : 10  
Abscisse émergence limite aval : 2,500  
Type de recherche : Point de passage imposé  
Point de passage imposé : X= 20,000; Y= 15,600  
Nombre de tranches : 100  
Prise en compte du séisme : Non  
Résultats  
Coefficient de sécurité minimal : 1,4041  
Coordonnées du centre critique et rayon du cercle critique : N°= 241; X0= 22,00; Y0= 17,50; R= 2,76

Sol n°	1	2	3
$\gamma_w$ (kN/m <sup>3</sup> )	18,00	19,00	25,00
$\varphi$ (°)	25,00	30,00	45,00
c (kPa)	3,00	5,00	150,00
$\Delta c$ (kPa/m)	0,00	0,00	0,00

Phase : Phase 1 / Situation : Situation 1



1	Remblais
2	Schistes altérés
3	Béton

Méthode de calcul : Bishop  
Jeu de coefficients de sécurité : Eurocode - Fondamental - Ouvrage courant  
**Fmin = 1,4041**



[www.groupe-cebtp.com](http://www.groupe-cebtp.com)

## CONTACT

### **Agence de Reims**

27A Rue des Blancs Monts,

51350 CORMONTREUIL

Tél. : +33 (0) 3 26 87 86 00

Fax. : +33 (0) 3 26 87 86 01