



1, rue des Joncs Marins  
27600 Gaillon

Tél : 06 84 32 00 00  
06 84 30 29 66  
Courriel : contact@etudesgeo.fr

## **G2 – PRO**

### **ENTREPRISE VERLEYEN**

#### **SITE D.G.A.**

**1, Chaussée du Vexin**

**27100 Val-de-Reuil**

## **CLIENTS**

Nom :	VERLEYEN
Interlocuteur :	Mme Laurène Meunier
Téléphone :	06 81 41 08 00
Courriel :	l.meunier@verleyen-terrassement.fr
Adresse :	3, route de Champenard – Le Buisson 27600 Saint-Aubin-sur-Gaillon

## **REFERENCES ETUDES**

Référence commande - Dossier n° : 2024 – EG - FB – 746 - 0			
Date	Indice	Observation / Modifications	Responsable – Rédacteur
12/11/2024	0	Rapport d'Etude géotechnique G2 PRO	F. Barachet

## Table des matières

1	CADRE GENERAL DE LA MISSION .....	3
1.1	Définition de la Mission.....	3
1.2	Description du projet et du contexte de la reconnaissance (au stade de notre mission) .....	5
1.3	Description du contexte de la reconnaissance (au stade de notre mission) .....	8
1.4	Documents remis et informations transmises .....	13
1.5	Observations .....	13
2	ETUDE DOCUMENTAIRE DU SITE ET DES RISQUES.....	14
2.1	Contexte Géologique.....	14
2.2	Hydrogéologie – Risque d’inondations .....	14
2.3	Phénomènes de retrait/gonflement des sols argileux .....	16
2.4	Risque de mouvements de terrain .....	16
2.5	Base de données des cavités souterraines BRGM .....	17
2.6	Risque Sismique.....	18
2.7	Risque Radon.....	19
2.8	Arrêtés de catastrophes naturelles pris sur la commune .....	19
3	INVESTIGATIONS .....	20
3.1	Programme de reconnaissances .....	20
3.2	Résultats des Investigations .....	21
4	DIMENSIONNEMENT DES FONDATIONS .....	28
4.1	Principe de fondations .....	28
4.2	Etats limites.....	29
4.3	Contraintes limites de calcul au stade projet.....	30
4.4	Descentes de charges.....	31
4.5	Excentrement du chargement.....	33
4.6	Vérification de la capacité portante .....	34
4.7	Glissement.....	42
4.8	Stabilité générale du site.....	42
4.9	Tassements.....	42
4.10	Dispositions diverses .....	43
4.11	Préconisations constructives vis-à-vis des risques de retrait/gonflement <b>Erreur ! Signet non défini.</b>	
5	Terrassements .....	45

# 1 CADRE GENERAL DE LA MISSION

## 1.1 Définition de la Mission

A la demande et pour le compte de la société VERLEYEN, nous avons réalisé les dimensionnements de fondations suivant l'étude géotechnique réalisée par le bureau d'études SOL CONSEIL référence 116736 SC MAS 01 a datant du 19 octobre 2022, sur le site :

- DGA - 1, Chaussée du Vexin 27100 Val de Reuil.

Le projet prévoit la création de deux extensions sur des bâtiments existants sur le terrain ci-dessus référencé.

L'étude géotechnique, ainsi que le présent rapport, correspondent, suivant la demande qui nous a été transmise à une mission **G2-PRO**, d'étude géotechnique de conception en phase Projet, par référence à la norme NFP 94-500 de novembre 2013 : Missions d'ingénierie géotechnique – Classification et spécification.

Conformément aux extraits de la norme reproduits en annexe, l'enchaînement des missions complémentaires définies doit être respecté pour suivre les étapes d'élaboration et de réalisation de toute construction.

Ces missions devront être suivies par des missions de type G2 DCE/ACT et G4. Ponctuellement une mission G5 pourra être réalisée. La mission G3 demeure à la charge de l'entreprise adjudicataire des travaux.

La cadre de cette mission est strictement de type géotechnique.

### 1.1.1 Prestations exclues de notre mission

Les prestations exclues de notre mission sont :

- La caractérisation de la pollution des sols ;
- La caractérisation des vestiges et fouilles archéologiques ;
- La recherche systématique des cavités ;
- Etude hydrogéologique du site ;
- Etudes relatives à la gestion et l'infiltration des Eaux Usées (E.U.) et Eaux Pluviales (E.P.).

**NOTA : Il est de la responsabilité du maître d'ouvrage de faire réaliser des études complémentaires de recherches de cavités, de surcroit dans les cas où des cavités existent en proximité directe du projet.**

### 1.1.2 Référentiels généraux

Dans la suite du rapport, lors de l'emploi des règlements ci-dessous retranscrits, leur utilisation sera indiquée précisément.

NF P94-500 :	Missions d'ingénierie géotechnique – Classification et spécifications (novembre 2013)
Eurocode 1 :	NF EN 1991 Actions sur les structures avec son annexe nationale (NF EN 1991/NA)
Eurocode 7 :	NF EN 1997-1 - Calcul Géotechnique – Partie 1 : Règles générales (juin 2005) avec son annexe nationale (NF EN 1997-1/NA) (septembre 2018)  NF EN 1997-2 - Calcul Géotechnique – Partie 2 : Reconnaissance des terrains et essais (septembre 2007)
Eurocode 8 :	NF EN 1998-1A1 - Calcul des structures pour leur résistance aux séismes – Partie 1 : Règles générales, actions sismiques et règles pour les bâtiments (mai 2013) avec son annexe nationale (NF EN 1998/NA)  NF EN 1998-5 Calcul des structures pour leur résistance aux séismes – Partie 5 : Fondations, ouvrages de soutènement et aspects géotechniques (septembre 2005) avec son annexe nationale (NF EN 1998-5/NA)
NF P94-261	Justification des ouvrages géotechniques – Normes d'application nationale de l'Eurocode 7 – Fondations superficielles (juin 2013) + Amendement A1 (février 2017)
NF P94-262	Justification des ouvrages géotechniques – Normes d'application nationale de l'Eurocode 7 – Fondations profondes (juillet 2012) + Amendement A1 (juillet 2018)
NF EN ISO 22476-2	Reconnaissance et essais géotechniques – Essais en place – Partie 2 : Essai de pénétration dynamique (juillet 2005)
NF EN ISO 22476-4	Reconnaissance et essais géotechniques – Essais en place – Partie 4 : Essai au pressiomètre Ménard (Mai 2015)



## 1.2 Description du projet et du contexte de la reconnaissance (au stade de notre mission)

### 1.2.1 Localisation

Le projet se situe dans la commune de Val de Reuil (27100), dans le département de l'Eure (27). L'altitude de la commune varie entre 57 m et 147 m environ (données issues du site internet [www.cartesfrance.fr](http://www.cartesfrance.fr)).

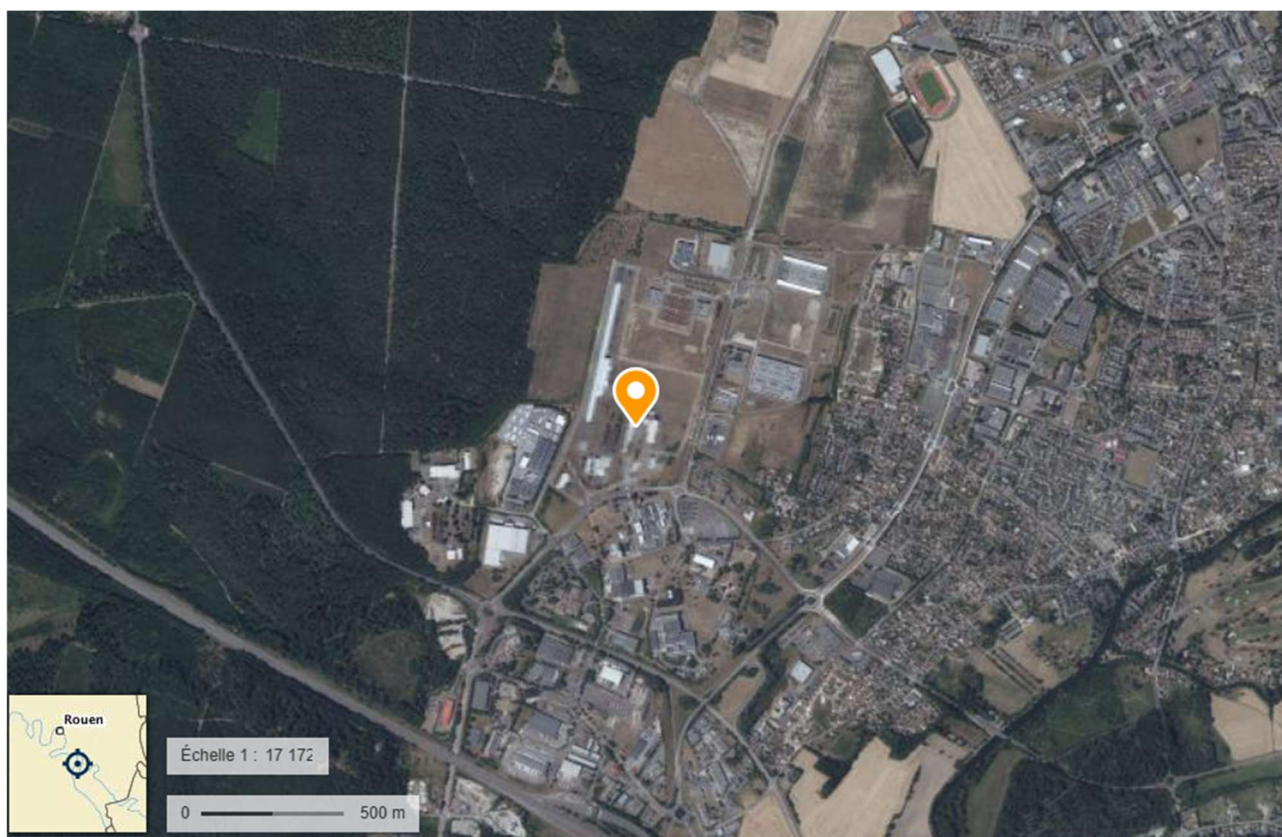


Figure 1 : Plan de localisation (données issues du site internet [www.geoportail.gouv.fr](http://www.geoportail.gouv.fr))

### 1.2.2 Projet

Le projet prévoit la construction de deux extensions sur un bâtiment existant dont l'implantation se trouve infra.

A ce stade du projet, les descentes de charges et les dimensions des fondations projetées nous ont été transmises.



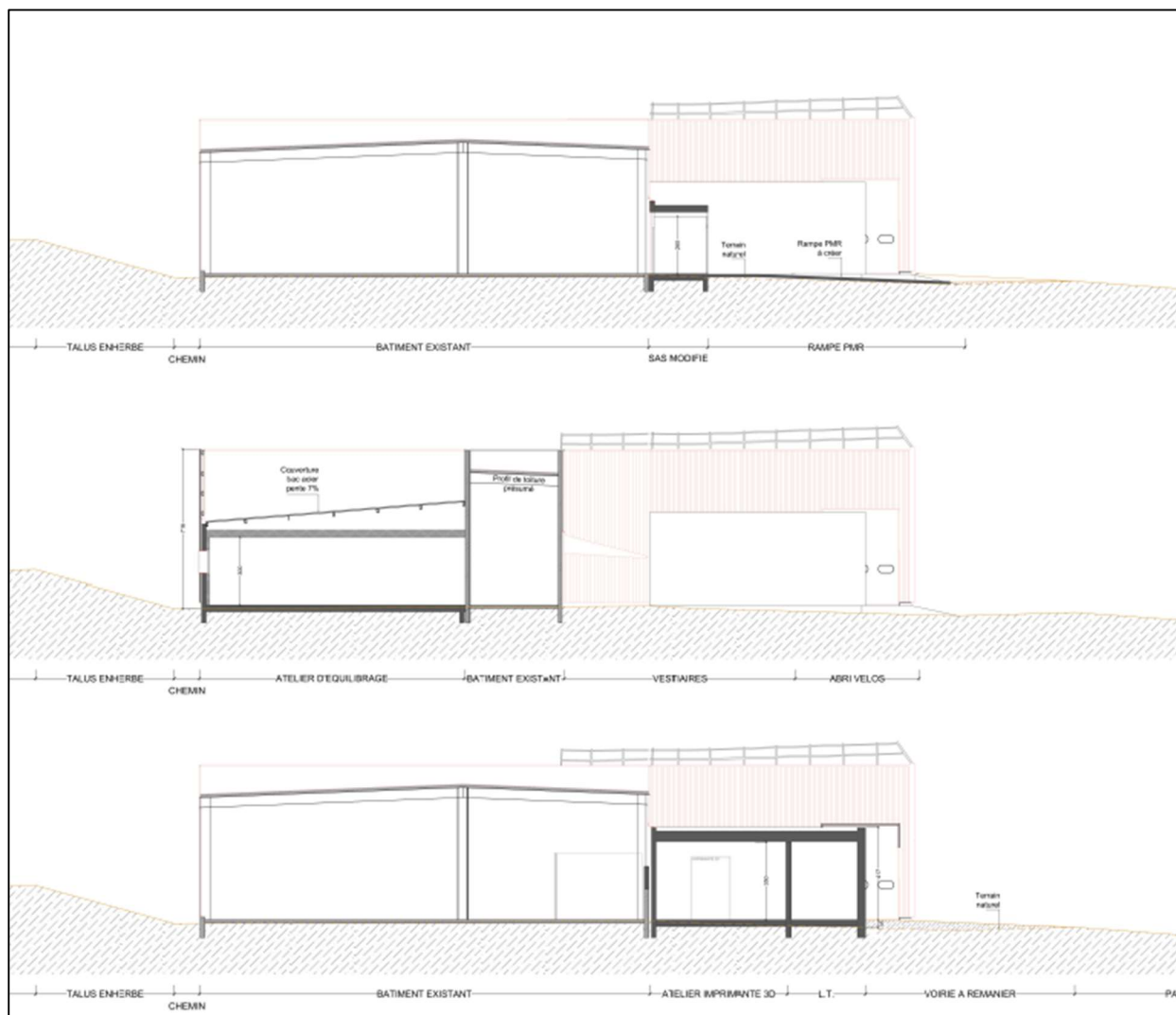


Figure 4 : Coupes, transmis par courriel le 19/09/2024

### 1.3 Description du contexte de la reconnaissance (au stade de notre mission)

#### 1.3.1 Photographies aériennes et topographie du site

##### 1.3.1.1 Photographie aérienne 1950 – 1965

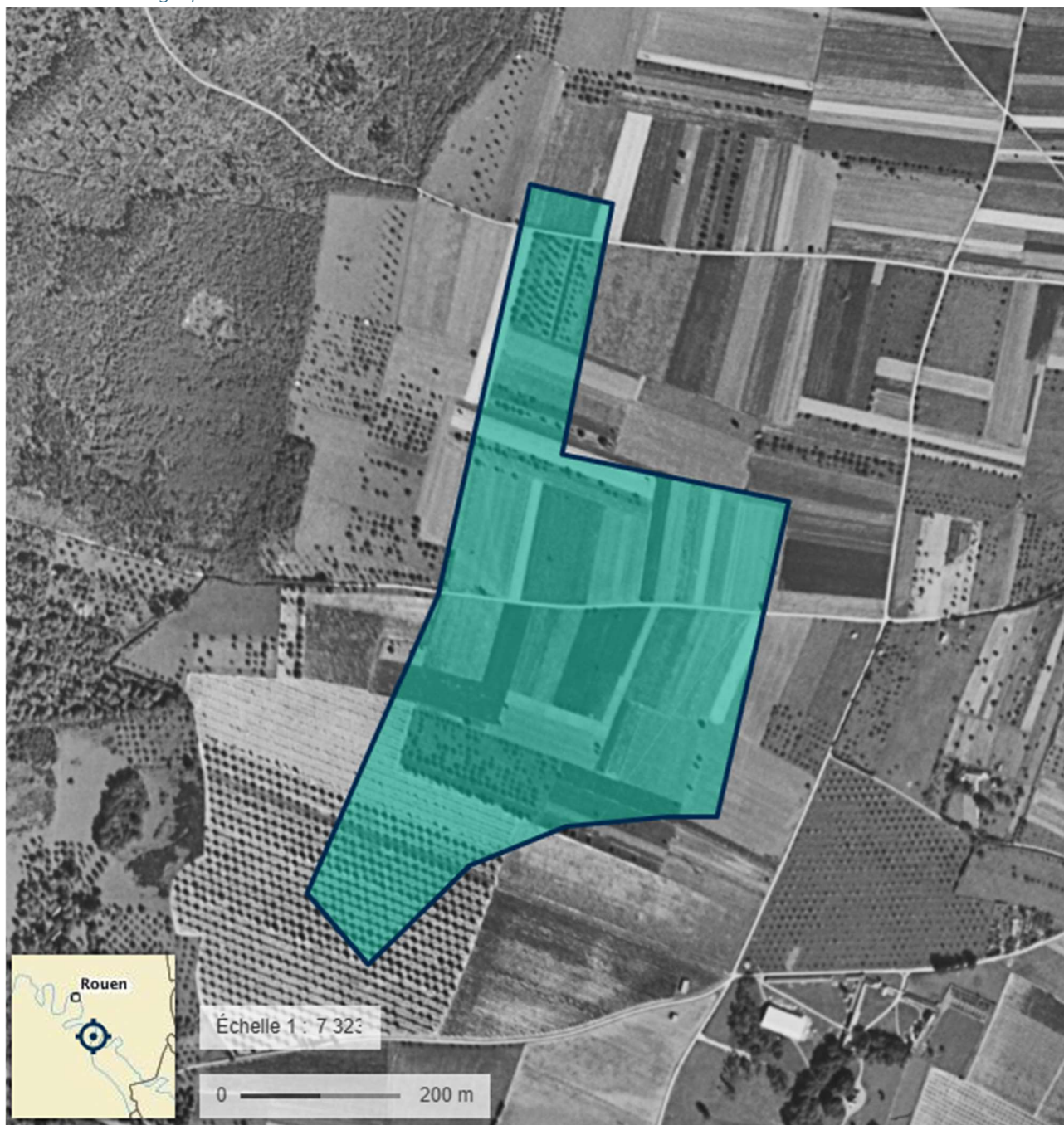


Figure 5 : Photographie aérienne entre 1950 – 1965 (données issues du site internet [www.geoportail.gouv.fr](http://www.geoportail.gouv.fr))



### 1.3.1.2 Photographie aérienne récente de la parcelle et profil topographique



Figure 6 : Photographie aérienne récente (données issues du site internet [www.geoportail.gouv.fr](http://www.geoportail.gouv.fr))

Une brève recherche historique a été menée à l'échelle de la parcelle. Les clichés ne permettent pas de visualiser très précisément la parcelle. La DGA étant un site militaire, la parcelle est floutée.

Néanmoins, la parcelle n'était pas construite en 1950-1965. Il existe depuis cette date également une densification des constructions au droit des parcelles à proximité directe du projet.

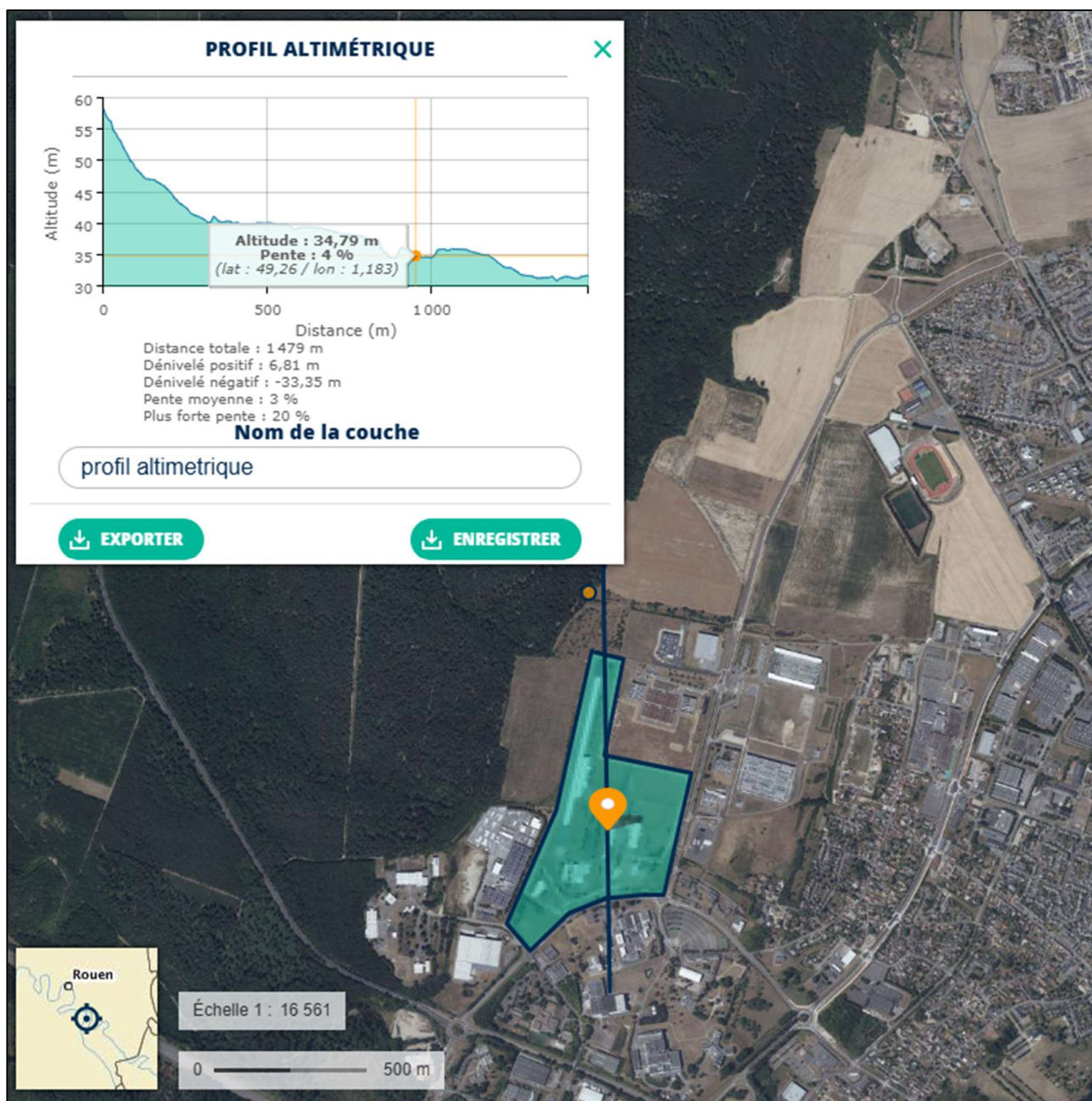


Figure 7 : Profil topographique, axe Nord/Sud (données issues du site internet [www.geoportail.gouv.fr](http://www.geoportail.gouv.fr))



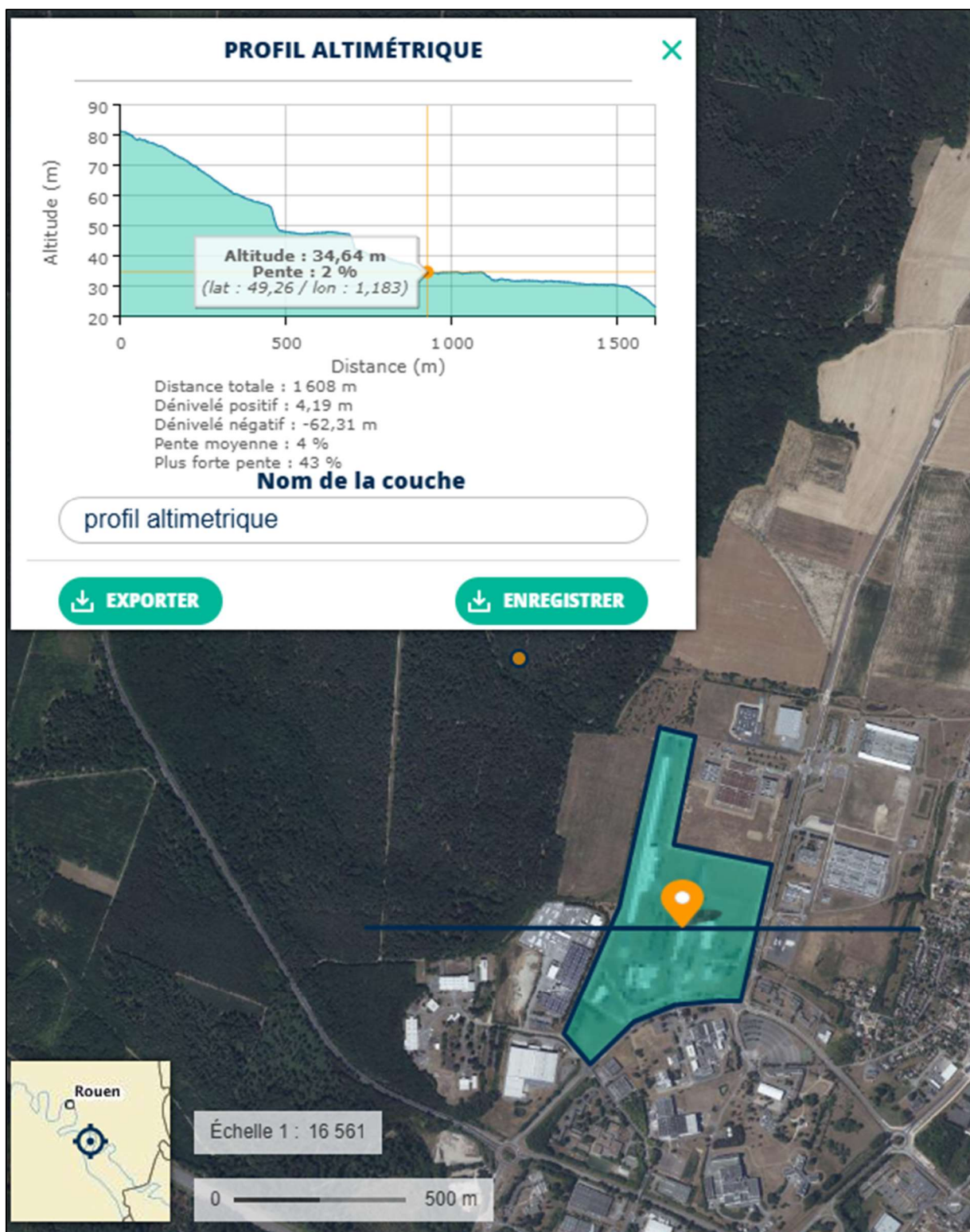


Figure 8 : Profil topographique, axe Ouest/Est (données issues du site internet [www.geoportail.gouv.fr](http://www.geoportail.gouv.fr))

Les côtes approximatives du terrain sont : (Données issues du site internet : [www.geoportail.gouv.fr](http://www.geoportail.gouv.fr))

Nord	40.2 NGF
Ouest	42.4 NGF
Sud	34.3 NGF
Est	31.9 NGF



### 1.3.2 Observations sur la parcelle lors de la réalisation des investigations (octobre 2022)

Le terrain est au droit du bâtiment à créer en enrobé et dallé sur la partie couloir à couvrir.

Le terrain ne présente pas de pente sensible.

A priori, le terrain semble dans son état naturel, à l'exception des travaux de terrassement nécessaires aux aménagements présents.

Comme il s'agit d'un site militaire, nous n'avons pas été autorisé à prendre des photographies autres que celles strictement nécessaire à notre mission.



Figure 9 : Photographie du terrain n°1 (données internes à Etudes Géo)

## 1.4 Documents remis et informations transmises

Pour la réalisation de la présente mission, les documents suivants, nous ont été remis :

- Rapport de mission de type G2-AVP établi par SOL CONSEIL, référence 116736 SC MAS 01 a datant du 19 octobre 2022, transmis par courriel le 19/09/2024 ;
- Un carnet de plans, comprenant un plan de masse, de RDC et des coupes, transmis par courriel le 19/09/2024 ;
- Un plan de récolement des réseaux existants, transmis par courriel le 20/09/2024 ;
- Plan des descentes de charges réalisé par le bureau d'études Structures INGEOUEST, transmis par courriel le 8 novembre 2024.

Selon les indications transmises par le maître d'ouvrage, le futur projet s'inscrit en catégorie géotechnique 2 selon l'Eurocode 7. Cette classification a été validée par le maître d'ouvrage.

Classes de conséquences	Condition de site	Catégorie géotechnique	Bases des justifications
CC1 (faibles)	Simple et connues	1	Expérience et reconnaissance géotechnique qualitative admises
	Complexes	2	Reconnaissance géotechnique et calculs nécessaires
CC2 (moyennes) ou CC3 (élevées)	Simple et connues	2	
	Complexes	3	Reconnaissance géotechnique et calculs approfondis

## 1.5 Observations

Il doit être noté que les conditions présentes lors de la réalisation de notre étude peuvent évoluer, par exemple avoisinant, environnement, mais également, l'implantation ou la définition du projet peuvent être modifiées.

Dans les deux cas, une nouvelle analyse devra être menée et une actualisation de nos conclusions pourrait être nécessaire.

Également, le caractère ponctuel des reconnaissances ne permet pas de détecter les aléas des milieux naturels et ne peut permettre de représenter dans son intégralité les comportements des sols rencontrés.

De ce fait, lors de la réalisation des travaux, tout nouvel élément détecté devra être porté à la connaissance de la société ETUDES GEO, pour permettre l'adaptation si nécessaire des conclusions du présent rapport.

Il est rappelé que les cotes (x,y,z) sont données à titre indicatif et qu'il convient pour qu'elles soient garanties que ces dernières soient relevées par un géomètre expert.



## 2 ETUDE DOCUMENTAIRE DU SITE ET DES RISQUES

### 2.1 Contexte Géologique

Selon l'extrait de la carte géologique du B.R.G.M. au 1/50 000ème, secteur des ANDELYS (carte n°124), reproduit ci-dessous, le site d'étude se trouve dans le contexte géologique caractérisé par les formations suivantes :

- Terre végétale ou remblais superficiel d'épaisseur variable
- Fyd : Alluvions anciennes de basse terrasse (12 à 15 m) et Fyc : Alluvions anciennes de moyenne terrasse (30 à 35 m)

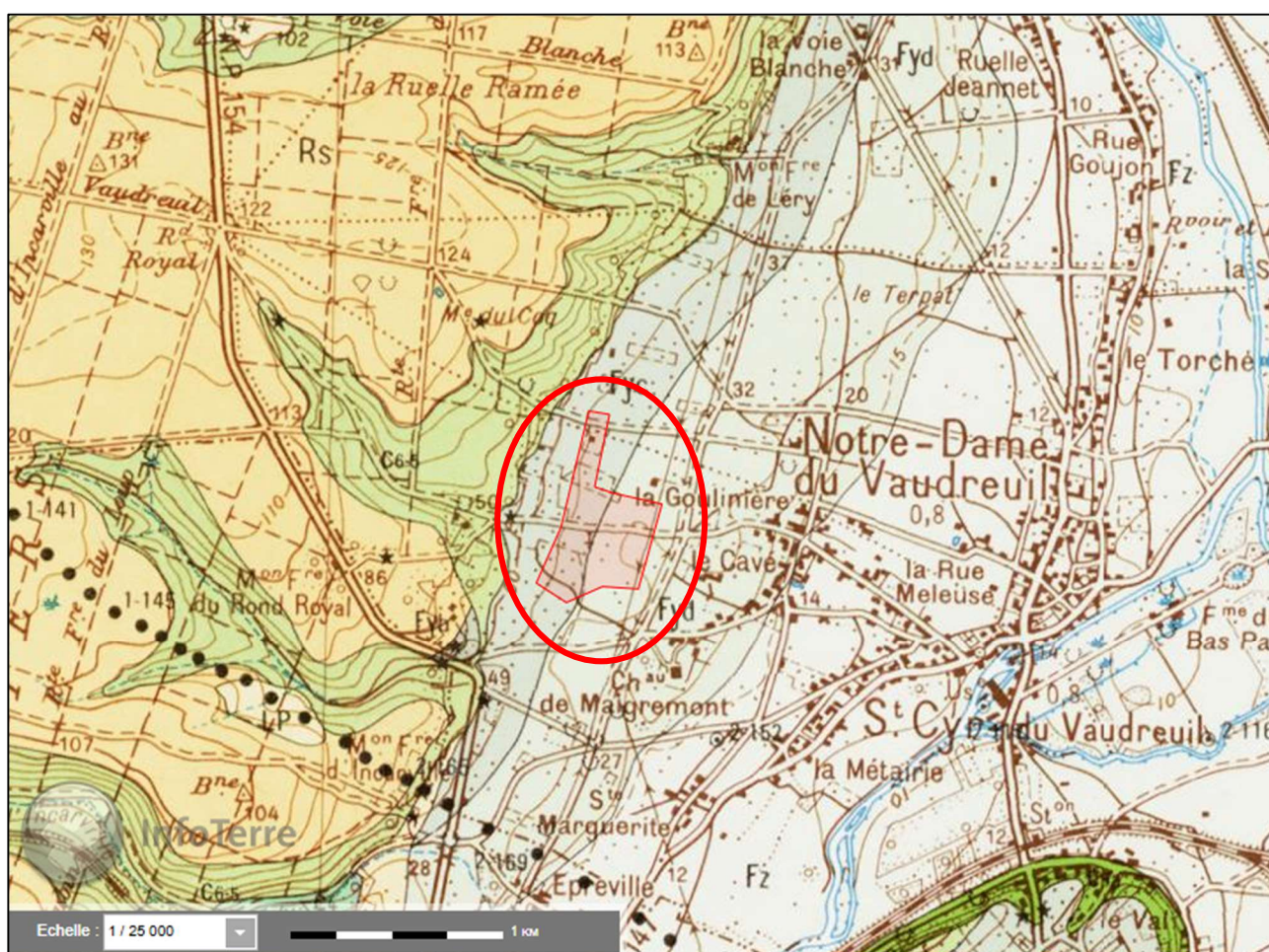


Figure 10 : Carte géologique du B.R.G.M. (données issues du site internet [www.infoterre.brgm.fr](http://www.infoterre.brgm.fr))

## 2.2 Hydrogéologie – Risque d’inondations

### 2.2.1 P.P.R.N. Inondation et cartographie

Selon les informations du BRGM, la parcelle du projet n’est pas concernée par un Plan de Prévention des Risques Naturels (PPRN) Inondation.

Selon la cartographie de l’aléa des inondations par remontée de nappe fournie par « Infoterre », la parcelle se situe **hors zone potentiellement sujette aux inondations de cave et aux débordements de nappe**.

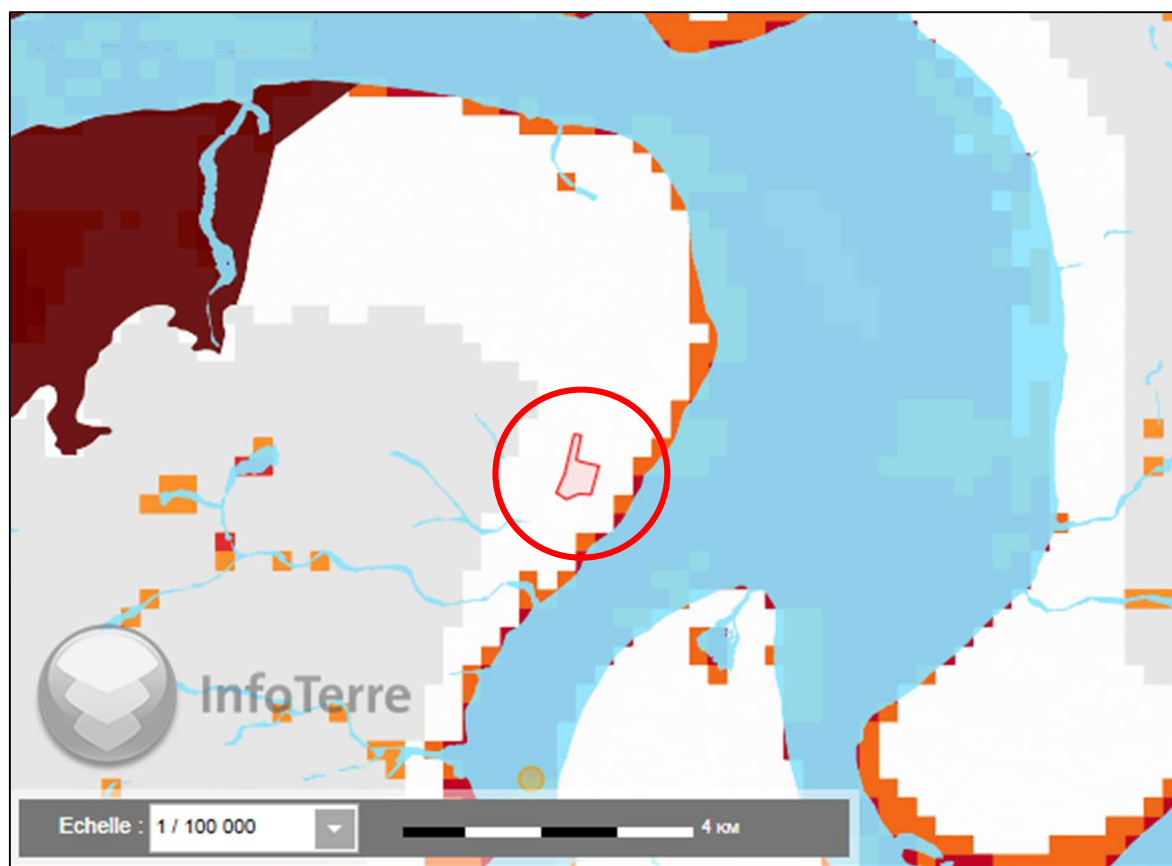
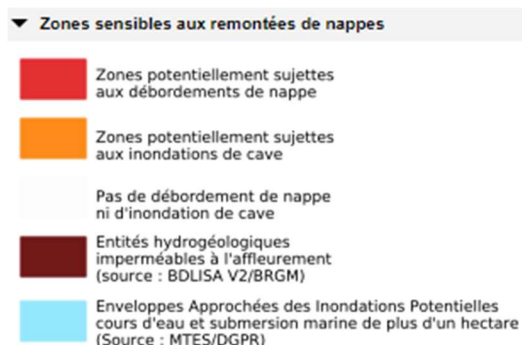


Figure 11 : Carte zones sensibles aux remontées de nappes du B.R.G.M. (données issues du site internet [www.infoterre.brgm.fr](http://www.infoterre.brgm.fr))



## 2.3 Phénomènes de retrait/gonflement des sols argileux

D'après la carte des aléas de retrait/gonflement établie par le B.R.G.M., dont un extrait est reproduit ci-dessous, le terrain se situe à la fois dans une zone **d'exposition nulle** vis-à-vis du risque retrait/gonflement des sols argileux.

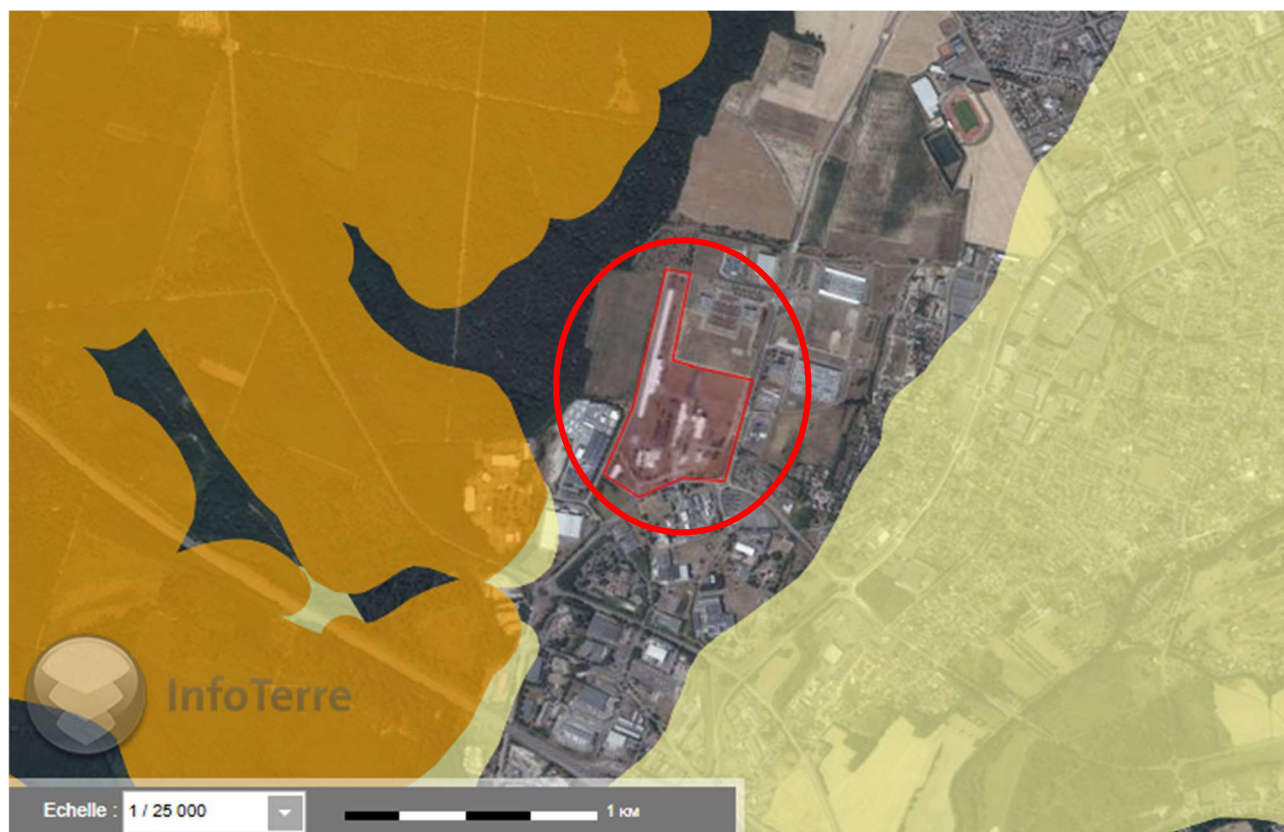


Figure 12 : Carte Exposition au retrait gonflement des argiles du B.R.G.M. (données issues du site internet [www.infoterre.brgm.fr](http://www.infoterre.brgm.fr))

### ▼ Exposition au retrait gonflement des argiles

- Exposition forte
- Exposition moyenne
- Exposition faible

## 2.4 Risque de mouvements de terrain

Selon la base de données du BRGM, il n'est pas recensé de mouvement de terrain localisé à proximité et la commune n'est pas référencée en tant que possédant des mouvements de terrains non localisés.





Figure 13 : Carte Mouvements de terrain du B.R.G.M. (données issues du site internet [www.infoterre.brgm.fr](http://www.infoterre.brgm.fr))

#### ▼ Mouvements de terrain

- Glissement
- ◆ Eboulement
- ▼ Coulee
- ★ Effondrement
- ▲ Erosion des berges

## 2.5 Base de données des cavités souterraines BRGM

Selon la base de données du BRGM, s'agissant des cavités souterraines naturelles ou anthropiques, il existe une cavité localisée dans un rayon d'environ 800 m et la commune n'est pas recensée en tant que zone présentant des cavités non localisées. Les informations sont reproduites ci-dessous :

**NOTA : Il est de la responsabilité du maître d'ouvrage de faire réaliser des études complémentaires de recherches de cavités, de surcroît dans les cas où des cavités existent en proximité directe du projet.**



Figure 14 : Carte Cavité souterraines abandonnées non minières du B.R.G.M. (données issues du site internet [www.infoterre.brgm.fr](http://www.infoterre.brgm.fr))



## 2.6 Risque Sismique

Selon les données du BRGM, le type d'exposition sismique est très faible, soit une zone de sismicité 1.

Depuis le 22 octobre 2010, la France est divisée en cinq zones de sismicités notées de 1 à 5.

Dans les zones de sismicité 1, pour les bâtiments à risque normal, il n'y a pas de prescription parasismique particulière.

Dans les autres zones de sismicités de 2 à 5, des règles de construction parasismiques sont applicables.



## 2.7 Risque Radon

Selon les données établies par l'IRSN, le potentiel radon de la commune du projet est faible de catégorie 1.

## 2.8 Arrêtés de catastrophes naturelles pris sur la commune

Il est reproduit ci-après l'extrait du tableau des arrêtés de catastrophes naturelles pris sur la commune, selon le site « [georisque.gouv.fr](http://georisque.gouv.fr) ».

Nombre d'arrêtés de catastrophes naturelles (CAT-NAT) : 6

Source : CCR

Inondations et/ou Coulées de Boue : 4

Code national CATNAT	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le JO du
INTE0100232A	25/03/2001	30/03/2001	27/04/2001	28/04/2001
INTE2121339A	21/06/2021	22/06/2021	09/07/2021	20/07/2021
INTE9500070A	17/01/1995	31/01/1995	06/02/1995	08/02/1995
INTE9900627A	25/12/1999	29/12/1999	29/12/1999	30/12/1999

Inondations Remontée Nappe : 1

Code national CATNAT	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le JO du
INTE0100760A	10/03/2001	03/04/2001	27/12/2001	18/01/2002

Mouvement de Terrain : 1

Code national CATNAT	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le JO du
INTE9900627A	25/12/1999	29/12/1999	29/12/1999	30/12/1999

## 3 INVESTIGATIONS

### 3.1 Programme de reconnaissances

Pour répondre aux objectifs de sa mission, le bureau d'études ETUDES GEO avait effectué le 27 septembre 2024, la campagne de reconnaissance complémentaire suivante :

<i>Type de Sondage ou d'essai</i>	<i>Désignation du sondage</i>	<i>Profondeur</i>
Sondage lithologique à la tarière manuelle	ST 01	0.9 m Refus
Valeur au Bleu de méthylène des Sols (VBS) à partir de ST01	VBS 1	0.3 m < 0.9 m
Sondage pénétromètre dynamique manuable de type PANDA	SPT 01	1.43 m Refus
Reconnaissance manuelle de fondation	RF 01	0.2 m
Reconnaissance manuelle de fondation	RF 02	1.4 m
Reconnaissance manuelle de fondation	RF 03	0.7 m

En annexe est fourni l'ensemble des résultats d'investigations réalisées par le bureau d'études ETUDES GEO et le rapport d'étude géotechnique de type G2-AVP établi par SOL CONSEIL.

#### 3.1.1 Altimétrie relative des points de sondage

Nous avons effectué un relevé altimétrique relatif.

Nous avons pris comme point de référence le point P0 avec l'altimétrie + 00, dont la localisation est indiquée en annexe.

Les points d'altimétries ont été mesurés à partir de P0.

Altimétrie relative/ référence P0 (en mm)	
Référence sondage	Altimétrie relative
SPT 01	36
ST 01	258
RF 01	36
RF 02	-1394 / 42
RF 03	258

## 3.2 Résultats des Investigations

### 3.2.1 Synthèse Lithologique et propriétés mécaniques

Il est reproduit ci-après les résultats obtenus par le bureau d'études SOL CONSEIL, lors de la mission G2-AVP.

Terrains de couverture					
<p>En tête de forages, les terrains sont représentés par de la terre végétale (ou en enrobé reposant sur une couche de forme éventuelle) puis par des sables limoneux à argileux, sans doute en remblais du fait des enregistrements de paramètres de forage, rencontrés sur des épaisseurs allant jusqu'à 2,5m /TN.</p> <p>Rappelons que par nature, ces terrains peuvent présenter des variations brutales d'épaisseur et/ou de nature ou des sur-profondeurs localisées ; en particulier :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• à proximité des bâtiments mitoyens (<i>fondations, structures enterrées</i>),</li> <li>• au niveau des réseaux, fosses ou cuves enterrés (<i>démolis ou existants</i>),</li> <li>• au droit d'anciennes constructions,</li> <li>• au voisinage des sous-sols actuels où l'on ne peut exclure des zones talutées par endroits.</li> </ul> <p>Les essais mécaniques mesurés sur les deux premiers mètres sont disparates avec une première valeur importante (PL de 24,4 Bar pour un module pressiométrique de 192 Bar) et une seconde valeur plus faible (PL de 8,1 Bar pour un module pressiométrique de 53 Bar).</p> <p>Les caractéristiques pénétrométriques relevées dans les terrains de couverture sont quelque peu similaires avec une première couche plus compacte (jusque 1,4 m de profondeur) ; associée à un Rd moyen 130 Bar. Les essais permettent ensuite d'identifier une lentille argileuse entre 1,5 et 2,4m, correspondant à un Rd de 100 Bar.</p>					
Statistiques pressiométriques					
Nombre de valeurs			2		
	Min	Max	Moyenne	Écart type $\sigma$	Moyenne – $\frac{1}{2} \sigma$
PL (Bar)	8,1	24,4	14,1	11,5	-
Em (Bar)	53	192	101	98,3	-

### Alluvions anciennes de basses terrasses

Sous les terrains de surface, nos sondages ont recoupé une couche de sable moyen à grossier beige jaunâtre, contenant des graviers de silex jusqu'à 7,5 m de profondeur.

Il s'agit des Alluvions anciennes de la Seine comme décrites par la carte géologique des ANDELYS. Cet horizon géologique a d'ailleurs fait l'objet d'extractions à ciel ouvert, plus à l'Est.

Elles peuvent présenter des variations brutales de puissance et de nature du fait de leur mode de dépôt (*fraction variable de graviers, de silex, passage argileux...*).

Parfois les Alluvions anciennes peuvent avoir subi un processus de cimentation naturelle formant des bancs de calcin particulièrement indurés. Selon la notice de la carte géologique, les silex de la craie y sont prédominants et on pourrait y rencontrer des roches cristallines, des meulières, des grès et poudingues.

#### Caractéristiques mécaniques

Les sables et graviers présentent de très bonnes caractéristiques mécaniques ; ils correspondent à des « sables et graviers très denses » selon la norme d'application de l'Eurocode (pression limite > 20 Bar).

Statistiques pressiométriques					
Nombre de valeurs			5		
	Min	Max	Moyenne	Écart type $\sigma$	Moyenne - $\frac{1}{2} \sigma$
Pl (Bar)	20,6	39,2	28,6	7,6	24,8
Em (Bar)	158	366	219	85	177

### Craie blanche à silex

Cette formation est représentée par de la craie blanche ou grise, souvent altérée et molle en tête. Elle est ici légèrement argileuse.

Sa base n'a pas été traversée par notre sondage pressiométrique, arrêté vers 10m de profondeur.

Seule une valeur mécanique a été mesurée dans la craie, à 8 m de profondeur. Cette valeur est relativement bonne avec une pression limite supérieure à 37 Bar pour un module pressiométrique de 853 Bar ; ce qui ne permet pas de statuer sur son caractère altéré ou non.

Il a été réalisé en complément deux essais ST01 et SPT 01 par le bureau d'études ETUDES GEO. La coupe lithologique du sondage ST 01 réalisé est jointe en annexe. De ces éléments, il ressort les successions lithologiques composées des formations suivantes :

Sondages :			ST 01
Formation 0	Remblai et sol traité au liant	Profondeur en toit (m)	0.0
		Profondeur en mur (m)	0.3
		Épaisseur (m)	0.3
Formation 1	Grave sableuse ocre	Profondeur en toit (m)	0.3
		Profondeur de la fin de sondage au refus (ST01) (m)	0.9

Pour permettre d'apprécier la compacité en continu du sol un essai au pénétromètre dynamique de type PANDA a été également réalisé. Pour cela il est mesuré, l'enfoncement de la pointe du pénétromètre en fonction de l'énergie appliquée.

De ces paramètres, il est déterminé la résistance dynamique  $q_d$  en MPa.

Les essais étant effectués à l'aveugle, ils ne permettent pas de visualiser les couches géologiques.

Une interprétation des diagrammes obtenus est réalisée, cette dernière devra être confirmée lors des travaux.

Suivant les résultats obtenus au pénétromètre dynamique, la compacité pour les **sols fins hors nappe**, peuvent par expérience permettre une estimation de la qualité mécanique des sols investigués comme suit :

<i>Pression <math>q_d</math> en MPa</i>	<i>Compacité du sol</i>
$q_d > 5$ MPa	Sols compacts, compressibilité faible
$2 \text{ MPa} < q_d < 5 \text{ MPa}$	Formation de compacité faible à moyenne
$q_d < 2$ MPa	Formation de faible portance, sous-consolidés pouvant tasser sous leur propre poids

**Résultats de l'essai au pénétromètre dynamique de type PANDA :**

<i>Formation</i>	<i>Nature des formations</i>	<i>Pression <math>q_d</math> (MPa)</i>
		<i>SPT 01</i>
0	Remblai et sol traité au liant	15 à 25
1	Grave sableuse ocre	9 au refus

Il est rappelé, que les observations et les descriptions des lithologies proposées ont été réalisées suivant les échantillons semi-remaniés prélevés à la tarière hélicoïdale et par les remontées de boues, ainsi qu'avec la corrélation des résultats d'essais.

Seul le mode de foration par carottage permet l'établissement d'une lithologie précise et détaillée.

### 3.2.2 Hydrogéologie

Niveaux relevés, lors de notre intervention sur site :

Sondage	ST01
Profondeur du niveau d'eau	Aucun niveau d'eau a été relevé sur toute la hauteur du sondage réalisé

Niveaux relevés, lors de l'intervention sur site de SOL CONSEIL:

Piézomètre	Profondeur ouvrage	Date de relevé	Niveau d'eau
	m/TN		m/TN
PZ1	4,5	03/10 04/10	Sec

Il doit être rappelé, que ces constatations ne sont valables qu'à la date de réalisation des sondages et sont susceptibles de varier sensiblement en fonction des conditions météorologiques et des saisons.

Également, les caractéristiques des matériaux peuvent évoluer en fonction de leur taux de saturation et donc en fonction du niveau d'eau.

Rappelons que les sables et limons sous nappe se comportent comme une boue tandis que les argiles voient leur plasticité augmenter.

Des circulations anarchiques et localisées superficiellement sont toujours envisageables même si elles ne sont pas observées lors des investigations.

Le délai de réponse d'un forage peut atteindre plusieurs jours en fonction de la perméabilité des sols. Ce délai correspond au temps de rééquilibrage entre la nappe dans les sols et le niveau d'eau libre qui remplit progressivement la cavité laissée par le forage.

Il n'est pas exclu de rencontrer des circulations d'eau dans l'emprise du projet, non recoupées par nos sondages.

Il doit être noté, que les caractéristiques des matériaux peuvent évoluer en fonction de leur taux de saturation et donc en fonction du niveau d'eau.

### 3.2.3 Caractérisation du risque Retrait/Gonflement

Le risque de retrait/gonflement peut être caractérisé en période sèche en se reportant au référentiel établi par le L.C.P.C. dans son bulletin de liaison 229 datant de 2000, avec réévaluation des seuils en fonction des nouvelles cartes d'aléa publiées en août 2019 :

Valeur au Bleu du Sol V.B.S.	Sensibilité du sol au retrait gonflement
VBS > 4	FORTE
1.5 < VBS < 4	MOYENNE
VBS < 1.5	FAIBLE



Le résultat obtenu est indiqué dans le tableau ci-dessous :

Sondage	Valeur VBS	Classification de sensibilité par rapport au retrait/gonflement
VBS 1	0.1	TRES FAIBLE

Les résultats obtenus montrent ponctuellement une sensibilité **TRES FAIBLE** au phénomène de retrait gonflement des argiles.

### 3.2.4 Reconnaissances de fondations

La construction étant partiellement en mitoyenneté, il a été réalisé trois reconnaissances de fondation des ouvrages existants.

#### 3.2.4.1 RF 01



Figure 15 : Reconnaissance de fondation RF 01

Au droit du sondage RF 01, la fondation a une profondeur d'assise de 20 cm avec un débord de 20cm sur une hauteur de 20 cm.

La fondation existante n'est pas conforme vis-à-vis de la garde hors-gel à mettre en œuvre.



### 3.2.4.2 RF 02



Figure 16 : Reconnaissance de fondation RF 02

Au droit du sondage RF 02, il existe un vide sanitaire. La fondation a une profondeur d'assise de 20 cm avec un débord de 40 cm sur une hauteur de 20 cm par rapport au niveau bas du vide sanitaire. La hauteur entre le niveau du sol extérieur et le niveau bas du vide sanitaire est d'environ 1.4 m.

La fondation existante est conforme vis-à-vis de la garde hors-gel à mettre en œuvre.

### 3.2.4.3 RF 03



Figure 17 : Reconnaissance de fondation RF 03

Au droit du sondage RF 03, la fondation a une profondeur d'assise de 70 cm avec un débord de 45 cm sur une hauteur de 20 cm.

La fondation existante est conforme vis-à-vis de la garde hors-gel à mettre en œuvre.

### 3.2.5 Modèle géotechnique

Suivant les résultats des investigations, nous avons retenu le modèle géotechnique suivant :

Profondeurs	Formation	Nature	$P_i^*$ (MPa)	EM (MPa)	$\alpha$	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )
0.0 m à 2.5m	0	Terrains de couverture	0.8	5	1	18 <sup>(a)</sup>
2.5 m à 7.5 m	1	Alluvions anciennes	1.6	22	0.33	18 <sup>(a)</sup>
7.5 m à > 10.5 m	2	Craie blanche à silex (1 valeur unique mesurée)	3.7	85	0.5	18 <sup>(a)</sup>

(a) : valeur estimée, non mesurée

Ces valeurs sont indicatives mais pas certaines et absolues, elles sont nécessaires pour la réalisation des dimensionnements.

## 4 DIMENSIONNEMENT DES FONDATIONS

### 4.1 Principe de fondations

Le projet prévoit la construction de deux extensions, composée uniquement d'un RDC sans sous-sol.

Les cotes du terrain fini du projet sont sensiblement équivalentes aux côtes du terrain naturel existant au droit des extensions à construire.

Suivant les plans transmis avec les descentes de charges, les planchers sont portés sur les fondations périphériques et par des refends intérieurs.

Un ancrage dans la formation 0 est retenu dans les alluvions anciennes, reconnues à une profondeur de 0.7m à 0.8 m. Un ancrage de 50 cm sera réalisé dans cette couche.

L'assise de fondations se situera à environ 1.3 m de profondeur. Suivant les terrains rencontrés lors des travaux, la profondeur sera à adapter. Il n'y a pas de garde hydrique à mettre en place, uniquement une garde hors-gel de 50 cm dans le département.

La cote d'assise sera conforme au schéma ci-après :

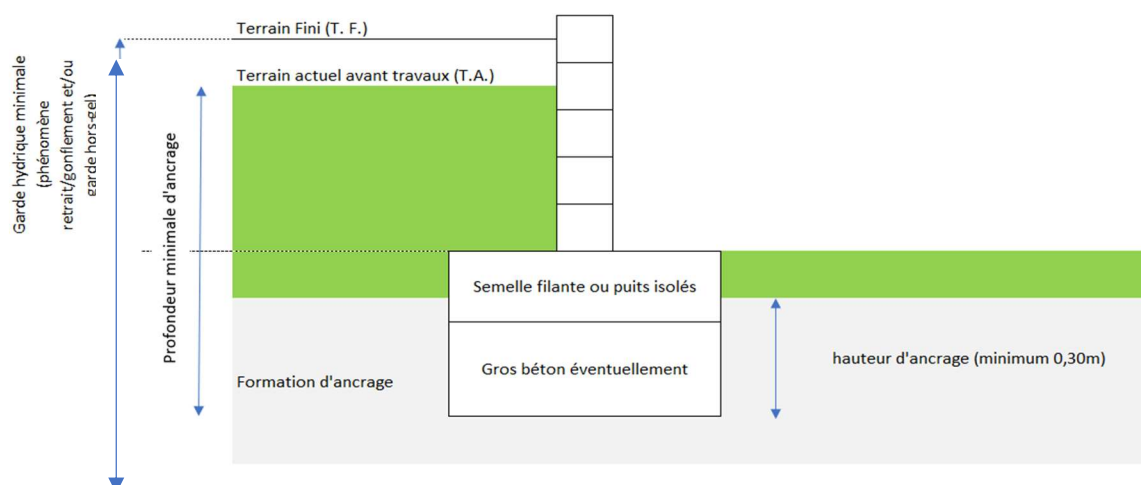


Figure 18 : Coupe type des fondations à réaliser



## 4.2 Etats limites

Conformément à l'EUROCODE 7 et la norme NF P 94-261, il conviendra de réaliser les vérifications minimales aux états limites ultimes et de service pour les situations de projet en cours de construction et d'exploitation.

Les vérifications sont définies *infra* au paragraphes 4.2.1 et 4.2.2.

### 4.2.1 Etat limite Ultime (E.L.U.)

Projet	Etat-limite	Situation de projet (caractère)	Combinaisons d'action
Tous les projets	GEO : Stabilité générale du site	Exécution (Transitoire)  Et  Exploitation (Durable)  Et/ou	Fondamentale
	GEO : Poinçonnement		
	GEO : Excentrement du chargement		
	GEO : Glissement		
	STR : Structure de la fondation		
Selon les cas	GEO : tassement/rotation	Exploitation (Transitoire)	
	UPL : Soulèvement		
Selon les cas	GEO / STR	Accidentelle	Accidentelle

### 4.2.2 Etat limite de Service (E.L.S.)

Projet	Etat-limite	Situation de projet (caractère)
Tous les projets	GEO : tassement / rotation / tassement différentiel	Quasi-permanente  Et/ou  Caractéristique
	GEO : excentrement du chargement	
	GEO : limitation de la charge transmise au terrain	
	STR : structure de la fondation	

### 4.3 Contraintes limites de calcul au stade projet

Conformément, à la norme d'application de l'Eurocode 7 dans le domaine des fondations superficielles NF P 94-261 de juin 2013, les contraintes de calcul aux Etats Limites, Ultime et de Service sont définies ci-après :

$$R_{v;d} = R_{v;k} / \gamma_{R,v}$$

$$R_{v;k} = A' q_{net} / \gamma_{R;d,v}$$

Avec, la contrainte  $q_{net}$  du terrain sous la fondation, déterminée à partir de la pression limite pressiométrique suivant la relation suivante :

$$q_{net} = k_p \times P_{le}^* \times i_\delta \times i_\beta$$

$P_{le}^*$  : Pression nette équivalente

$k_p$  : Facteur de portance pressiométrique

$i_\delta$  : est le coefficient de réduction de portance lié à l'inclinaison du chargement, sa valeur est 1 pour une charge verticale

$i_\beta$  : est le coefficient de réduction de portance lié à la proximité d'un talus de pente  $\beta$ , sa valeur est 1 si la fondation est éloignée du talus, tel que  $d > 8B$

$\gamma_{R;d,v} = 1,20$  Coefficient de modèle associé à la méthode de calcul de l'annexe D de la norme NF P 94-261

$A'$  : Surface effective de la semelle ( $m^2$ )

$\gamma_{R,v} = 1.40$  E.L.U. durable et transitoire

$\gamma_{R,v} = 1.20$  E.L.U. combinaison accidentelle

$\gamma_{R,v} = 2.30$  E.L.S. caractéristique et quasi-permanent

Selon l'approche 2 de l'Eurocode 7, il doit être vérifié pour l'ensemble des cas de charges et de combinaisons de charges, l'inégalité suivante :

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

Les contraintes de calculs aux états limites s'écrivent :

A l'E.L.S. caractéristique, quasi-permanent

$$q_{ELS} = q_{net} / (\gamma_{R;d,v} \times \gamma_{R,v}) + \gamma \cdot D$$

A l'E.L.U. durable et transitoire

$$q_{ELU} = q_{net} / (\gamma_{R;d;v} \times \gamma_{R;v}) + \gamma \cdot D$$

A l'E.L.U. combinaison accidentelle

$$q_{ELU} = q_{net} / (\gamma_{R;d;v} \times \gamma_{R;v}) + \gamma \cdot D$$

Compte tenu de l'hétérogénéité des résultats en surface, la valeur de  $q_{net}$  retenue est :

<b><math>q_{ELS} (C - QP) \leq 0.20 \text{ MPa}</math></b>
<b><math>q_{ELU} (D - T) \leq 0.33 \text{ MPa}</math></b>
<b><math>q_{ELU} (CA) \leq 0.38 \text{ MPa}</math></b>

#### 4.4 Descentes de charges

A ce stade du projet, les dimensions des fondations projetées et les descentes de charges nous ont été transmises par courriel le 8 novembre 2024 et sont reproduites ci-dessous :

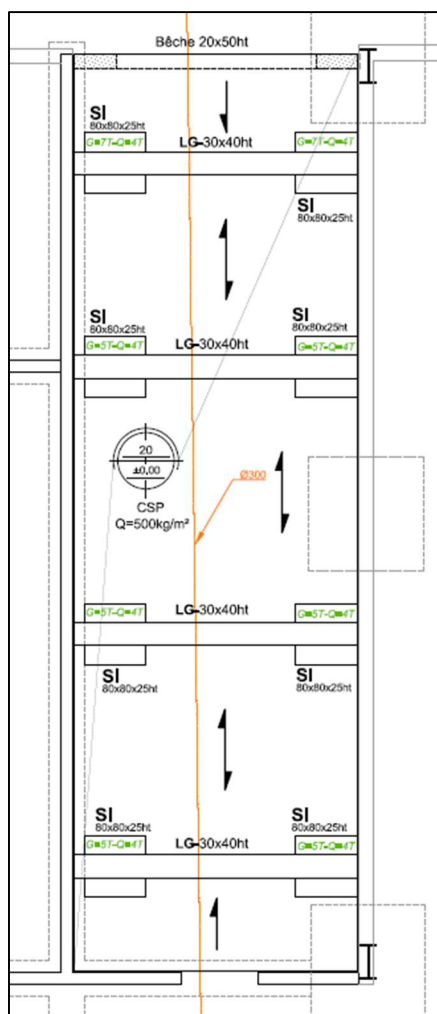


Figure 19 : Descentes de charges à l'ELS extension dite couloir, transmises par courriel le 8 novembre 2024

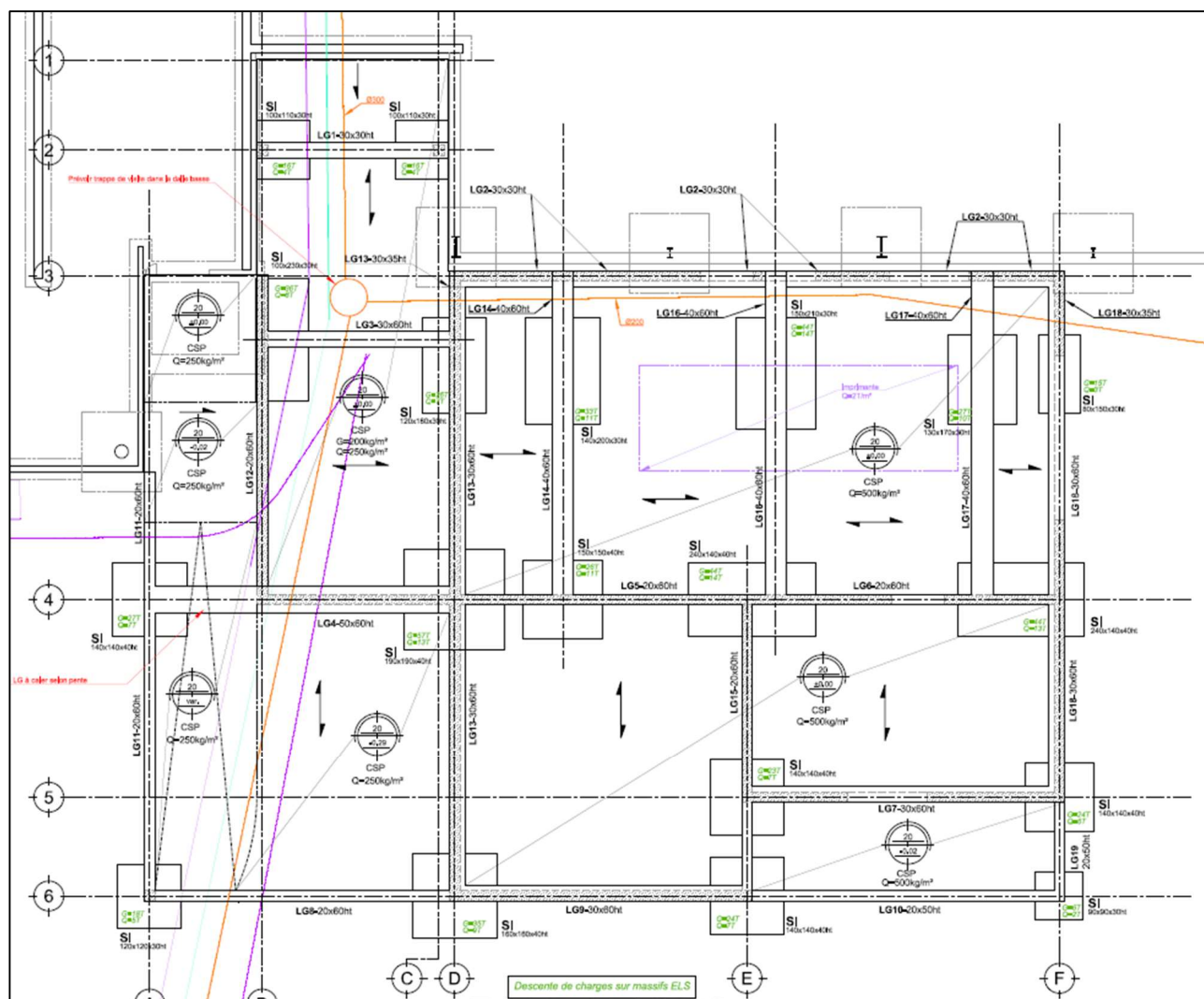


Figure 20 : Descentes de charges à l'ELS extension dite n°2 transmises par courriel le 8 novembre 2024

Ces valeurs ont été transmises par le bureau d'études structure INGEOUEST.

Il est de la responsabilité du client de transmettre des descentes de charges complètes et vérifiées, incluant toutes les charges appliquées aux fondations.

Le point d'application des charges étant la partie supérieure des fondations.

Suivant les informations transmises il n'existe pas de charge excentrée.

Le poids volumique du béton retenu est de  $2,5 \text{ t/m}^3$ .

Pour la première partie d'extension correspondant au couloir, les fondations sont des massifs isolés nommés M 0, de dimensions  $0.8 \text{ m} \times 0.8 \text{ m} \times 0.25 \text{ m}$ . Les charges ponctuelles maximales sont  $G = 7 \text{ t}$  et  $Q = 4 \text{ t}$ .

Pour la seconde extension, dite n°2, 14 massifs isolés nommés M1 à M14 de dimensions différentes ont été représentées avec les charges associées.



Le tableau ci-dessous reprend l'ensemble des dimensions en mètre et les charges en tonnes des deux extensions :

	L	B	h	G	G massif	Q	ELS hors G massif	ELU hors G massif
0	0,8	0,8	0,25	7,00	0,4	4,00	11,00	15,45
1	1	1,1	0,3	16,00	0,8	4,00	20,00	27,60
2	1,4	1,4	0,4	27,00	2,0	7,00	34,00	46,95
3	2,4	1,4	0,4	44,00	3,4	14,00	58,00	80,40
4	1	2,3	0,3	36,00	1,7	8,00	44,00	60,60
5	1,2	1,8	0,3	26,00	1,6	7,00	33,00	45,60
6	1,4	2	0,3	33,00	2,1	11,00	44,00	61,05
7	1,5	2,1	0,3	44,00	2,4	14,00	58,00	80,40
8	1,3	1,7	0,3	27,00	1,7	10,00	37,00	51,45
9	1,9	1,9	0,4	57,00	3,6	13,00	70,00	96,45
10	0,8	1,5	0,3	15,00	0,9	3,00	18,00	24,75
11	1,5	1,5	0,4	26,00	2,3	11,00	37,00	51,60
12	1,2	1,2	0,3	18,00	1,1	5,00	23,00	31,80
13	1,6	1,6	0,4	35,00	2,6	9,00	44,00	60,75
14	0,9	0,9	0,3	6,00	0,6	2,00	8,00	11,10

L'ensemble des charges maximales sera utilisé pour la réalisation des validations des fondations proposées.

#### 4.5 Excentrement du chargement

Il convient de vérifier pour les combinaisons de charges à l'ELS quasi-permanent et fréquent, les critères suivants :

Pour une semelle rectangulaire de largeur B et longueur L :

$$\left(1 - \frac{2e_B}{B}\right) \left(1 - \frac{2e_L}{L}\right) \geq \frac{2}{3}$$

Il convient de vérifier pour les combinaisons de charges à l'ELS caractéristique, les critères suivants :

Pour une semelle rectangulaire de largeur B et longueur L :

$$\left(1 - \frac{2e_B}{B}\right) \left(1 - \frac{2e_L}{L}\right) \geq \frac{1}{2}$$

Ces conditions, sont validées comme reproduit sur les figures 21 à 35.

## 4.6 Vérification de la capacité portante

Les vérifications seront réalisées, par application de la norme NF-P94-261 : Fondations superficielles

### Vérification des fondations par rapport à la capacité portante - Rupture par poinçonnement

Suivant les éléments de descentes de charges communiquées et la profondeur des fondations, les vérifications vis-à-vis de la stabilité au poinçonnement sont détaillés dans les tableaux ci-dessous :

Les valeurs des coefficients utilisés, sont :

$\gamma_{rv} =$	1,40	E.L.U. durable et transitoire
$\gamma_{rv} =$	1,20	E.L.U. combinaison accidentelle
$\gamma_{rv} =$	2,30	E.L.S. caractéristique et quasi-permanent

Les charges détaillées au chapitre 4.4 ont été retenues pour les calculs de dimensionnement, dont l'ensemble des résultats est reproduit ci-dessous :

<b>Synthèse des principaux résultats</b>											
<b>N° cas de charge</b> : Indice du cas de charge											
<b>Combinaison</b> : Type de combinaison											
<b>Vd [kN]</b> : Effort vertical à la base de la fondation											
<b>Hd [kN]</b> : Effort horizontal à la base de la fondation											
<b>R0 [kN]</b> : Poids des terres excavées											
<b>Seff/Stot</b> : Rapport entre l'aire effective et l'aire totale de la fondation											
<b>Rvd [kN]</b> : Valeur de calcul de la résistance verticale nette du terrain (mécanisme de portance)											
<b>Rhd [kN]</b> : Valeur de calcul de la résistance horizontale du terrain (mécanisme de glissement)											
<b>Portance</b> : Vérification de la capacité portante de la fondation (ELU et ELS)											
<b>Excentrement</b> : Vérification de l'excentricité du chargement (ELU et ELS)											
<b>Glissement</b> : Vérification de la stabilité au glissement (ELU uniquement)											
<b>Tassement [cm]</b> : Tassement sous la charge appliquée											
<b>Synthèse des principaux résultats</b>											
N° cas de charge	Combinaison	Vd	Hd	R0	Seff/Stot	Rvd	Rhd	Portance	Excentrement	Glissement	Tassement
1	ELS-Quasi-permanentes	114,00	0,00	16,64	1,00	204,70	-	Ok	Ok	-	0,49
2	ELS-Caractéristiques	114,00	0,00	16,64	1,00	204,70	-	Ok	Ok	-	-
3	ELU-Fondamentales	159,00	0,00	16,64	1,00	336,29	13,22	Ok	Ok	Ok	-
4	ELU-Accidentelles	159,00	0,00	16,64	1,00	392,34	14,54	Ok	Ok	Ok	-

Figure 21 : Résultats pour le massif 0

### Synthèse des principaux résultats

**N° cas de charge** : Indice du cas de charge

**Combinaison** : Type de combinaison

**Vd [kN]** : Effort vertical à la base de la fondation

**Hd [kN]** : Effort horizontal à la base de la fondation

**R0 [kN]** : Poids des terres excavées

**Seff/Stot** : Rapport entre l'aire effective et l'aire totale de la fondation

**Rvd [kN]** : Valeur de calcul de la résistance verticale nette du terrain (mécanisme de portance)

**Rhd [kN]** : Valeur de calcul de la résistance horizontale du terrain (mécanisme de glissement)

**Portance** : Vérification de la capacité portante de la fondation (ELU et ELS)

**Excentrement** : Vérification de l'excentricité du chargement (ELU et ELS)

**Glissement** : Vérification de la stabilité au glissement (ELU uniquement)

**Tassement [cm]** : Tassement sous la charge appliquée

### Synthèse des principaux résultats

N° cas de charge	Combinaison	Vd	Hd	R0	Seff/Stot	Rvd	Rhd	Portance	Excentrement	Glissement	Tassement
1	ELS-Quasi-permanentes	208,30	0,00	28,60	1,00	386,46	-	Ok	Ok	-	0,59
2	ELS-Caractéristiques	208,30	0,00	28,60	1,00	386,46	-	Ok	Ok	-	-
3	ELU-Fondamentales	284,30	0,00	28,60	1,00	634,90	22,73	Ok	Ok	Ok	-
4	ELU-Accidentelles	284,30	0,00	28,60	1,00	740,72	25,00	Ok	Ok	Ok	-

Figure 22 : Résultats pour le massif 1

### Synthèse des principaux résultats

**N° cas de charge** : Indice du cas de charge

**Combinaison** : Type de combinaison

**Vd [kN]** : Effort vertical à la base de la fondation

**Hd [kN]** : Effort horizontal à la base de la fondation

**R0 [kN]** : Poids des terres excavées

**Seff/Stot** : Rapport entre l'aire effective et l'aire totale de la fondation

**Rvd [kN]** : Valeur de calcul de la résistance verticale nette du terrain (mécanisme de portance)

**Rhd [kN]** : Valeur de calcul de la résistance horizontale du terrain (mécanisme de glissement)

**Portance** : Vérification de la capacité portante de la fondation (ELU et ELS)

**Excentrement** : Vérification de l'excentricité du chargement (ELU et ELS)

**Glissement** : Vérification de la stabilité au glissement (ELU uniquement)

**Tassement [cm]** : Tassement sous la charge appliquée

### Synthèse des principaux résultats

N° cas de charge	Combinaison	Vd	Hd	R0	Seff/Stot	Rvd	Rhd	Portance	Excentrement	Glissement	Tassement
1	ELS-Quasi-permanentes	360,00	0,00	50,96	1,00	766,40	-	Ok	Ok	-	0,63
2	ELS-Caractéristiques	360,00	0,00	50,96	1,00	766,40	-	Ok	Ok	-	-
3	ELU-Fondamentales	490,00	0,00	50,96	1,00	1259,10	40,50	Ok	Ok	Ok	-
4	ELU-Accidentelles	490,00	0,00	50,96	1,00	1468,90	44,55	Ok	Ok	Ok	-

Figure 23 : Résultats pour le massif 2

### Synthèse des principaux résultats

**N° cas de charge** : Indice du cas de charge

**Combinaison** : Type de combinaison

**Vd [kN]** : Effort vertical à la base de la fondation

**Hd [kN]** : Effort horizontal à la base de la fondation

**R0 [kN]** : Poids des terres excavées

**Seff/Stot** : Rapport entre l'aire effective et l'aire totale de la fondation

**Rvd [kN]** : Valeur de calcul de la résistance verticale nette du terrain (mécanisme de portance)

**Rhd [kN]** : Valeur de calcul de la résistance horizontale du terrain (mécanisme de glissement)

**Portance** : Vérification de la capacité portante de la fondation (ELU et ELS)

**Excentrement** : Vérification de l'excentricité du chargement (ELU et ELS)

**Glissement** : Vérification de la stabilité au glissement (ELU uniquement)

**Tassement [cm]** : Tassement sous la charge appliquée

### Synthèse des principaux résultats

N° cas de charge	Combinaison	Vd	Hd	R0	Seff/Stot	Rvd	Rhd	Portance	Excentrement	Glissement	Tassement
1	ELS-Quasi-permanentes	614,00	0,00	87,36	1,00	1272,50	-	Ok	Ok	-	0,69
2	ELS-Caractéristiques	614,00	0,00	87,36	1,00	1272,50	-	Ok	Ok	-	-
3	ELU-Fondamentales	838,00	0,00	87,36	1,00	2090,50	69,42	Ok	Ok	Ok	-
4	ELU-Accidentelles	838,00	0,00	87,36	1,00	2438,90	76,36	Ok	Ok	Ok	-

Figure 24 : Résultats pour le massif 3

### Synthèse des principaux résultats

**N° cas de charge** : Indice du cas de charge

**Combinaison** : Type de combinaison

**Vd [kN]** : Effort vertical à la base de la fondation

**Hd [kN]** : Effort horizontal à la base de la fondation

**R0 [kN]** : Poids des terres excavées

**Seff/Stot** : Rapport entre l'aire effective et l'aire totale de la fondation

**Rvd [kN]** : Valeur de calcul de la résistance verticale nette du terrain (mécanisme de portance)

**Rhd [kN]** : Valeur de calcul de la résistance horizontale du terrain (mécanisme de glissement)

**Portance** : Vérification de la capacité portante de la fondation (ELU et ELS)

**Excentrement** : Vérification de l'excentricité du chargement (ELU et ELS)

**Glissement** : Vérification de la stabilité au glissement (ELU uniquement)

**Tassement [cm]** : Tassement sous la charge appliquée

### Synthèse des principaux résultats

N° cas de charge	Combinaison	Vd	Hd	R0	Seff/Stot	Rvd	Rhd	Portance	Excentrement	Glissement	Tassement
1	ELS-Quasi-permanentes	457,30	0,00	59,80	1,00	774,63	-	Ok	Ok	-	0,71
2	ELS-Caractéristiques	457,30	0,00	59,80	1,00	774,63	-	Ok	Ok	-	-
3	ELU-Fondamentales	623,30	0,00	59,80	1,00	1272,60	47,52	Ok	Ok	Ok	-
4	ELU-Accidentelles	623,30	0,00	59,80	1,00	1484,70	52,27	Ok	Ok	Ok	-

Figure 25 : Résultats pour le massif 4

### Synthèse des principaux résultats

**N° cas de charge** : Indice du cas de charge

**Combinaison** : Type de combinaison

**Vd [kN]** : Effort vertical à la base de la fondation

**Hd [kN]** : Effort horizontal à la base de la fondation

**R0 [kN]** : Poids des terres excavées

**Seff/Stot** : Rapport entre l'aire effective et l'aire totale de la fondation

**Rvd [kN]** : Valeur de calcul de la résistance verticale nette du terrain (mécanisme de portance)

**Rhd [kN]** : Valeur de calcul de la résistance horizontale du terrain (mécanisme de glissement)

**Portance** : Vérification de la capacité portante de la fondation (ELU et ELS)

**Excentrement** : Vérification de l'excentricité du chargement (ELU et ELS)

**Glissement** : Vérification de la stabilité au glissement (ELU uniquement)

**Tassement [cm]** : Tassement sous la charge appliquée

### Synthèse des principaux résultats

N° cas de charge	Combinaison	Vd	Hd	R0	Seff/Stot	Rvd	Rhd	Portance	Excentrement	Glissement	Tassement
1	ELS-Quasi-permanentes	347,00	0,00	56,16	1,00	790,37	-	Ok	Ok	-	0,56
2	ELS-Caractéristiques	347,00	0,00	56,16	1,00	790,37	-	Ok	Ok	-	-
3	ELU-Fondamentales	473,00	0,00	56,16	1,00	1298,50	44,63	Ok	Ok	Ok	-
4	ELU-Accidentelles	473,00	0,00	56,16	1,00	1514,90	49,09	Ok	Ok	Ok	-

Figure 26 : Résultats pour le massif 5

### Synthèse des principaux résultats

**N° cas de charge** : Indice du cas de charge

**Combinaison** : Type de combinaison

**Vd [kN]** : Effort vertical à la base de la fondation

**Hd [kN]** : Effort horizontal à la base de la fondation

**R0 [kN]** : Poids des terres excavées

**Seff/Stot** : Rapport entre l'aire effective et l'aire totale de la fondation

**Rvd [kN]** : Valeur de calcul de la résistance verticale nette du terrain (mécanisme de portance)

**Rhd [kN]** : Valeur de calcul de la résistance horizontale du terrain (mécanisme de glissement)

**Portance** : Vérification de la capacité portante de la fondation (ELU et ELS)

**Excentrement** : Vérification de l'excentricité du chargement (ELU et ELS)

**Glissement** : Vérification de la stabilité au glissement (ELU uniquement)

**Tassement [cm]** : Tassement sous la charge appliquée

### Synthèse des principaux résultats

N° cas de charge	Combinaison	Vd	Hd	R0	Seff/Stot	Rvd	Rhd	Portance	Excentrement	Glissement	Tassement
1	ELS-Quasi-permanentes	461,00	0,00	72,80	1,00	1070,00	-	Ok	Ok	-	0,59
2	ELS-Caractéristiques	461,00	0,00	72,80	1,00	1070,00	-	Ok	Ok	-	-
3	ELU-Fondamentales	632,00	0,00	72,80	1,00	1757,90	57,85	Ok	Ok	Ok	-
4	ELU-Accidentelles	632,00	0,00	72,80	1,00	2050,90	63,64	Ok	Ok	Ok	-

Figure 27 : Résultats pour le massif 6



#### Synthèse des principaux résultats

**N° cas de charge** : Indice du cas de charge

**Combinaison** : Type de combinaison

**Vd [kN]** : Effort vertical à la base de la fondation

**Hd [kN]** : Effort horizontal à la base de la fondation

**R0 [kN]** : Poids des terres excavées

**Seff/Stot** : Rapport entre l'aire effective et l'aire totale de la fondation

**Rvd [kN]** : Valeur de calcul de la résistance verticale nette du terrain (mécanisme de portance)

**Rhd [kN]** : Valeur de calcul de la résistance horizontale du terrain (mécanisme de glissement)

**Portance** : Vérification de la capacité portante de la fondation (ELU et ELS)

**Excentrement** : Vérification de l'excentricité du chargement (ELU et ELS)

**Glissement** : Vérification de la stabilité au glissement (ELU uniquement)

**Tassement [cm]** : Tassement sous la charge appliquée

#### Synthèse des principaux résultats

N° cas de charge	Combinaison	Vd	Hd	R0	Seff/Stot	Rvd	Rhd	Portance	Excentrement	Glissement	Tassement
1	ELS-Quasi-permanentes	604,00	0,00	81,90	1,00	1223,80	-	Ok	Ok	-	0,71
2	ELS-Caractéristiques	604,00	0,00	81,90	1,00	1223,80	-	Ok	Ok	-	-
3	ELU-Fondamentales	828,00	0,00	81,90	1,00	2010,60	65,08	Ok	Ok	Ok	-
4	ELU-Accidentelles	828,00	0,00	81,90	1,00	2345,70	71,59	Ok	Ok	Ok	-

Figure 28 : Résultats pour le massif 7

#### Synthèse des principaux résultats

**N° cas de charge** : Indice du cas de charge

**Combinaison** : Type de combinaison

**Vd [kN]** : Effort vertical à la base de la fondation

**Hd [kN]** : Effort horizontal à la base de la fondation

**R0 [kN]** : Poids des terres excavées

**Seff/Stot** : Rapport entre l'aire effective et l'aire totale de la fondation

**Rvd [kN]** : Valeur de calcul de la résistance verticale nette du terrain (mécanisme de portance)

**Rhd [kN]** : Valeur de calcul de la résistance horizontale du terrain (mécanisme de glissement)

**Portance** : Vérification de la capacité portante de la fondation (ELU et ELS)

**Excentrement** : Vérification de l'excentricité du chargement (ELU et ELS)

**Glissement** : Vérification de la stabilité au glissement (ELU uniquement)

**Tassement [cm]** : Tassement sous la charge appliquée

#### Synthèse des principaux résultats

N° cas de charge	Combinaison	Vd	Hd	R0	Seff/Stot	Rvd	Rhd	Portance	Excentrement	Glissement	Tassement
1	ELS-Quasi-permanentes	387,00	0,00	57,46	1,00	833,48	-	Ok	Ok	-	0,61
2	ELS-Caractéristiques	387,00	0,00	57,46	1,00	833,48	-	Ok	Ok	-	-
3	ELU-Fondamentales	532,00	0,00	57,46	1,00	1369,30	45,66	Ok	Ok	Ok	-
4	ELU-Accidentelles	532,00	0,00	57,46	1,00	1597,50	50,23	Ok	Ok	Ok	-

Figure 29 : Résultats pour le massif 8

<b>Synthèse des principaux résultats</b>											
<b>N° cas de charge</b> : Indice du cas de charge											
<b>Combinaison</b> : Type de combinaison											
<b>Vd [kN]</b> : Effort vertical à la base de la fondation											
<b>Hd [kN]</b> : Effort horizontal à la base de la fondation											
<b>R0 [kN]</b> : Poids des terres excavées											
<b>Seff/Stot</b> : Rapport entre l'aire effective et l'aire totale de la fondation											
<b>Rvd [kN]</b> : Valeur de calcul de la résistance verticale nette du terrain (mécanisme de portance)											
<b>Rhd [kN]</b> : Valeur de calcul de la résistance horizontale du terrain (mécanisme de glissement)											
<b>Portance</b> : Vérification de la capacité portante de la fondation (ELU et ELS)											
<b>Excentrement</b> : Vérification de l'excentricité du chargement (ELU et ELS)											
<b>Glissement</b> : Vérification de la stabilité au glissement (ELU uniquement)											
<b>Tassement [cm]</b> : Tassement sous la charge appliquée											
<b>Synthèse des principaux résultats</b>											
N° cas de charge	Combinaison	Vd	Hd	R0	Seff/Stot	Rvd	Rhd	Portance	Excentrement	Glissement	Tassement
1	ELS-Quasi-permanentes	736,10	0,00	93,86	1,00	1490,60	-	Ok	Ok	-	0,78
2	ELS-Caractéristiques	736,10	0,00	93,86	1,00	1490,60	-	Ok	Ok	-	-
3	ELU-Fondamentales	1001,10	0,00	93,86	1,00	2448,80	74,59	Ok	Ok	Ok	-
4	ELU-Accidentelles	1001,10	0,00	93,86	1,00	2856,90	82,05	Ok	Ok	Ok	-

Figure 30 : Résultats pour le massif 9

<b>Synthèse des principaux résultats</b>											
<b>N° cas de charge</b> : Indice du cas de charge											
<b>Combinaison</b> : Type de combinaison											
<b>Vd [kN]</b> : Effort vertical à la base de la fondation											
<b>Hd [kN]</b> : Effort horizontal à la base de la fondation											
<b>R0 [kN]</b> : Poids des terres excavées											
<b>Seff/Stot</b> : Rapport entre l'aire effective et l'aire totale de la fondation											
<b>Rvd [kN]</b> : Valeur de calcul de la résistance verticale nette du terrain (mécanisme de portance)											
<b>Rhd [kN]</b> : Valeur de calcul de la résistance horizontale du terrain (mécanisme de glissement)											
<b>Portance</b> : Vérification de la capacité portante de la fondation (ELU et ELS)											
<b>Excentrement</b> : Vérification de l'excentricité du chargement (ELU et ELS)											
<b>Glissement</b> : Vérification de la stabilité au glissement (ELU uniquement)											
<b>Tassement [cm]</b> : Tassement sous la charge appliquée											
<b>Synthèse des principaux résultats</b>											
N° cas de charge	Combinaison	Vd	Hd	R0	Seff/Stot	Rvd	Rhd	Portance	Excentrement	Glissement	Tassement
1	ELS-Quasi-permanentes	189,00	0,00	31,20	1,00	367,73	-	Ok	Ok	-	0,47
2	ELS-Caractéristiques	189,00	0,00	31,20	1,00	367,73	-	Ok	Ok	-	-
3	ELU-Fondamentales	257,00	0,00	31,20	1,00	604,12	24,79	Ok	Ok	Ok	-
4	ELU-Accidentelles	257,00	0,00	31,20	1,00	704,81	27,27	Ok	Ok	Ok	-

Figure 31 : Résultats pour le massif 10

### Synthèse des principaux résultats

**N° cas de charge** : Indice du cas de charge

**Combinaison** : Type de combinaison

**Vd [kN]** : Effort vertical à la base de la fondation

**Hd [kN]** : Effort horizontal à la base de la fondation

**R0 [kN]** : Poids des terres excavées

**Seff/Stot** : Rapport entre l'aire effective et l'aire totale de la fondation

**Rvd [kN]** : Valeur de calcul de la résistance verticale nette du terrain (mécanisme de portance)

**Rhd [kN]** : Valeur de calcul de la résistance horizontale du terrain (mécanisme de glissement)

**Portance** : Vérification de la capacité portante de la fondation (ELU et ELS)

**Excentrement** : Vérification de l'excentricité du chargement (ELU et ELS)

**Glissement** : Vérification de la stabilité au glissement (ELU uniquement)

**Tassement [cm]** : Tassement sous la charge appliquée

### Synthèse des principaux résultats

N° cas de charge	Combinaison	Vd	Hd	R0	Seff/Stot	Rvd	Rhd	Portance	Excentrement	Glissement	Tassement
1	ELS-Quasi-permanentes	393,00	0,00	58,50	1,00	892,72	-	Ok	Ok	-	0,61
2	ELS-Caractéristiques	393,00	0,00	58,50	1,00	892,72	-	Ok	Ok	-	-
3	ELU-Fondamentales	539,00	0,00	58,50	1,00	1466,60	46,49	Ok	Ok	Ok	-
4	ELU-Accidentelles	539,00	0,00	58,50	1,00	1711,10	51,14	Ok	Ok	Ok	-

Figure 32 : Résultats pour le massif 11

### Synthèse des principaux résultats

**N° cas de charge** : Indice du cas de charge

**Combinaison** : Type de combinaison

**Vd [kN]** : Effort vertical à la base de la fondation

**Hd [kN]** : Effort horizontal à la base de la fondation

**R0 [kN]** : Poids des terres excavées

**Seff/Stot** : Rapport entre l'aire effective et l'aire totale de la fondation

**Rvd [kN]** : Valeur de calcul de la résistance verticale nette du terrain (mécanisme de portance)

**Rhd [kN]** : Valeur de calcul de la résistance horizontale du terrain (mécanisme de glissement)

**Portance** : Vérification de la capacité portante de la fondation (ELU et ELS)

**Excentrement** : Vérification de l'excentricité du chargement (ELU et ELS)

**Glissement** : Vérification de la stabilité au glissement (ELU uniquement)

**Tassement [cm]** : Tassement sous la charge appliquée

### Synthèse des principaux résultats

N° cas de charge	Combinaison	Vd	Hd	R0	Seff/Stot	Rvd	Rhd	Portance	Excentrement	Glissement	Tassement
1	ELS-Quasi-permanentes	241,00	0,00	37,44	1,00	541,58	-	Ok	Ok	-	0,55
2	ELS-Caractéristiques	241,00	0,00	37,44	1,00	541,58	-	Ok	Ok	-	-
3	ELU-Fondamentales	329,00	0,00	37,44	1,00	889,74	29,75	Ok	Ok	Ok	-
4	ELU-Accidentelles	329,00	0,00	37,44	1,00	1038,00	32,73	Ok	Ok	Ok	-

Figure 33 : Résultats pour le massif 12



#### Synthèse des principaux résultats

**N° cas de charge** : Indice du cas de charge

**Combinaison** : Type de combinaison

**Vd [kN]** : Effort vertical à la base de la fondation

**Hd [kN]** : Effort horizontal à la base de la fondation

**R0 [kN]** : Poids des terres excavées

**Seff/Stot** : Rapport entre l'aire effective et l'aire totale de la fondation

**Rvd [kN]** : Valeur de calcul de la résistance verticale nette du terrain (mécanisme de portance)

**Rhd [kN]** : Valeur de calcul de la résistance horizontale du terrain (mécanisme de glissement)

**Portance** : Vérification de la capacité portante de la fondation (ELU et ELS)

**Excentrement** : Vérification de l'excentricité du chargement (ELU et ELS)

**Glissement** : Vérification de la stabilité au glissement (ELU uniquement)

**Tassement [cm]** : Tassement sous la charge appliquée

#### Synthèse des principaux résultats

N° cas de charge	Combinaison	Vd	Hd	R0	Seff/Stot	Rvd	Rhd	Portance	Excentrement	Glissement	Tassement
1	ELS-Quasi-permanentes	466,00	0,00	66,56	1,00	1028,30	-	Ok	Ok	-	0,65
2	ELS-Caractéristiques	466,00	0,00	66,56	1,00	1028,30	-	Ok	Ok	-	-
3	ELU-Fondamentales	634,00	0,00	66,56	1,00	1689,40	52,89	Ok	Ok	Ok	-
4	ELU-Accidentelles	634,00	0,00	66,56	1,00	1970,90	58,18	Ok	Ok	Ok	-

Figure 34 : Résultats pour le massif 13

#### Synthèse des principaux résultats

**N° cas de charge** : Indice du cas de charge

**Combinaison** : Type de combinaison

**Vd [kN]** : Effort vertical à la base de la fondation

**Hd [kN]** : Effort horizontal à la base de la fondation

**R0 [kN]** : Poids des terres excavées

**Seff/Stot** : Rapport entre l'aire effective et l'aire totale de la fondation

**Rvd [kN]** : Valeur de calcul de la résistance verticale nette du terrain (mécanisme de portance)

**Rhd [kN]** : Valeur de calcul de la résistance horizontale du terrain (mécanisme de glissement)

**Portance** : Vérification de la capacité portante de la fondation (ELU et ELS)

**Excentrement** : Vérification de l'excentricité du chargement (ELU et ELS)

**Glissement** : Vérification de la stabilité au glissement (ELU uniquement)

**Tassement [cm]** : Tassement sous la charge appliquée

#### Synthèse des principaux résultats

N° cas de charge	Combinaison	Vd	Hd	R0	Seff/Stot	Rvd	Rhd	Portance	Excentrement	Glissement	Tassement
1	ELS-Quasi-permanentes	86,10	0,00	21,06	1,00	274,57	-	Ok	Ok	-	0,27
2	ELS-Caractéristiques	86,10	0,00	21,06	1,00	274,57	-	Ok	Ok	-	-
3	ELU-Fondamentales	117,10	0,00	21,06	1,00	451,09	16,74	Ok	Ok	Ok	-
4	ELU-Accidentelles	117,10	0,00	21,06	1,00	526,27	18,41	Ok	Ok	Ok	-

Figure 35 : Résultats pour le massif 14

Les dimensions indiquées sur les figures 19 et 20 sont validées, elles permettent de vérifier les contraintes de capacité portante du sol.

## 4.7 Glissement

Suivant les efforts horizontaux appliqués sur les fondations, une vérification au glissement devra être réalisée en phase d'exécution, selon la relation suivante :

$$H_d \leq R_{h;d} + R_{p;d} \quad (10.1.1)$$

- $H_d$  est la valeur de calcul de la composante horizontale (ou parallèle à la base de la fondation) de la charge transmise par la fondation superficielle au terrain ;
- $R_{p;d}$  est la valeur de calcul de la résistance frontale ou tangentielle de la fondation à l'effet de  $H_d$  ;
- $R_{h;d}$  est la valeur de calcul de la résistance au glissement de la fondation sur le terrain.

La résistance  $R_{p;d}$  n'est habituellement pas prise en compte du fait de l'incertitude liée à la pérennité de l'épaisseur de terrain dans laquelle elle peut être mobilisée. Elle est utilisée dans le cadre de la vérification de fondations semi-profondes ( $1.5 < D_e/B < 5$ ), ce qui n'est pas le cas dans ce projet.

Également, la valeur de calcul de la résistance frontale ou tangentielle  $R_{p;d}$  doit être déterminée de telle sorte que les déplacements nécessaires à sa mobilisation soient compatibles avec ceux de la structure portée.

Aucune charge horizontale, ne nous a été transmise.

## 4.8 Stabilité générale du site

Suivant la topographie générale du site, des faibles talutages seront à réaliser y compris en phase chantier.

La stabilité des fouilles devra être validée en phase d'exécution.

## 4.9 Tassements

Les tassements seront estimés selon les procédures définies par la norme NF P 94-261, annexe H à partir des modules pressiométriques de Ménard.

Le tassement final est défini par la relation :

$$S_f = S_c + S_d$$

$s_f$  : le tassement final estimé pour une échéance de 10 ans,

$s_c$  : le tassement sphérique dû aux déformations volumétriques,

$s_d$  : le tassement déviatorique dû aux déformations de cisaillement,

Dans le cas présent et suivant les valeurs de contraintes à l'ELS obtenues les tassements prévisibles sont inférieurs au centimètre.

Il a été déterminé pour les cas de charges extrêmes, les tassements associés, soit 0.27 cm et 0.78cm.

L'estimation de tassement différentiel maximal est de l'ordre de 0.5 cm.

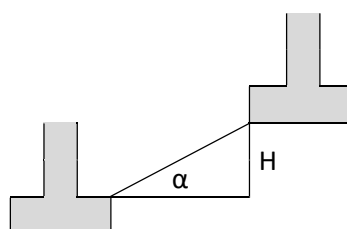
L'évaluation des tassements demeure une estimation et doit être prise en compte comme telle.

Cette estimation n'est valable que si les assises de fondations et jonction des différents éléments sont effectués sans anomalies.

#### 4.10 Dispositions diverses

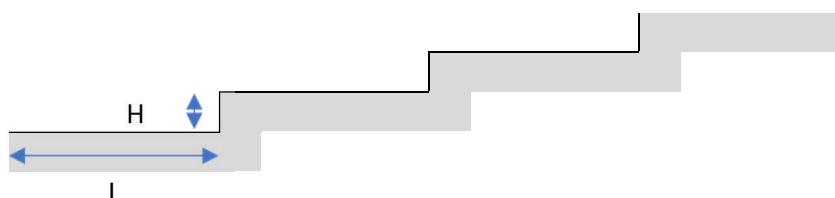
Il est rappelé, que toute anomalie de terrain rencontrée lors de l'exécution devra être communiquée à la société ETUDES GEO afin que la solution préconisée puisse être maintenue.

Il devra être respecté, les règles reproduites ci-après, relatives aux fondations réalisées à des niveaux décalés :



$$\text{tg } \alpha \leq 2/3$$

##### **Semelles isolées**



$$H/L \leq 1/3 \text{ et } H < 0.5 \text{ m}$$

##### **Semelles filantes en redans**

Le fond de fouille sera atteint par excavation jusqu'à la profondeur d'ancrage au sein de la formation géologique porteuse déterminée par l'étude géotechnique de conception.

Le sol devra être homogène, horizontal au niveau de l'assise de fondation.

Les éléments tels que blocs rocheux, anciennes fondations et d'une manière générale toutes lentilles de terrains résistants, susceptibles de former des points durs locaux, seront enlevés sur une certaine profondeur, lorsque ces points se situent sous le radier ou dans les zones d'appui des semelles de fondations. Les zones de moindre résistance seront purgées, si la conception ne les a pas pris en compte.

Une couche de gros béton devra être mise en place, dans le cas où un rattrapage de niveaux entre fondations d'assise différentes serait nécessaire ou pour assurer l'ancrage au sein de la formation géologique porteuse des fondations semi-profondes.



Les matériaux de remblais ou le gros béton devront avoir une qualité permettant d'obtenir des caractéristiques au moins égales à celles du sol de fondation, notamment en termes de portance et de déformabilité.

Le coulage du béton ne pourra être réalisé qu'après évacuation de l'eau de fond de fouille. L'assainissement pourra par exemple être réalisé grâce à un système de drainage ou de pompage avec rejet au minima à 5 mètres en-dehors de l'emprise de la construction.

Dans ces cas, il devra être validé que les caractéristiques des fonds de fouille n'ont pas été détériorées par la présence d'eau.

Dans le cas d'une semelle en béton armé, le béton de propreté sera coulé sur une hauteur minimale de 4 cm.

Le béton de propreté et le gros béton devront être coulés le plus rapidement possible après la réalisation de la fouille. Il en est de même pour le béton de fondation.

Si un joint de rupture est positionné pour partager les habitations, afin de faciliter la liberté de suivre les mouvements éventuels du sol de fondation, il devra recouper tous les éléments du bâtiment au droit de ce joint, y compris les fondations.

Les fouilles exécutées au voisinage d'ouvrages existants ne doivent pas compromettre la stabilité de ces ouvrages, tant en phase provisoire qu'en phase définitive.

Un étalement ou une reprise en sous œuvre des ouvrages est également à considérer, le cas échéant.

Les critères de choix des matériaux sont définis dans le NF DTU 13.1 P1-2 (CGM).

Les classes d'exposition des bétons à considérer devront être définies, notamment du point de vue de la durabilité de l'ouvrage et seront conformes en tout point à la norme NF EN 206/CN.

Avant tous travaux de fondations, il faudra s'assurer de la planéité et de la stabilité de la plateforme livrée par le terrassier.

L'implantation en plan et en altimétrie des fondations devront respecter les cotes figurant sur les plans d'exécution.

Les tolérances sur les dimensions de fouilles sont données par le tableau suivant (extrait NF DTU 13.1 – septembre 2019)

Type de terrain	Sous-type d'ouvrages	Mesure	Tolérance (cm)
Terrain non rocheux	Tous types de fouilles	Implantation	$\geq 0$ *
		Surprofondeur locale	$\leq 5$
	Fouille en puits, tranchée, excavation	Ecart par excès de fouille	$< 10$
	Fouille en rigole	Ecart par excès de fouille	$< 5$
* Les fouilles doivent libérer entièrement l'espace prévu sur les plans			

Les armatures devront être positionnées avec un enrobage nominal d'au moins 65 mm, ou 30 mm dans le cas où un béton de propreté est mis en place.

Les conditions de mise en œuvre du béton seront conformes aux prescriptions du NF DTU 21 P1-1 (CCT), en particulier en ce qui concerne les températures et les délais de mise en œuvre.

La classe minimale de résistance du béton sera C25/30 et la classe d'exposition couramment utilisée pour un béton de fondation est XC2 au sens de la norme NF EN 206/CN.

La classe d'exposition devra être confirmée, suivant l'agressivité du milieu ainsi que des exigences constructives spécifiques.

### **Règles de mitoyenneté**

Dans le cas de réalisation de fondations en mitoyenneté, dans le cadre d'extensions, il doit être respecté les règles suivantes :

Les fondations réalisées au même niveau que des fondations existantes dans le cadre de contigüité, devront respecter un éloignement minimal de la largeur  $B/2$  entre les fondations existantes et les fondations créées.

L'assise d'ancrage des fondations créées devra être au minima aussi profonde que les fondations existantes. Si les fondations projetées sont plus profondes, il conviendra de reprendre en sous-œuvre l'ouvrage existant, sauf dispositions particulières.

Des exceptions existent, lorsque :

- Il est projeté des fondations ponctuelles le long de semelles filantes
- Il est projeté des semelles filantes se trouvant à la perpendiculaire des fondations existantes.

S'il existe un débord de fondation empiétant sur la mitoyenneté, il devra être caractérisé et en aucun cas une charge ne pourra y être appliquée.

Dans le cas des fondations réalisées en limite d'ouvrage, une attention particulière sera portée quant au maintien des ouvrages adjacents. Les fouilles exécutées au voisinage d'ouvrages existants ne doivent pas compromettre la stabilité de ces ouvrages, tant en phase provisoire qu'en phase définitive.

Un étaielement, un blindage ou une reprise en sous œuvre des ouvrages est également à considérer, le cas échéant.

## **5 Terrassements**

Afin de minimiser les venues d'eau, les travaux de terrassement devront être réalisés en période sèche.

La profondeur maximale pour les travaux de terrassement correspond à la profondeur maximale d'ancrage des fondations au droit de la future extension.

Lors de la réalisation des sondages, aucun niveau d'eau n'a été rencontré. Cependant comme indiqué précédemment, les conditions hydrogéologiques sont mal connues et susceptibles de varier notamment en fonction de la topographie, de la saison et de la pluviosité.

La réalisation des travaux de terrassement et des fouilles en hiver peut être un facteur aggravant en ce qui concerne les circulations d'eau.

En cas de venues d'eau lors de l'ouverture des fouilles et postérieurement, il sera indispensable de mettre en œuvre toutes les dispositions pour assainir et curer immédiatement l'ensemble des fonds de fouilles et procéder au coulage immédiat des fondations en respectant les recommandations indiquées au chapitre 4.2.

Que ce soit en phase de chantier ou en phase définitive, il est nécessaire de protéger tout ouvrage et ses parties enterrées contre les infiltrations d'eau au moyen d'un dispositif drainant, réalisé suivant les règles de l'art (DTU 20.1).

Toute paroi de talus devra être protégée des intempéries et de l'érosion par une géomembrane ou par des feuilles de polyane en phase travaux puis être végétalisée ou revêtue en phase définitive.

En cas de création d'un talus, sa stabilité devra être étudiée et le pied de talus sera muni d'un fossé pour collecter les eaux de ruissellement et les éventuelles arrivées d'eau. Le fossé, ainsi que son exutoire devront être situé à une distance minimale de 5 mètres de la construction pour ne pas perturber les conditions hydriques du sol.

Les terrassements pourront a priori en fonction des terrains observés être réalisés sans difficulté particulières au moyen d'engins mécaniques classiques.

Les sols en place étant sensibles aux variations de teneur en eau, la portance pourra diminuer fortement en cas de précipitations ainsi que la traficabilité du terrain.

## 6 Suite à donner

Conformément aux extraits de la norme reproduits en annexe, l'enchaînement des missions complémentaires définies doit être respecté pour suivre les étapes d'élaboration et de réalisation de toute construction.

Ces missions devront être suivies par des missions de type G2 DCE/ACT et G4.

Ponctuellement une mission G5 pourra être réalisée.

La mission G3 demeure à la charge de l'entreprise adjudicataire des travaux.

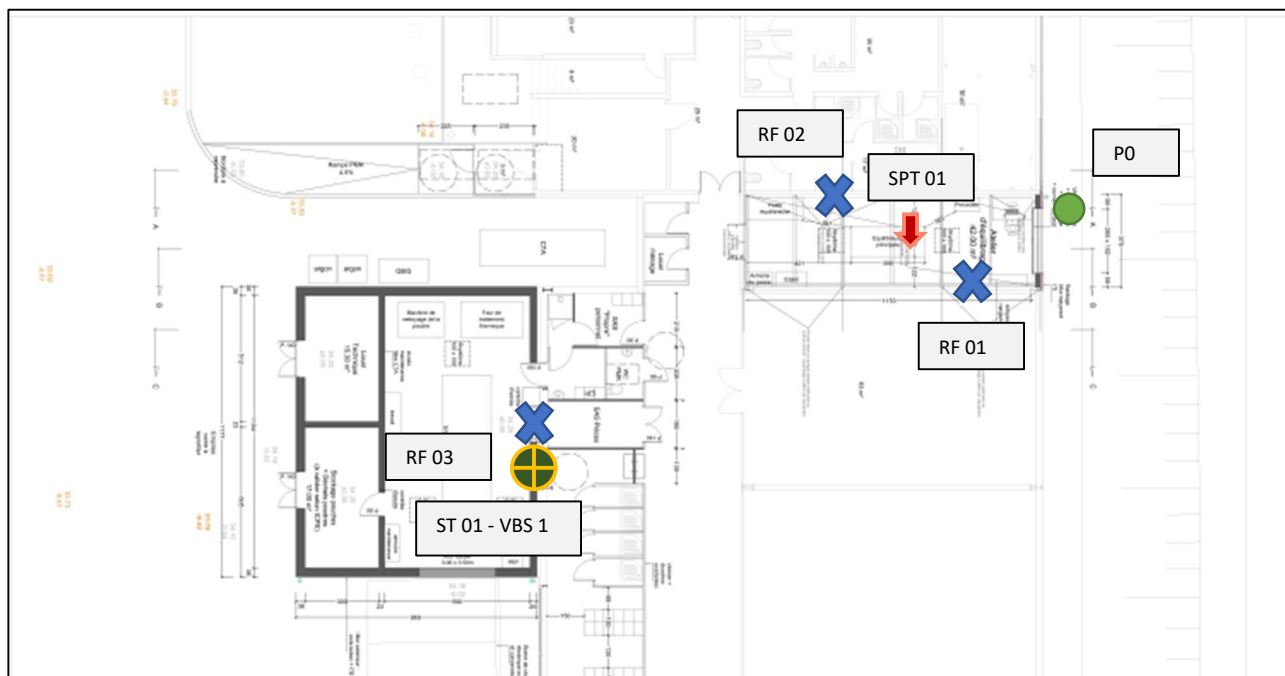
Ces missions permettront notamment de valider l'ensemble des méthodes de construction, de vérifier le dimensionnement des ouvrages géotechniques, la bonne exécution des travaux et des procédés de suivi qualité.







# ANNEXES

# PLAN D'IMPLANTATION DES SONDAGES

(Sans Echelle)



## Légendes :

-  Tarière
-  Pénétromètre dynamique (SPT)
-  Recherche de fondation (RF)
-  PO : Point de référence Altimétrie relative 00.00



**ENTREPRISE VERLEYEN - DGA VAL DE REUIL** Contrat VERLEYEN

Date début	: 27/09/2024 - 11:02	Cote NGF	: 0 m	Profondeur	: 0,00 - 0,90 m
Date fin	: 27/09/2024 - 11:25	Machine	:	X	:
				Y	:


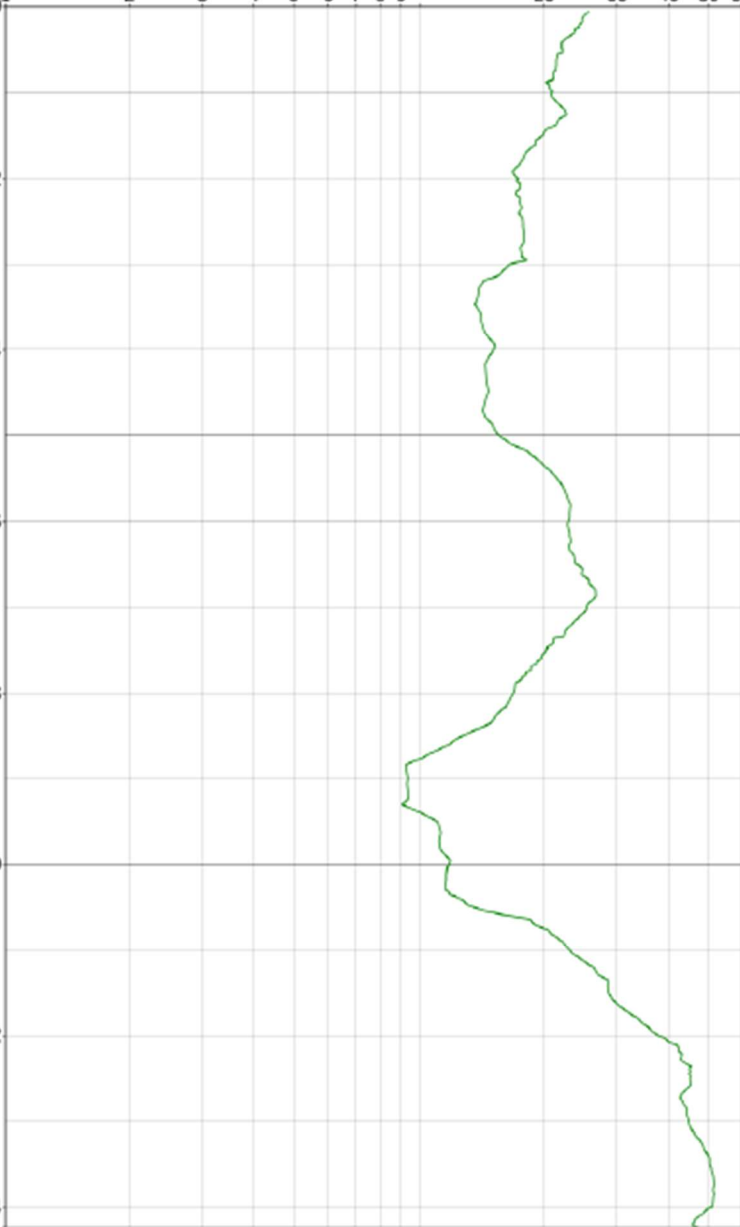
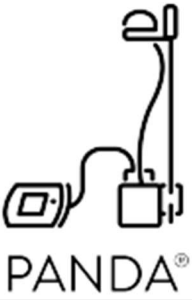
1/5

**Forage : ST 01**

Profondeur (m)	Niveau d'eau	Lithologie
0		Remblai et sol traité au liant
0,30 m		Grave sableuse ocre
0,90 m		

Essai à la tarière

EXGTE 3.23.14/LB2GEO115FR

	<b>Sondage n°1</b>	
Sondage : Sondage n°1 Site : VERLEYEN Date : 27/09/2024 10:04 Société : Opérateur : BENJAMIN Responsable : Lat : Long : Altitude : Repérage :	<div data-bbox="587 427 1410 1711"> <p>Résistance de pointe, qd (MPa)</p>  <p>Profondeur, z (m)</p> </div>	
<b>Essai</b>  Prof. visée : 5.5 m Prof. préforage : Cond. d'arrêt : Temporaire Prof. atteinte : 1.43 m Nappe : Niv. stable : Niv. non stable :		
<b>Caractéristiques</b>  Type d'appareil : Panda2 Mode de battage : Marteau Panda 2 Section de pointe : 2 cm²		
		
<b>Traitement</b>  Lissage de pas : 100 mm Régularisation de pas : Non Écrêtage : Non	<b>Observation</b>	





## PROCES VERBAL D'ESSAI

Mesure de la capacité d'absorption de Bleu de Méthylène d'un sol ou d'un matériau rocheux [V.B.S.]

COORDONNEES CHANTIER	REFERENCES CLIENT
Ville : 27100 VAL DE REUIL	Client : VERLEYEN
	N° dossier : 2024-EG-MFB-746

### Prélèvement :

Sondage : ST 01  
N° essai : VBS 01

Date : 27/09/2024  
Profondeur : 0,3 à 0,9 m

### Nature du matériau :

Grave sableuse ocre

MESURES et RESULTATS	Norme NF P 94-068
----------------------	-------------------

Date essai : 03/10/2024  
Température d'étuvage : 105 °C

Poids de l'échantillon humide :	133,07 g
Poids de l'échantillon sec :	128,30 g
Teneur en eau :	3,7%

Dosage bleu de méthylène:	40 ml
soit:	0,4 g

% Passant à 5 mm	32%
------------------	-----



Sensibilité : FAIBLE

VBS	0,10	(g de bleu pour 100g de matériau sec)
-----	------	---------------------------------------

Responsable de l'essai : B. GUILLEMOT

A : Gaillon

Le : 03/10/2024

Visa :

**Enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (extrait norme NF P 94-500 du 30 novembre 2013)**

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
Etape 1 : Etude géotechnique préalable (G1)		Etude géotechnique préalable (G1) Phase Etude de Site (ES)		Spécificités géotechniques du site	Première identification des risques présentés par le site	Fonction des données existantes et de la complexité géotechnique
	Etude préliminaire, esquisse, APS	Etude 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
Etape 2 : Etude géotechnique de conception (G2)	APD/AVP	Etude géotechnique de conception (G2) Phase Avant-projet (AVP)		Définition et comparaison des solutions envisageables pour le projet	Mesures préventives pour la réduction des risques	Fonction du site et de la complexité du projet (choix constructifs)
	PRO	Etude géotechnique de conception (G2) Phase Projet (PRO)		Conception et justifications du projet	identifiés, mesures correctives pour les risques	Fonction du site et de la complexité du projet (choix constructifs)
	DCE/ACT	Etude géotechnique de conception (G2) Phase DCE / ACT		Consultation sur le projet de base / Choix de l'entreprise et mise au point du contrat de travaux	résiduels avec détection au plus tôt de leur survenance	
Etape 3 : Etudes géotechniques de réalisation (G3/G4)		A la charge de l'entreprise	A la charge du maître d'ouvrage			
	EXE/VISA	Etude et suivi géotechniques d'exécution (G3) Phase Etude (en interaction avec la phase Suivi)	Supervision géotechnique d'exécution (G4) Phase supervision de l'étude géotechnique d'exécution (en interaction avec la phase supervision du suivi)	Etude d'exécution conforme aux exigences du projet, avec maîtrise de la qualité, du délai et du coût	Identification des risques résiduels, mesures correctives, contrôle du management des risques résiduels (réalité des actions, vigilance, mémorisation, capitalisation des retours d'expériences)	Fonction des méthodes de construction et des adaptations proposées si des risques identifiés surviennent
	DET/AOR	Etude et suivi géotechniques d'exécution (G3) Phase Suivi (en interaction avec la phase Etude)	Supervision géotechnique d'exécution (G4) 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
A toute étape d'un projet ou sur un ouvrage existant	Diagnostic	Diagnostic géotechnique (G5)		Influence d'un élément géotechnique spécifique sur le projet ou sur l'ouvrage existant	Influence de cet élément géotechnique sur les risques géotechniques identifiés	Fonction de l'élément géotechnique étudié

## Classification des missions d'ingénierie géotechnique (extrait norme NF P 94-500 du 30 novembre 2013)

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

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

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

Elle comprend deux phases :

#### Phase Etude de Site (ES)

Elle est réalisée en amont d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS pour une première identification des risques géotechniques d'un site.

- Faire une enquête documentaire sur le cadre géotechnique du site et l'existence d'avoisinants avec visite du site et des alentours.
- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.

• Fournir un rapport donnant pour le site étudié un modèle géologique préliminaire, les principales caractéristiques géotechniques et une première identification des risques géotechniques majeurs.

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

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

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.

• Fournir un rapport de synthèse des données géotechniques à ce stade d'étude (première approche de la ZIG, horizons porteurs potentiels, ainsi que certains principes généraux de construction envisageables (notamment fondations, terrassements, ouvrages enterrés, améliorations de sols).

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

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

#### Phase Avant-projet (AVP)

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

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.

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

#### Phase Projet (PRO)

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

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.

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

#### Phase DCE/ACT

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

• Etablir 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.

**SUITE - Classification des missions d'ingénierie géotechnique (extrait norme NF P 94-500 du 30 novembre 2013)**

**ETAPE 3 : ETUDES GEOTECHNIQUES DE REALISATION (G3 et G4, distinctes et simultanées) ETUDE ET SUIVI GEOTECHNIQUES D'EXECUTION (G3)**

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

**Phase Etude**

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

**Phase Suivi**

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

**SUPERVISION GEOTECHNIQUE D'EXECUTION (G4)**

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

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

- Donner un avis sur la pertinence des hypothèses géotechniques de l'étude géotechnique d'exécution, des dimensionnements et méthodes d'exécution, des adaptations ou optimisations des ouvrages géotechniques 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 GEOTECHNIQUE (G5)**

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

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



# ÉTUDE GÉOTECHNIQUE G2 AVP

## RAPPORT

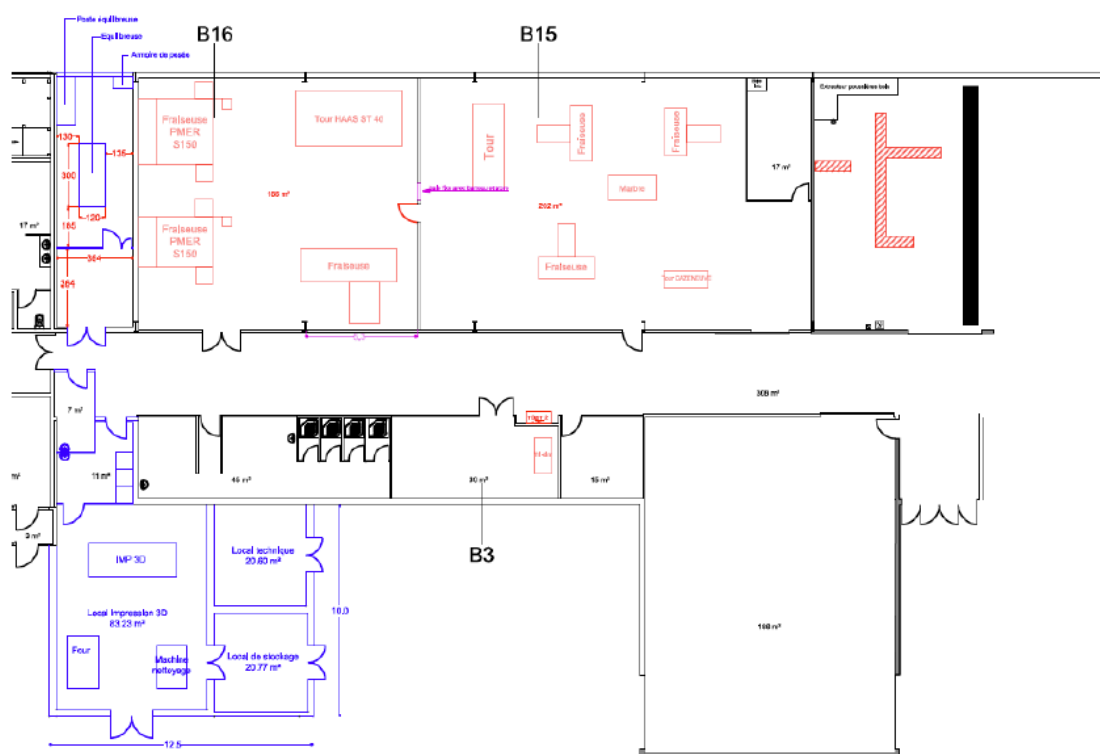
Référence de la Proposition : 116736 SC MAS 01 a

Rédacteur : François UGUEN

## ADRESSE PROJET

1 Chaussée du Vexin

27100 VAL DE REUIL



Agence	N° Dossier	N° pièce	Mission	Rédigé par	Vérifié par	Validé par	Date	Commentaires / version
SC MAS	116736	1	G2 AVP	FU	JT	SR/PC	19/10/22	Version provisoire

## TABLE DES MATIÈRES

<b>1.</b>	<b>SYNTHÈSE .....</b>	<b>4</b>
<b>2.</b>	<b>MISSIONS GÉNÉRALITÉS TRAVAUX ENGAGÉS .....</b>	<b>5</b>
2.1.	MISSION - GÉNÉRALITÉS .....	5
2.2.	DOCUMENTS EN NOTRE POSSESSION POUR LA RÉDACTION DE L'ÉTUDE .....	7
2.3.	TRAVAUX EXÉCUTÉS – LIMITES DES MÉTHODES .....	7
2.4.	NIVELLEMENT DES TÊTES DE SONDAGES .....	8
2.5.	SCHÉMA D'IMPLANTATION DES SONDAGES .....	8
<b>3.</b>	<b>CONTEXTE GÉOLOGIQUE ET GÉOTECHNIQUE .....</b>	<b>9</b>
3.1.	ÉTUDE DE SITE / SENSIBILITÉ .....	9
3.2.	BILAN SENSIBILITÉ .....	10
3.3.	NATURE DES SOLS / PROPRIÉTÉS MÉCANIQUES .....	11
3.4.	EAU PHRÉATIQUE .....	12
3.4.1.	NIVEAU PIÉZOMÉTRIQUE .....	12
3.5.	SYNTHÈSE GÉOTECHNIQUE .....	13
3.5.1.	MODÈLE GÉOMÉCANIQUE .....	13
<b>4.</b>	<b>PROJET .....</b>	<b>14</b>
4.1.	CONSTRUCTIONS ENVISAGÉES .....	14
4.1.1.	CATÉGORIE D'OUVRAGE .....	14
4.1.2.	CONTENU ARCHITECTURAL .....	14
4.1.3.	DESCENTE DE CHARGE .....	15
4.2.	APPROCHE DE LA Z.I.G. - MITOYENS .....	15
4.2.1.	DÉFINITIONS DES DIFFÉRENTS LINÉAIRES MITOYENS .....	15
4.2.2.	RECONNAISSANCE DES FONDATIONS MITOYENNES .....	16
<b>5.</b>	<b>GÉOTECHNIQUE DES FONDATIONS .....</b>	<b>17</b>
5.1.	REPORT DE CHARGES / PROPOSITIONS DE FONDATIONS .....	17
5.1.1.	CHOIX D'UN MODE DE FONDATION PAR SEMELLES .....	17
5.1.2.	ÉLÉMENTS DE DIMENSIONNEMENT : CONTRAINTE ADMISSIBLE .....	17
5.1.3.	REMARQUES GÉNÉRALES SUR LA CONCEPTION DES FONDATIONS .....	18
5.1.4.	TASSEMENTS ABSOLUS ET DIFFÉRENTIELS .....	18
5.1.5.	PRÉCONISATIONS GÉNÉRALES D'EXÉCUTION .....	19
<b>6.</b>	<b>PROTECTION CONTRE LES EAUX .....</b>	<b>20</b>

6.1.	GÉNÉRALITÉS .....	20
6.2.	PRÉCONISATIONS EN PHASE PROVISOIRE DE CHANTIER.....	20
7.	NIVEAU BAS.....	21
7.1.	PLANCHER PORTÉ .....	21
8.	ANNEXES .....	22
9.	ANNEXES NON NUMÉROTÉES .....	30

## 1. SYNTHÈSE

*Il s'agit d'une synthèse non technique résumant les informations à notre disposition actuellement (qui pourront évoluer avec les éventuelles reconnaissances complémentaires). Il s'agit d'un résumé et d'une aide à la lecture. Seul le rapport et ses annexes peut nous être opposable.*

Client	<b>USID d'Evreux</b> M. Bastien Raynaud 105 route de Paris 27000 Evreux FRANCE
Mission	G2 AVP
Projet	Extension du bâtiment en RDC
Contexte Géologique	Le site se localise sur la moyenne terrasse alluviale de la Seine, en aval du coteau.  Son contexte stratigraphique est le suivant :  <ul style="list-style-type: none"> <li>- Terre végétale – Limons de surface apparentés à des remblais,</li> <li>- Alluvions anciennes de moyennes terrasses (Fyc) et basses terrasses (Fyd),</li> <li>- Craie blanche à silex.</li> </ul>
Aléas recherchés	Coupe lithologique du terrain Caractéristiques mécaniques des horizons géologiques Niveau de la nappe phréatique
Aléas résiduels	Variations latérales de faciès géologiques Circulations d'eau sur la hauteur des terrassements Niveaux d'assise, débords et type des fondations mitoyennes
Fondations	Semelles isolées ou filantes
Protection contre les eaux	Protection classique hors nappe pour local technique
Niveau bas	Planché porté



## 2. MISSIONS GÉNÉRALITÉS TRAVAUX ENGAGÉS

### 2.1. MISSION - GÉNÉRALITÉS

Nous fournissons quelques éléments ci-après pour aider les lecteurs de ce présent rapport à comprendre quelles sont les limites liées aux missions géotechniques et donc à ce présent rapport. Bien entendu on se référera à la norme **NF P 94.500** novembre 2013 pour avoir une vision plus exhaustive.

Les missions géotechniques ont pour but d'appréhender le milieu naturel et de diminuer les aléas y afférant. Cette réduction de l'aléa se fait par étapes successives, allant du général au particulier, de la reconnaissance globale à la reconnaissance locale, en adaptant les investigations et les études à la sensibilité réelle du projet.

On trouve dans le tableau ci-dessous l'enchaînement des différentes missions, leurs objectifs et le niveau de management des risques attendus.

Enchaînement des missions G1 à G4	Mission d'ingénierie géotechnique et Phase de la mission		Objectifs à atteindre pour les ouvrages géotechniques	Niveau de management des risques géotechniques attendus
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
	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
Étape 2 : Étude géotechnique de conception (G2)	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
	Étude géotechnique de conception (G2) Phase Projet (PRO)		Conception et justifications du projet	
	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		Identification des risques résiduels, mesures correctives, contrôle du management des risques résiduels (réalité des actions, vigilance, mémorisation, capitalisation des retours d'expérience)
	Étude géotechnique d'exécution (G3) Phase Étude (indissociable de la phase Suivi)	Supervision géotechnique d'exécution (G4) Phase Supervision de l'étude d'exécution (indissociable de la phase Supervision du suivi)	Étude d'exécution conforme aux exigences du projet, avec maîtrise de la qualité, du délai et du coût	
	Suivi géotechnique d'exécution (G3) Phase Suivi (indissociable de la phase Étude)	Supervision géotechnique d'exécution (G4) Phase Supervision du suivi d'exécution (indissociable de la phase Supervision de l'étude)	Exécution des travaux en toute sécurité et en conformité avec les attentes du maître d'ouvrage	
À toute étape d'un projet ou sur un ouvrage existant	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

Par ailleurs, la révision de la norme 94-500 permet aujourd'hui une correspondance simple entre les missions d'ingénierie généraliste et les missions géotechniques (voir page suivante).

Cette étude s'inscrit dans le cadre des missions géotechniques normalisées (NF P 94-500 – novembre 2013) comme une mission de type **G2 « phase avant-projet »** (le détail des missions est repris en annexe).

INGÉNIERIE GÉOTECHNIQUE NFP 94-500 version 2013				INGÉNIERIE GÉNÉRALISTE	MISSION CONFIEE
Étape 1	Étude géotechnique préalable	G1	Phase étude de site <b>ES</b>	<b>ESQUISSE</b>	
			Phase Principes généraux de constructions <b>PGC</b>	<b>APS</b>	
Étape 2	Étude géotechnique de conception	G2	Phase avant-projet ( <b>AVP</b> )	<b>APD</b>	<b>X</b>
			Phase <b>projet*</b>	<b>AVP</b>	
			Phase <b>DCE/ACT</b>	<b>PROJET</b>	
				<b>DCE</b>	
				<b>ACT</b>	
Étape 3	Suivi géotechnique d'exécution	G3	Étude géotechnique d'exécution	<b>EXE</b>	
			Suivi géotechnique d'exécution	<b>DET/AOR</b>	
	Supervision géotechnique d'exécution	G4	Supervision de l'étude d'exécution	<b>VISA</b>	
			Supervision du suivi d'exécution	<b>DET/AOR</b>	
-	Diagnostic géotechnique	G5	Étude d'un élément particulier	-	

\* Les missions G2 PRO ne comprennent pas ICI l'approche des coûts des ouvrages, des délais de réalisation ni l'établissement de plans de fondations ou de soutènement, ces prestations n'entrant pas dans le champ de compétence d'un BET Géotechnique stricto sensu. Si besoin, ces prestations seront confiées à un économiste de la construction et un BET Structures de Conception.

## Réponses aux questions fréquemment posées :

### Peut-on reprocher au géotechnicien un dépassement de délais, de quantités, de coût sur la base d'une mission G1 ?

La norme 94.500 indique que les missions de type G1 excluent toute approche des quantités, délais et coûts d'exécution des ouvrages qui entrent dans le cadre exclusif d'une mission d'étude géotechnique de conception phase projet.

### Le respect de la norme est-il obligatoire ?

Le respect d'une norme NF n'est pas obligatoire. En revanche signer un contrat avec un prestataire qui la respecte revient tacitement à la respecter sauf à décharger le prestataire de ces engagements et responsabilités contractuelles.

### Toutes les missions sont-elles obligatoires ?

La norme indique que toutes les missions doivent être réalisées, ce qui dans les faits est d'ailleurs toujours le cas, mais pas toujours par le géotechnicien. Ainsi, si ce n'est pas le géotechnicien qui rédige les pièces écrites, approuve les plans de l'entreprise et suit les travaux par exemple, ce sont ceux qui se sont substitués à lui qui ont de fait réalisé les missions correspondantes. Il appartient donc de vérifier dans ce cas que ces intervenants ont la compétence et les assurances pour réaliser ces missions.

Nous sommes à la disposition du lecteur pour apporter toutes les précisions nécessaires pour la bonne compréhension de ces missions. Un extrait des missions est fourni en annexe.

## CONDITIONS D'EXPLOITATIONS DU PRÉSENT RAPPORT

Il s'agit d'investigations géotechniques qui ne peuvent, en aucun cas, détecter d'éventuelles pollutions des sols.

L'exploitation et l'utilisation de ce rapport doivent respecter les "conditions d'exploitation et de validité des études de sols" décrites en annexe.

Le maître d'ouvrage devra nous informer de la DROC (date réelle d'ouverture de chantier), et faire réactualiser le présent rapport en cas de modification du projet ou d'ouverture du chantier plus de 2 ans après la date du présent rapport.

SC MAS	116736	1	G2 AVP	FU	19/10/2022	Provisoire
Agence	N° dossier	N° pièce	Mission	Rédacteur	Date	État

## 2.2. DOCUMENTS EN NOTRE POSSESSION POUR LA RÉDACTION DE L'ÉTUDE

Nature du document	Référence	Date	Remarques
Plan de masse du projet	-	-	-

## 2.3. TRAVAUX EXÉCUTÉS – LIMITES DES MÉTHODES

*Le relevé des coupes des sondages pressiométriques (de type destructif) a été réalisé en observant les remontées de cuttings (terrain détruit par l'outil de perforation et remonté en surface par la circulation de la boue de forage). Cette méthode est imprécise et ne permet pas une finesse de relevé d'un carottage. Le relevé des remontées de cuttings et les diagraphies instantanées correspondantes sont fournis en annexe.*

TYPE DE SONDAGE ET D'ESSAIS IN SITU	RÉFÉRENCE	PROFONDEUR
Sondage pressiométrique Ø 63 mm, réalisé à la tarière mécanique hélicoïdale	SP1	10m
Essais pressiométriques	8	Répartis dans le sondage
Tube provisoire posé en SP1	PZ1	6m
Essais au Pénétrömètre Dynamique (type Pagani)	PD1 PD2 PD2 BIS PD2 TER	2,7m (Refus) 1,3m (Refus) 0,4m (Refus) 1,3m (Refus)
DATE DE RÉALISATION DE LA CAMPAGNE IN SITU : du 3 au 4 octobre 2022		

L'essai PD2 a été refait par deux fois du fait de la rencontre prématurée d'un refus.

Conformément à la normalisation en vigueur, les sondages ont tous été rebouchés en fin de campagne.

**Remarque relative aux relevés piézométriques :** Lorsque des piézomètres sont disponibles sur chantier (par exemple, dans le cadre d'un suivi piézométrique), nous prenons en compte ces mesures si elles nous sont communiquées. Dans le cas contraire, des mesures ponctuelles de niveau d'eau sont effectuées directement dans les trous de forage, avant leur obturation en fin de chantier. Sauf demande spécifique de la part du Maître de l'Ouvrage, qui doit alors faire la déclaration correspondante auprès de la Police de l'Eau, nous ne posons pas de piézomètre au sens strict du terme.

### Remarque relative aux limites d'exploitation de cette étude :

- Ce rapport ne traite pas des VRD au sens large, ces études spécifiques restent du ressort de BET Spécialisés.
- Ce rapport ne traite pas de l'étude des grues de chantier et des grues mobiles qui devra être réalisée par un bureau d'étude spécialisé.

## 2.4. NIVELLEMENT DES TÊTES DE SONDAGES

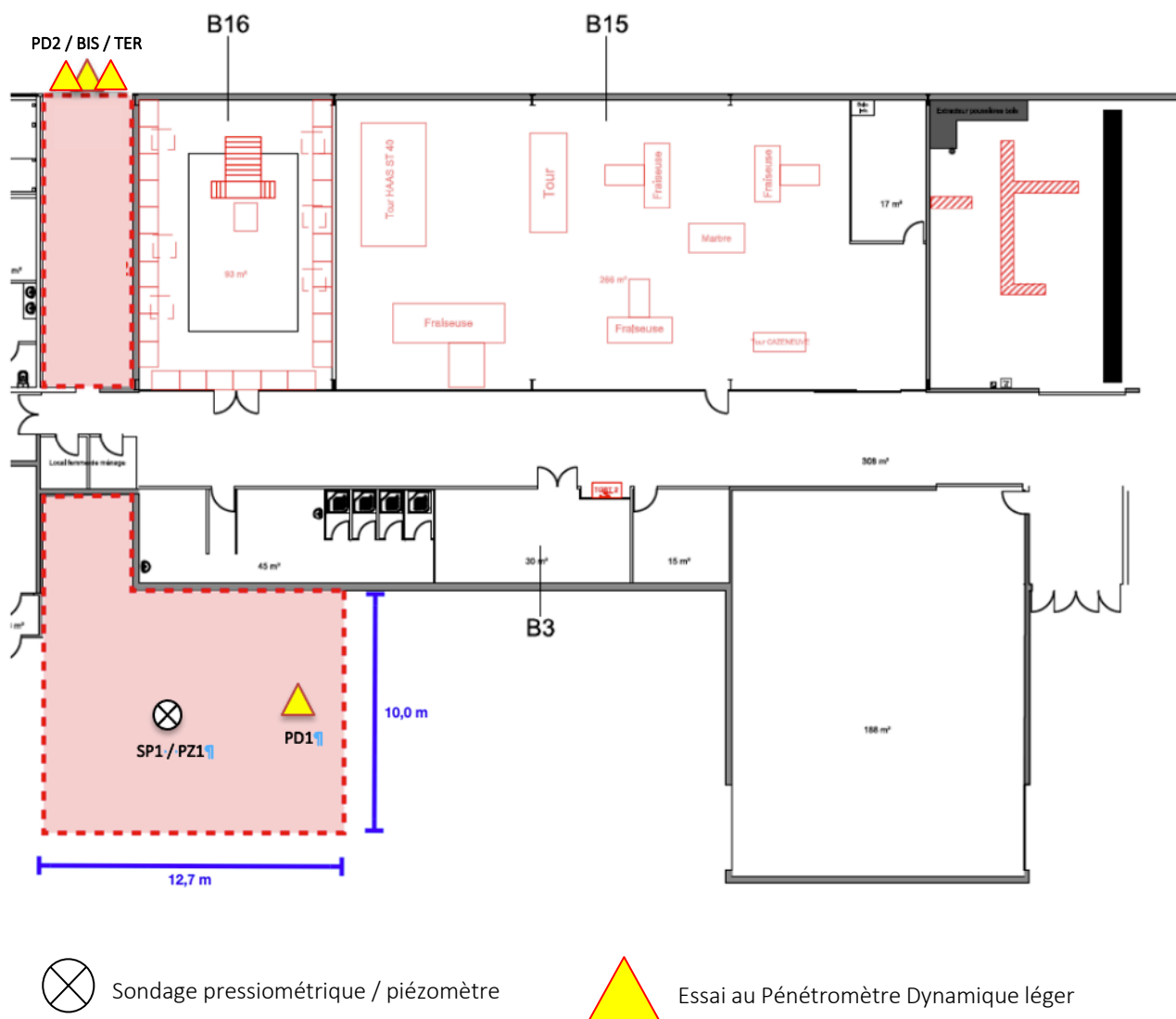
Les altimétries des têtes de sondages sont données à titre indicatif.

Elles sont extrapolées à partir des données disponibles sur le site Géoportail et devront être confirmées par un levé de géomètre. Si ce relevé montre des différences, le rapport devra être revu en conséquence.

Localement, le terrain est plat, à une altitude approximative de 35 NGF. Dans ce contexte, toutes les données seront exprimées en profondeur par rapport au niveau du terrain naturel dans la suite du présent document.

## 2.5. SCHÉMA D'IMPLANTATION DES SONDAGES


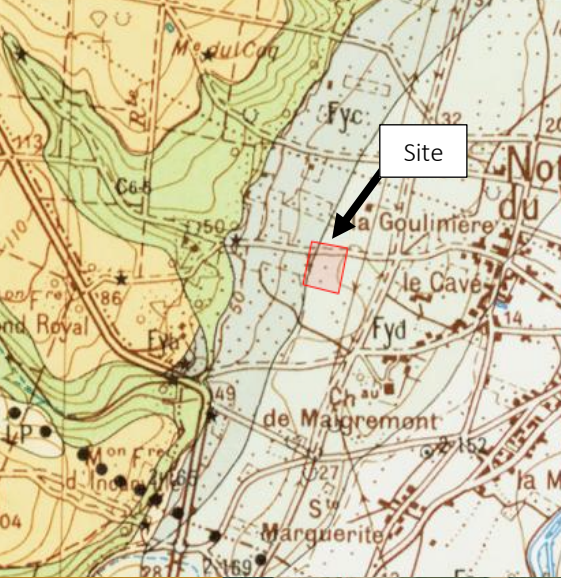

L'implantation fournie sur ce schéma peut présenter des imprécisions d'ordre métriques. Si une implantation précise est requise, un relevé de géomètre sera alors nécessaire.

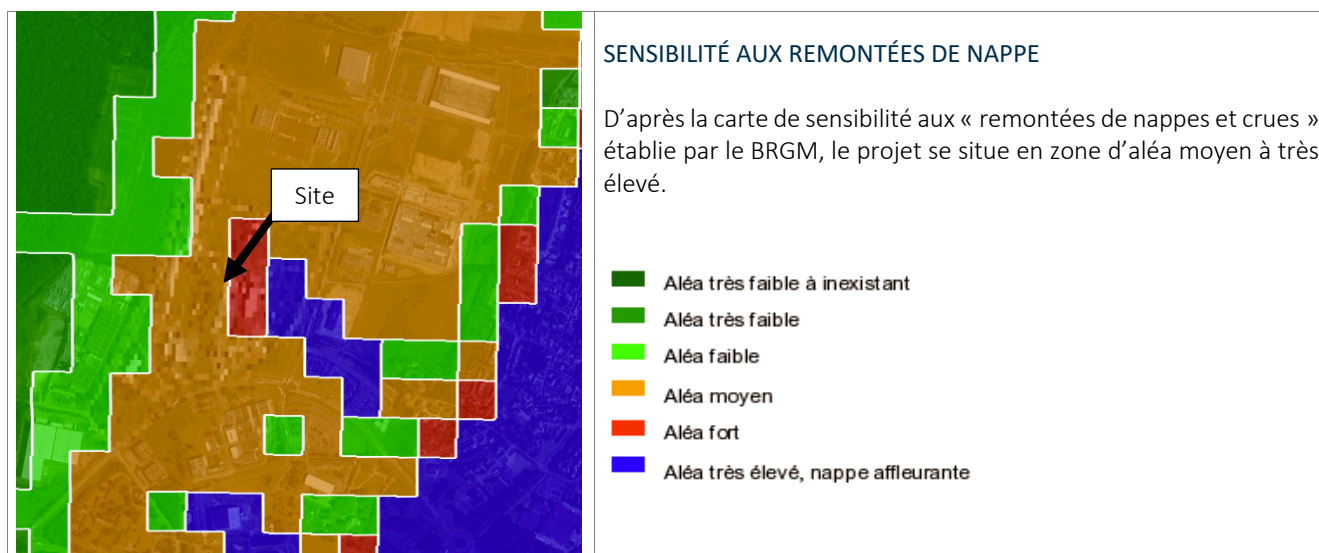




### 3. CONTEXTE GÉOLOGIQUE ET GÉOTECHNIQUE

#### 3.1. ÉTUDE DE SITE / SENSIBILITÉ

<p>VUES AÉRIENNES « REMONTER LE TEMPS »</p> 	<p><b>HISTORIQUE DU SITE ET ACTIVITÉS PASSÉES</b> (d'après les archives des campagnes de photographies aériennes du site <i>Remonter le Temps</i>)</p> <p>Le site était occupé par des champs jusqu'en 1985. Le bâtiment existant a été construit entre 1985 et 1986.</p> <p>Leur mode de fondations et la présence d'éventuels sous-sols ne sont pas connus.</p>
	<p><b>SITUATION GÉOLOGIQUE</b></p> <p>Le site se localise sur la moyenne terrasse alluviale de la Seine, en aval du coteau, à plus de 3 km m de la Seine.</p> <p>D'après la carte géologique à l'échelle 1/50.000 des ANDELYS, la suite lithologique attendue est la suivante :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Alluvions anciennes de basses terrasses (Fyd) puis de moyennes terrasses (Fyc),</li> <li>- Craie blanche à silex (c6-5).</li> </ul> <div data-bbox="783 1301 1166 1503"> <ul style="list-style-type: none"> <li>Fz Alluvions modernes</li> <li>Fyd Alluvions anciennes de basse terrasse (12 à 15 m)</li> <li>Fyc Alluvions anciennes de moyenne terrasse (30 à 35 m)</li> <li>LP Limons des plateaux</li> <li>RS Formations à silex</li> <li>c6-5 Campanien et Santonien indifférencié</li> </ul> </div>
	<p><b>RETRAIT-GONFLEMENT DES ARGILES</b></p> <p>La parcelle étudiée se situe dans une zone d'exposition a priori nul vis-à-vis du phénomène de retrait-gonflement des argiles.</p> <p>Ce risque est lié à la sensibilité des sols présents en surface qui ont été cartographiés par le BRGM.</p> <div data-bbox="767 1850 1050 1984"> <ul style="list-style-type: none"> <li>Exposition forte</li> <li>Exposition moyenne</li> <li>Exposition faible</li> </ul> </div>



### 3.2. BILAN SENSIBILITÉ

Type d'aléa	Niveau de risque
Retrait / gonflement des sols argileux	Aléa a priori nul
Inondation par débordement d'un fleuve	Hors zone inondable
Mouvement de terrain	Hors zone d'aléa
Extraction souterraine de matériaux	Aléa faible. Pas d'exploitation de matériaux connue
Extraction à ciel ouvert de matériaux	Aléa faible. Pas d'exploitation de matériaux connue
Sismicité	Zone I très faible

### 3.3. NATURE DES SOLS / PROPRIÉTÉS MÉCANIQUES

La campagne de reconnaissance effectuée a permis de mettre en évidence la suite lithologique suivante, au droit de nos sondages :

Terrains de couverture					
<p>En tête de forages, les terrains sont représentés par de la terre végétale (ou en enrobé reposant sur une couche de forme éventuelle) puis par des sables limoneux à argileux, sans doute en remblais du fait des enregistrements de paramètres de forage, rencontrés sur des épaisseurs allant jusqu'à 2,5m /TN.</p> <p>Rappelons que par nature, ces terrains peuvent présenter des variations brutales d'épaisseur et/ou de nature ou des sur-profondeurs localisées ; en particulier :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• à proximité des bâtiments mitoyens (<i>fondations, structures enterrées</i>),</li> <li>• au niveau des réseaux, fosses ou cuves enterrés (<i>démolis ou existants</i>),</li> <li>• au droit d'anciennes constructions,</li> <li>• au voisinage des sous-sols actuels où l'on ne peut exclure des zones talutées par endroits.</li> </ul> <p>Les essais mécaniques mesurés sur les deux premiers mètres sont disparates avec une première valeur importante (PL de 24,4 Bar pour un module pressiométrique de 192 Bar) et une seconde valeur plus faible (PL de 8,1 Bar pour un module pressiométrique de 53 Bar).</p> <p>Les caractéristiques pénétrométriques relevées dans les terrains de couverture sont quelque peu similaires avec une première couche plus compacte (jusque 1,4 m de profondeur) ; associée à un Rd moyen 130 Bar. Les essais permettent ensuite d'identifier une lentille argileuse entre 1,5 et 2,4m, correspondant à un Rd de 100 Bar.</p>					
Statistiques pressiométriques					
Nombre de valeurs			2		
	Min	Max	Moyenne	Écart type $\sigma$	Moyenne – $\frac{1}{2} \sigma$
PI (Bar)	8,1	24,4	14,1	11,5	-
Em (Bar)	53	192	101	98,3	-

Alluvions anciennes de basses terrasses	
<p>Sous les terrains de surface, nos sondages ont recoupé une couche de sable moyen à grossier beige jaunâtre, contenant des graviers de silex jusqu'à 7,5 m de profondeur.</p> <p>Il s'agit des Alluvions anciennes de la Seine comme décrites par la carte géologique des ANDELYS. Cet horizon géologique a d'ailleurs fait l'objet d'extractions à ciel ouvert, plus à l'Est.</p> <p>Elles peuvent présenter des variations brutales de puissance et de nature du fait de leur mode de dépôt (<i>fraction variable de graviers, de silex, passage argileux...</i>).</p> <p>Parfois les Alluvions anciennes peuvent avoir subi un processus de cimentation naturelle formant des bancs de calcin particulièrement indurés. Selon la notice de la carte géologique, les silex de la craie y sont prédominants et on pourrait y rencontrer des roches cristallines, des meulière, des grès et poudingues.</p>	<p><b>Caractéristiques mécaniques</b></p> <p>Les sables et graviers présentent de très bonnes caractéristiques mécaniques ; ils correspondent à des « sables et graviers très denses » selon la norme d'application de l'Eurocode (pression limite &gt; 20 Bar).</p>

Statistiques pressiométriques					
Nombre de valeurs			5		
	Min	Max	Moyenne	Écart type $\sigma$	Moyenne – $\frac{1}{2} \sigma$
PI (Bar)	20,6	39,2	28,6	7,6	24,8
Em (Bar)	158	366	219	85	177

Craie blanche à silex
<p>Cette formation est représentée par de la craie blanche ou grise, souvent altérée et molle en tête. Elle est ici légèrement argileuse.</p> <p>Sa base n'a pas été traversée par notre sondage pressiométrique, arrêté vers 10m de profondeur.</p> <p>Seule une valeur mécanique a été mesurée dans la craie, à 8 m de profondeur. Cette valeur est relativement bonne avec une pression limite supérieure à 37 Bar pour un module pressiométrique de 853 Bar ; ce qui ne permet pas de statuer sur son caractère altéré ou non.</p>

### 3.4. EAU PHRÉATIQUE

#### 3.4.1. NIVEAU PIÉZOMÉTRIQUE

Un piézomètre provisoire a été posé sur la durée du chantier, au sein d'une tarière mécanique SP1 (type de forage sans adjonction d'eau) (*rebouché en fin d'intervention*).

Le tableau ci-après indique le résultat du relevé effectué durant notre intervention sur site :

Piézomètre	Profondeur ouvrage	Date de relevé	Niveau d'eau
	m/TN		m/TN
PZ1	4,5	03/10 04/10	Sec

L'ouvrage est resté **sec** durant notre intervention.

La retenue normale de la Seine se situe entre 8 et 9 NGF, tandis que le site se positionne à une altimétrie proche de 35 NGF. La nappe alluviale est ainsi attendue en profondeur, et n'aura pas d'impact sur le projet. Cette information est d'ailleurs corroborée par des sondages d'archives de la banque de données du sous-sol dans le secteur qui indiquent la présence de puits profonds.

Malgré l'absence de nappe et étant donné le contexte de bas de coteau, la présence de circulations collinaires, de rétentions ou de poches d'eau n'est pas à exclure au sein des terrains de surface.

Ces circulations ou rétentions sont tributaires des infiltrations et des aléas climatiques ; elles peuvent être particulièrement importantes pendant les périodes climatiques défavorables ou hivernales

### 3.5. SYNTHÈSE GÉOTECHNIQUE

#### 3.5.1. MODÈLE GÉOMÉCANIQUE

Le tableau ci-dessous indique le modèle géomécanique à retenir pour le dimensionnement des ouvrages géotechniques.

Couche de sol	Base	Rd	Pl	Em	$\alpha$
-	Profondeur m/TN	Bar	Bar	Bar	-
Terrains de couverture	2,5	130	10	100	1
Alluvions anciennes	7,5	-	28	220	1/3
Craie blanche à silex	>10,5	-	37*	850*	1/2*

*\*L'unique valeur mesurée dans cette formation a été restituée dans ce tableau.*



## 4. PROJET

#### 4.1. CONSTRUCTIONS ENVISAGÉES

#### 4.1.1. CATÉGORIE D'OUVRAGE

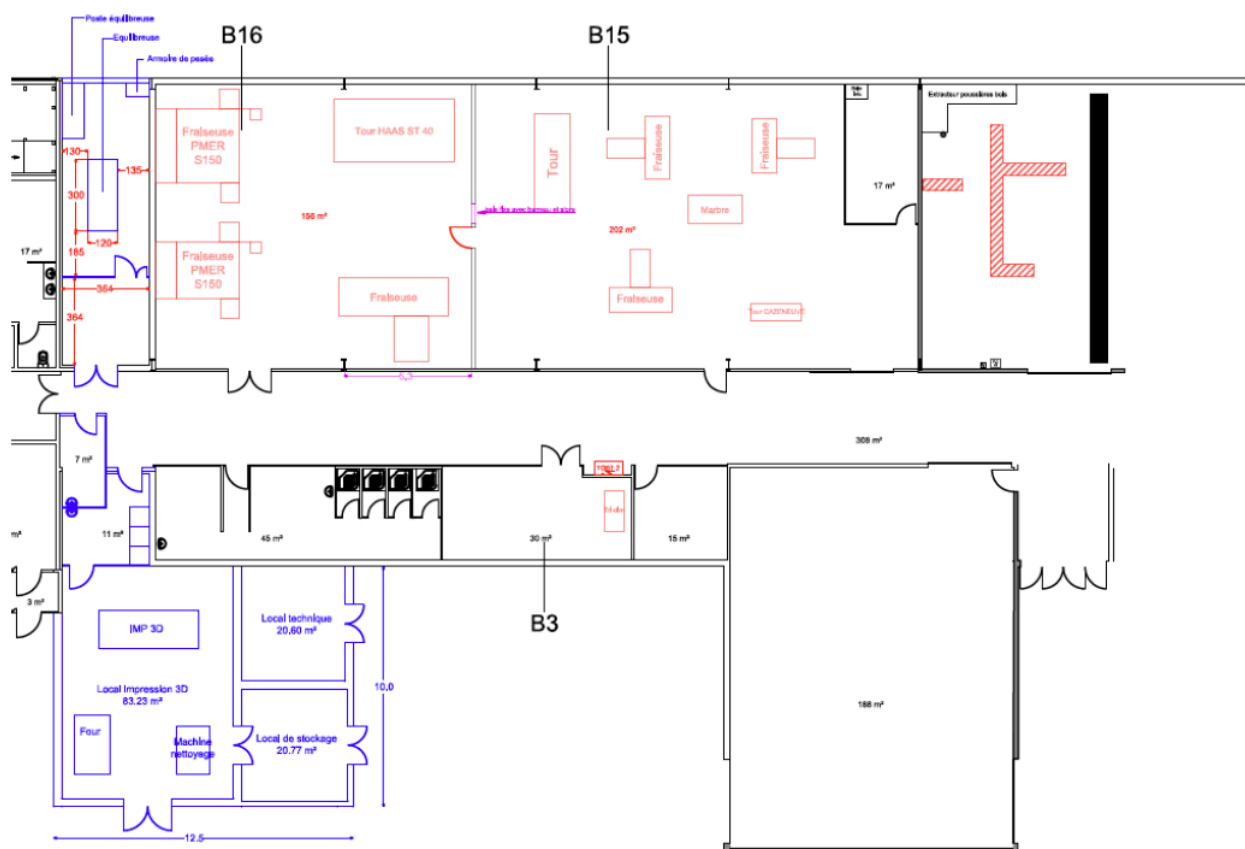
Le projet pourrait être classé selon l'Eurocode 7 dans les catégories suivantes :

Catégorie géotechnique	2	Ouvrages classiques et fondations sans risque, condition de terrain et chargements exceptionnels
Classe de conséquence	CC2	Effets modérés sur les personnes ou les constructions avoisinantes
Catégorie de durée d'utilisation	4	50 ans : structure courante de génie civil et de bâtiment

La complexité d'un projet est à fixer par le Maître d'ouvrage ou son représentant avant le début des études. Elle est à préciser le cas échéant au fur et à mesure de leur avancement.

#### 4.1.2. CONTENU ARCHITECTURAL

Le projet prévoit la construction de deux extensions en RDC (en bleu sur l'extrait de plan présenté ci-dessous) : un local technique et un autre de stockage de différentes machines industrielles.



*Extrait du plan de masse du projet*

#### 4.1.3. DESCENTE DE CHARGE

La descente de charges du projet n'est pas établie à ce stade. En première approche, nous retiendrons comme hypothèse la gamme de charges ELS (G+Q) suivante :

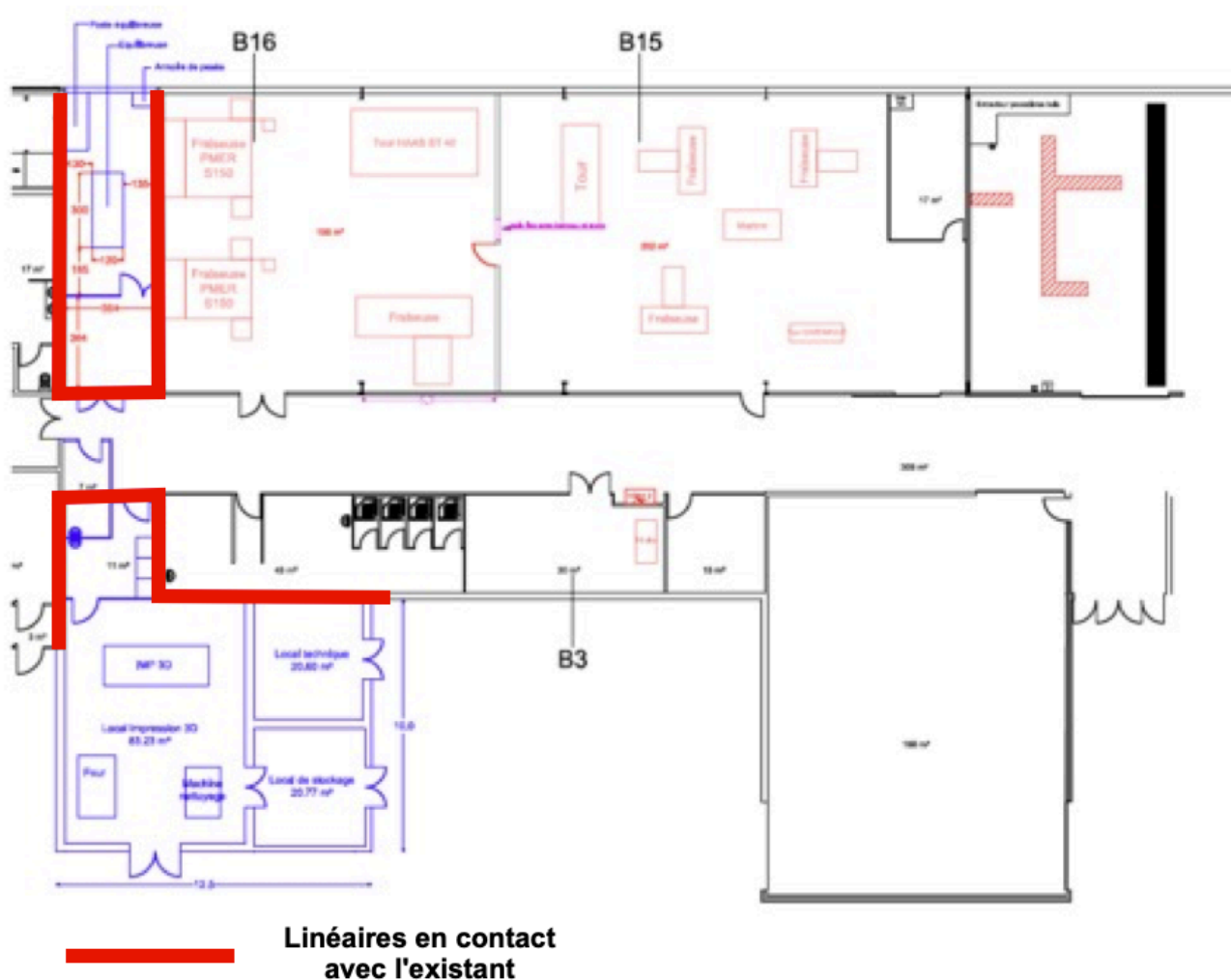
- Appuis isolés : 15 t
- Appuis filants : 5 t/ml
- Machine d'impression/technique : 3 t

#### 4.2. APPROCHE DE LA Z.I.G. - MITOYENS

#### 4.2.1. DÉFINITIONS DES DIFFÉRENTS LINÉAIRES MITOYENS

L'extension sera en contact avec l'existant sur les linéaires (en rouge) présentés ci-dessous.

- **Plan RDC avec linéaires mitoyens**



#### 4.2.2. RECONNAISSANCE DES FONDATIONS MITOYENNES

Avant tous travaux, il conviendra de faire réaliser des reconnaissances au niveau des fondations mitoyennes existantes de façon à vérifier :

- la présence éventuelle de niveaux enterrés et, si oui, leur profondeur,
- le type de fondation (*semelles, puits, pieux, radier*),
- le niveau d'assise (*calage altimétrique de l'A.I. repérée en cotes NGF ou NVP*),
- la nature précise du sol d'assise,
- la géométrie de ces fondations et, en particulier, les débords extérieurs.

## 5. GÉOTECHNIQUE DES FONDATIONS

### 5.1. REPORT DE CHARGES / PROPOSITIONS DE FONDATIONS

#### 5.1.1. CHOIX D'UN MODE DE FONDATION PAR SEMELLES

Pour un projet sans niveau de sous-sol, le fond de fouille général sera constitué par les terrains de couverture tandis que le fond de fouille des semelles sera constitué par le faciès des Alluvions anciennes de basses terrasses (toit vers 0,7 à 0,8 m/TN mis en évidence par les investigations géotechniques).

Les résultats géomécaniques ont montré que les Alluvions Anciennes sous-jacentes sont aptes à recevoir, pour la gamme des charges mentionnée au paragraphe précédent, un **mode de fondations superficielles par semelles isolées ou filantes approfondies**. L'approfondissement sera d'environ 1,3 m/TN, pour assurer un ancrage d'au moins 50 cm dans les Alluvions Anciennes.

#### Règles de l'art minimales :

La mise en œuvre des fondations doit au moins respecter les conditions suivantes :

- **Traverser** la totalité des terrains remaniés par les travaux de démolition et par les terrassements,
- **Ancrage** dans le terrain d'assise défini par l'étude géotechnique, en place et non remanié au minimum de 0,3 m pour les semelles filantes et au minimum de 0,5 m pour les semelles isolées. La hauteur réelle de la fondation dépendra de la forme de la fondation et du chargement afin de permettre au projeteur Béton Armé d'appliquer « la méthode des bielles »,
- **Bétonnage** à pleine fouille au minimum sur les hauteurs définies et immédiatement après ouverture sur un support parfaitement sain, nettoyé à la main et si nécessaire recompacté (à la plaque vibrante ou au pied d'homme).

#### 5.1.2. ÉLÉMENTS DE DIMENSIONNEMENT : CONTRAINTE ADMISSIBLE

##### Généralités sur le principe de dimensionnement

Pour la justification des fondations, il convient de respecter la norme d'application nationale de l'Eurocode 7 - **NF P 94-261** « Fondations superficielles » (Juin 2013 + Amendement A1 de Février 2017). Nous présentons ci-après un pré-dimensionnement issu de la norme d'application Eurocode 7.

Pour le calcul de la portance aux ELU et aux ELS, on utilise la formule suivante :

$$R_{v;d} = \frac{A' \cdot q_{net}}{\gamma_{R;d,v} \cdot \gamma_{R;v}}$$

Avec :

**R<sub>v;d</sub>** : valeur de calcul de la résistance nette du terrain sous la fondation

**A'** : surface effective de la semelle (Pour les exemples de pré-dimensionnement, nous retiendrons par défaut A'=A ; soit un cas de chargement sans excentrement).

**q<sub>net</sub>** : résistance nette du terrain sous la fondation calculée selon la méthode pressiométrique

**γ<sub>R;d,v</sub>** : coefficient de modèle (1,2 pour la méthode pressiométrique)

**γ<sub>R,v</sub>** : facteur partiel de résistance (ensemble R2)

Détail des coefficients partiels de résistance (procédure Terrain Modèle)

	γ <sub>R,v</sub>
ELU durables et transitoires	1,4
ELU accidentelles	1,2
ELS caractéristiques	2,3

Pour le calcul de la résistance nette du terrain, on utilise la méthode pressiométrique :

$$q_{net} = k_p \cdot p_{le}^* \cdot i_\delta \cdot i_\beta$$

Avec :

**k<sub>p</sub>** : facteur de portance

**p<sub>le</sub>\*** : pression limite nette équivalente.

**i<sub>δ</sub>** et **i<sub>β</sub>** : coefficients de réduction liés respectivement à l'inclinaison de la charge et à la proximité d'un talus

Pour les exemples de pré-dimensionnement, nous retiendrons par défaut i<sub>δ</sub> = i<sub>β</sub> = 1 ; soit un cas de chargement vertical et une semelle suffisamment éloignée d'un talus.

On notera que le calcul de portance est fonction de la forme de la fondation et des charges réelles apportées. Les résistances et les tassements fournis dans ce rapport sont donc estimés à partir de charges et de formes prises en hypothèses.

A l'ELS, les critères de déplacements et de portance sont vérifiés. La vérification de la portance permet notamment de limiter la charge transmise au terrain de manière à prévenir les phénomènes de fluage et de vérifier que le calcul de tassement a été réalisé dans une gamme de chargement acceptable (voir paragraphes 8.3 (2) (4) et 13.1 (3) de la norme d'application). Cette notion correspond au **R<sub>v;d</sub> / A** « limitation de la charge » reportée dans le tableau ci-dessous ; c'est avec ce taux de travail ELS que sont estimés les tassements.

##### Justification EC7

ELU STR : calcul BA des semelles.

ELU GEO : vérification portance. Limitation de l'excentricité. Vérification du glissement de la semelle.

ELS GEO : vérification des tassements absolus et admissibilité des tassements différentiels

Les semelles pourront être dimensionnées pour les charges verticales et centrées avec les hypothèses suivantes :

SC MAS	116736	1	G2 AVP	FU	19/10/2022	Provisoire
Agence	N° dossier	N° pièce	Mission	Rédacteur	Date	État

$\sigma_{ELS} = 2,0 \text{ Bar}$  (charges verticales centrées)

sous réserve du strict respect des préconisations indiquées dans le présent rapport tant au point de vue de la nature des sols d'assise que des règles de conception et d'exécution.

### 5.1.3. REMARQUES GÉNÉRALES SUR LA CONCEPTION DES FONDATIONS

Dans le cadre des études d'exécution et pour toutes les fondations, il conviendra de vérifier les différents modes de rupture exposés dans la norme d'application : voir tableau 8.2.1 pour les ELU et tableau 8.3.1 pour les ELS.

Les éventuels rattrapages de niveau d'assise entre semelles consécutives se feront en adoptant une règle de répartition de charge à **3 (base)** pour **2 (haut)**. Dans le cas d'une semelle filante, le rattrapage est assuré par redans respectant la même pente.

En mitoyenneté, on adoptera au minimum le même niveau d'assise que les fondations des bâtiments existants. Cette contrainte pourra entraîner des approfondissements locaux. Le projet sera totalement désolidarisé par rapport aux structures mitoyennes.

### 5.1.4. TASSEMENTS ABSOLUS ET DIFFÉRENTIELS

Les tableaux ci-dessous précisent les résultats obtenus par la méthode pressiométrique pour les cas de charges mentionnés au paragraphe 4.1.3. tant au point de vue des contraintes que des tassements.

Les tableaux indiquent également les niveaux d'arase basse sondage par sondage. Les calculs sont menés en considérant un encastrement des semelles égal à la différence entre l'arase supérieure et inférieure.

**Semelles isolées (carrées 1mx1m) :**

18	1 x 1 m	Sondages	SP1
Ar. Sup. (m/TN)	-0,80	Kp Ple	7,7
Ar. Inf. (m/TN)	-1,30	Rv;d / A - ELU	4,6
Largeur (m)	1,00	Rv;d / A - ELS	2,8
Longueur (m)	1,00	$\sigma$ calcul tass.	2 Bar
Hauteur (m)	0,5	Tassement (cm)	0,5

**Semelles filantes (Largeur 0,9m) :**

8	0,9 m de large		SP1
Ar. Sup. (m/TN)	-0,80	Kp Ple	7,3
Ar. Inf. (m/TN)	-1,30	Rv;d / A - ELU	4,3
Largeur (m)	0,90	Rv;d / A - ELS	2,6
Longueur (m)	100,00	$\sigma$ calcul tass.	2 Bar
Hauteur (m)	0,50	Tassement (cm)	0,8

### Commentaires et conclusions

- On constate que les tassements théoriques totaux estimés sont globalement faibles (inférieur au centimètre) et homogènes. En première approche, les problématiques de tassement différentiel sont vérifiées avec la géométrie actuelle (règle du 1/500<sup>ème</sup> de la portée). Ce point sera à confirmer par le BET Structure en fonction des sens de portée.
- La contrainte retenue pour le dimensionnement des fondations à l'ELS de 2,0 Bar pour des charges verticales centrées est donc validée.
- Nous attirons l'attention de l'entreprise sur le fait que les calculs présentés correspondent à des estimations de tassements théoriques totaux ; cela suppose donc des conditions d'exécution parfaites (voir paragraphe suivant) au moment de la réalisation des fouilles de fondations. On doit considérer que les résultats de calcul de déplacement (tassement) ne donnent qu'une indication approchée de leur valeur réelle.



### 5.1.5. PRÉCONISATIONS GÉNÉRALES D'EXÉCUTION

La réalisation des fondations devra respecter les conditions suivantes :

- Assainissement du fond de fouille si besoin (stagnation des eaux météoriques),
- Purge et substitution par un matériau noble compacté et contrôlé, des zones molles, identifiées à l'ouverture des fouilles,
- Une purge ou un curage des zones humides et remaniées sera impérative avant bétonnage. Dans tous les cas, le béton des fondations sera coulé sur un support sain, soigneusement nettoyé et hors-d'eau.
- Pour éviter un remaniement des sols d'assise, on coulera le béton des fondations à l'avancement, de préférence sur toute hauteur et aussitôt après l'ouverture des fouilles.
- La présence d'éléments durs au sein des remblais (*blocs béton, dalles ou éléments de démolition*), nécessitera l'usage d'engins de terrassement adaptés (*piqueur ou BRH*). Dans la mesure du possible, les blocs déchaussés seront évacués et les dépressions ainsi créées comblées en gros béton.
- Les profondeurs d'assise des semelles devront respecter les conditions de mise hors-gel (profondeur d'assise minimum de 0,5m en Normandie).

## 6. PROTECTION CONTRE LES EAUX

### 6.1. GÉNÉRALITÉS

#### Quelques rappels

Dans la pratique, toutes les infrastructures des ouvrages enterrés sont potentiellement exposées à des venues d'eau.

- Soit par à l'action d'une nappe phréatique dont le niveau fluctue dans le temps.
- Soit par d'autres mécanismes : débordement d'un fleuve, eaux d'infiltrations diverses : pluies, réseau enterré...

On appelle cuvelage un revêtement d'imperméabilisation ou un revêtement d'étanchéité appliqué sur la structure interne ou externe de l'ouvrage potentiellement immergé par les mécanismes décrits plus haut et cela afin de le soustraire à la pénétration de l'eau.

**En d'autres termes, le cuvelage est l'addition d'une structure béton dimensionnée en conséquence et un revêtement d'étanchéité ou d'imperméabilisation décrit par le DTU 14.1.** Les règles du Béton Armé définissent la quantité des aciers, leurs diamètres et leurs positions pour la limitation de la fissuration dans le béton (on parle de fissuration préjudiciable ou très préjudiciable).

La quantité d'aciers dépend des pressions hydrauliques dans les ouvrages : le calcul est réalisé sur la base du niveau de l'eau E retenue par le maître d'ouvrage + 50 cm.

L'action de l'eau dépend de son niveau, on distingue selon l'Eurocode 0 et le DTU 14.1 (P11- 221 de novembre 2020) :

- Le niveau des plus basses eaux « **EB** », ou niveau quasi-permanent, correspond au niveau d'être dépassé pendant 50% du temps de référence,
- Le niveau des eaux fréquentes « **EF** », correspond au niveau d'être dépassé pendant 1 % du temps de référence,
- Le niveau des hautes eaux « **EH** », ou niveau caractéristique correspondant à la période de retour de 50 ans,
- Le niveau exceptionnel et conventionnel de l'eau « **EE** », correspondant aux plus hautes eaux prévisibles ou niveau retenu pour l'inondation et qui donne les actions accidentelles.

On classe les ouvrages immergés selon leur type d'étanchéité :

- Ouvrages à **structure relativement étanche** pour lesquels il est admis un léger passage d'eau (moyenne annuelle < 500 cm<sup>3</sup>/j/m<sup>2</sup>) à débit contrôlé et éventuellement récupéré. Dans ce cas, c'est le béton par sa compacité et sa résistance qui s'oppose au passage de l'eau. On adjoint alors dans la masse du béton un adjuvant hydrofuge qui diminue la porosité du béton et limite les arrivées d'eau. La qualité du béton, le ferraillement et la reprise des joints sont conformes au DTU 14.1.
- Ouvrages étanchés par un revêtement intérieur **d'imperméabilisation** (cristallisation...) ou **d'étanchéité** (résines spéciales encore peu courantes...). La qualité du béton, le ferraillement et la reprise des joints sont conformes au DTU 14.1. Dans les deux cas, et si le support ne se fissure pas, le revêtement empêche le passage de l'eau liquide mais seule l'étanchéité dispose d'un pare vapeur.
- Ouvrages étanchés par un **revêtement extérieur d'étanchéité** (cuvelage par extradados), à base de produits plastiques, élastiques-plastiques ou élastiques. La qualité du béton, le ferraillement et la reprise des joints sont conformes au DTU 14.1.

Pour des ouvrages non concernés par la nappe et pour un simple usage de stationnement de véhicule, des pénétrations d'eau ne compromettent pas l'utilisation des locaux. Dans ce cas, des géo-composites drainants peuvent être mis en place derrière les voiles contre-terre avec pour exutoire des barbacanes percées en pied de voiles et se déversant par des cunettes internes dont l'exutoire final sera la fosse de relevage des eaux de parking

### 6.2. PRÉCONISATIONS EN PHASE PROVISOIRE DE CHANTIER

En phase provisoire, pour un projet sans niveau de sous-sol, les terrassements ne recouperont pas a priori le niveau de la nappe phréatique.

Les fonds de fouille seront dressés avec une légère pente et seront équipés de dispositifs de drainage afin de réaliser la totalité des structures dans les meilleures conditions, c'est-à-dire, hors d'eau, et assurer la traficabilité des engins de chantier.

## 7. NIVEAU BAS

### 7.1. PLANCHER PORTÉ

Du fait de l'utilisation noble du niveau bas, nous préconisons la mise en place d'un plancher porté.

---

*Nous restons à la disposition du Maître d'Ouvrage pour tous renseignements complémentaires.*

Le Contrôle interne,  
*Pascal CAPORALI*

Le Responsable de l'étude  
***François UGUEN***

## 8. ANNEXES

### DANS LE CORPS DU RAPPORT - NUMÉROTÉES

☒ - MISSIONS

☒ - RELEVÉS DES REMONTÉES DE CUTTINGS

☒ - PÉNÉTROGRAMMES

### PIÈCES JOINTES – NON NUMÉROTÉES

☒ - LOGS PRESSIOMÉTRIQUES ET DIAGRAPHIES

☒ - LIMITE D'EXPLOITATION DU RAPPORT

## MISSIONS

L'enchaînement de chacune de ces 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 pertinentes issues d'investigations géotechniques appropriées.

### ÉTAPE 1 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE PRÉALABLE (G1)

Cette mission, comprenant deux phases, 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.

#### Phase Étude de Site (ES)

Elle est réalisée en amont d'une étude préliminaire ou d'esquisse ou d'APS et permet 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 ou d'esquisse ou d'APS et permet de réduire les conséquences sur les futurs ouvrages des risques géotechniques majeurs identifiés en cas de survenance. Elle s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques pertinentes.

- 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 une synthèse des données géotechniques à ce stade d'étude (première approche de la ZIG, horizons porteurs potentiels, modes de fondations possibles, contraintes pour les terrassements et la création d'ouvrages enterrés, améliorations de sols possibles) ainsi que certains principes généraux de construction envisageables.

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

Cette mission, comprenant trois phases, permet l'élaboration du projet des ouvrages géotechniques et réduit les conséquences des risques géotechniques importants identifiés en cas de survenance. 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.

#### Phase Avant-projet (AVP)

Elle est réalisée au stade de l'avant-projet global. Elle s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques pertinentes.

- 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 global. Elle s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques pertinentes et 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 comprenant la 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), certaines notes de calcul de dimensionnement, une approche des quantités et des valeurs seuils.

#### 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 le client 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 G4, distinctes et simultanées)

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

Se déroulant en deux phases interactives et indissociables, 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.

##### 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 du dossier d'interventions ultérieures sur l'ouvrage (DIUO).

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

Se déroulant en deux phases indissociables, 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.

##### 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 dossier des ouvrages exécutés (DOE) et du dossier d'interventions ultérieures sur l'ouvrage (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).

## INTERPRÉTATION DES REMONTÉES DE CUTTINGS

Les coupes des sondages destructifs données ci-après sont fournies à titre indicatif. Compte tenu de la méthode de relevé (*observation des remontées de cuttings*), ces coupes sont imprécises et ne pourront nous être opposables dans le cadre d'un marché forfaitaire de fondations, même si les quantités estimées par l'entreprise venaient à être différentes de celles réellement mises en place.

Seul un criblage par carottage ou puits à la pelle, réalisé dans le cadre des missions G2/G3/G4, permettrait d'engager notre responsabilité sur les quantités et coût relatifs aux fondations.

▪ Sondage SP1

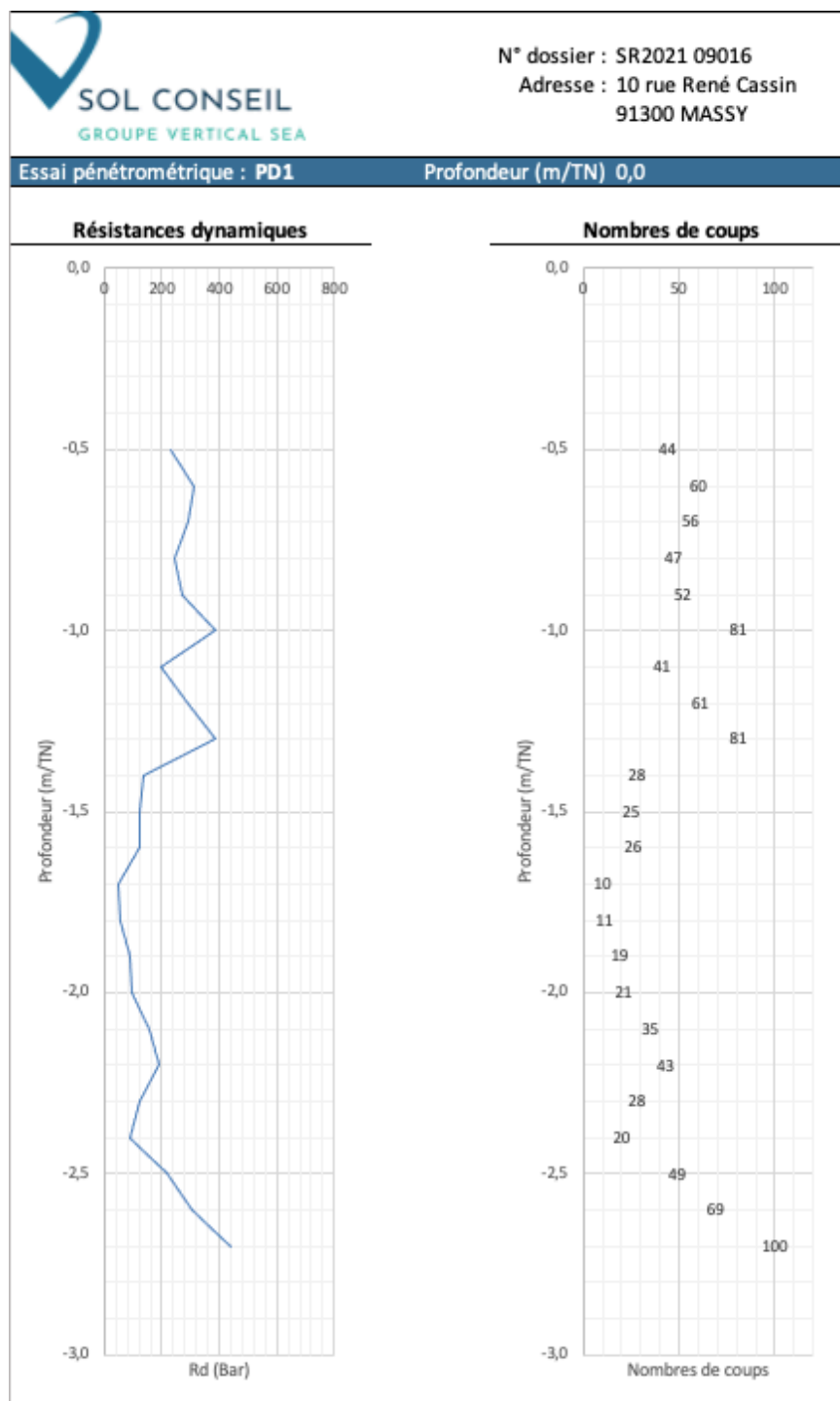
Profondeur (m)	Nature du terrain
0,0 – 0,03	Bitume
0,03 – 0,4	Sable beige fin avec gravier
0,4 – 0,7	Sable marron beige avec gravier
0,7 – 1,0	Sable limoneux légèrement argileux marron avec gravier
1,0 – 1,6	Sable limoneux marron avec gravier
1,6 – 2,0	Sable limoneux légèrement argileux marron avec gravier + petit silex
2,0 – 3,0	Sable légèrement argileux marron orangé avec gravier + petit silex
3,0 – 6,0	Sable légèrement argileux marron orangé avec grain blancs siliceux + petit silex
6,0 – 7,6	Sable marron jaunâtre très légèrement argileux + très petits graviers
7,6 – 10,1	Craie beige + sable jaunâtre + petits graviers

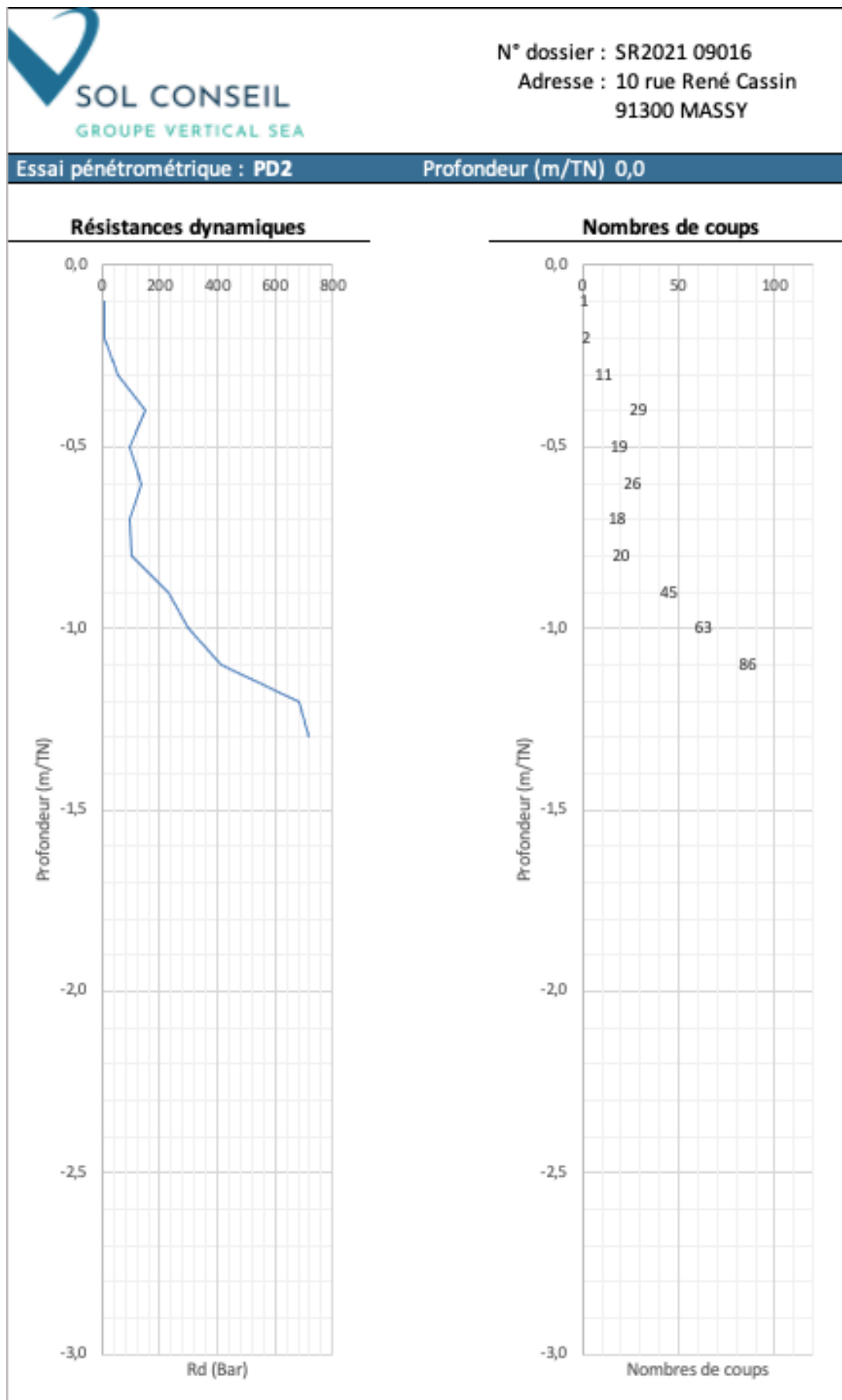
## ESSAIS DE PÉNÉTRATION DYNAMIQUE TYPE B

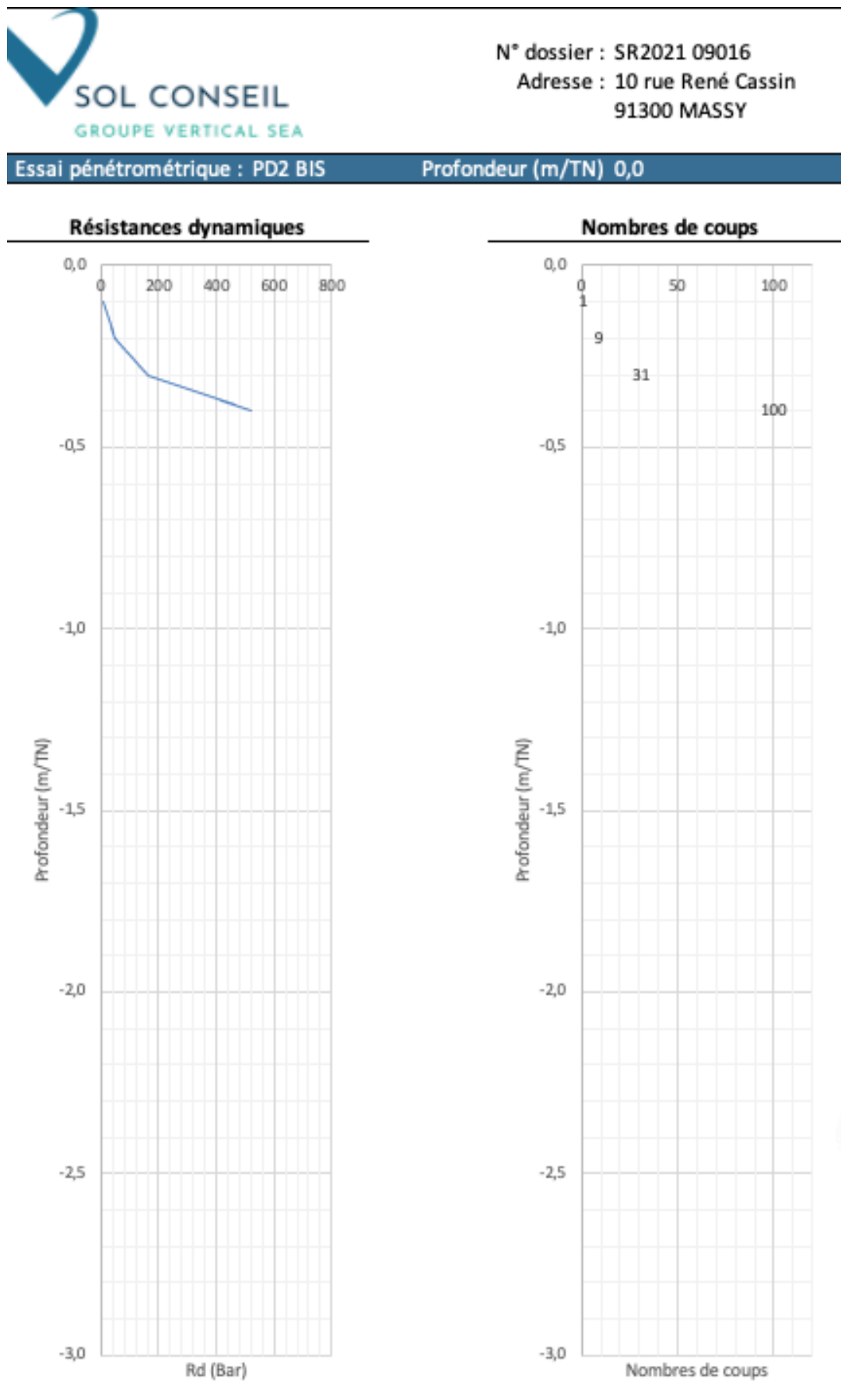
### Caractéristiques de battage

Poids du mouton (kg)	30,0 (PAGANI)
Hauteur de chute (cm)	10,0
Section de la pointe (cm <sup>2</sup> )	10,0
Poids d'une tige - 1m (kg)	3,0
Poids mort permanent (kg)	1,0

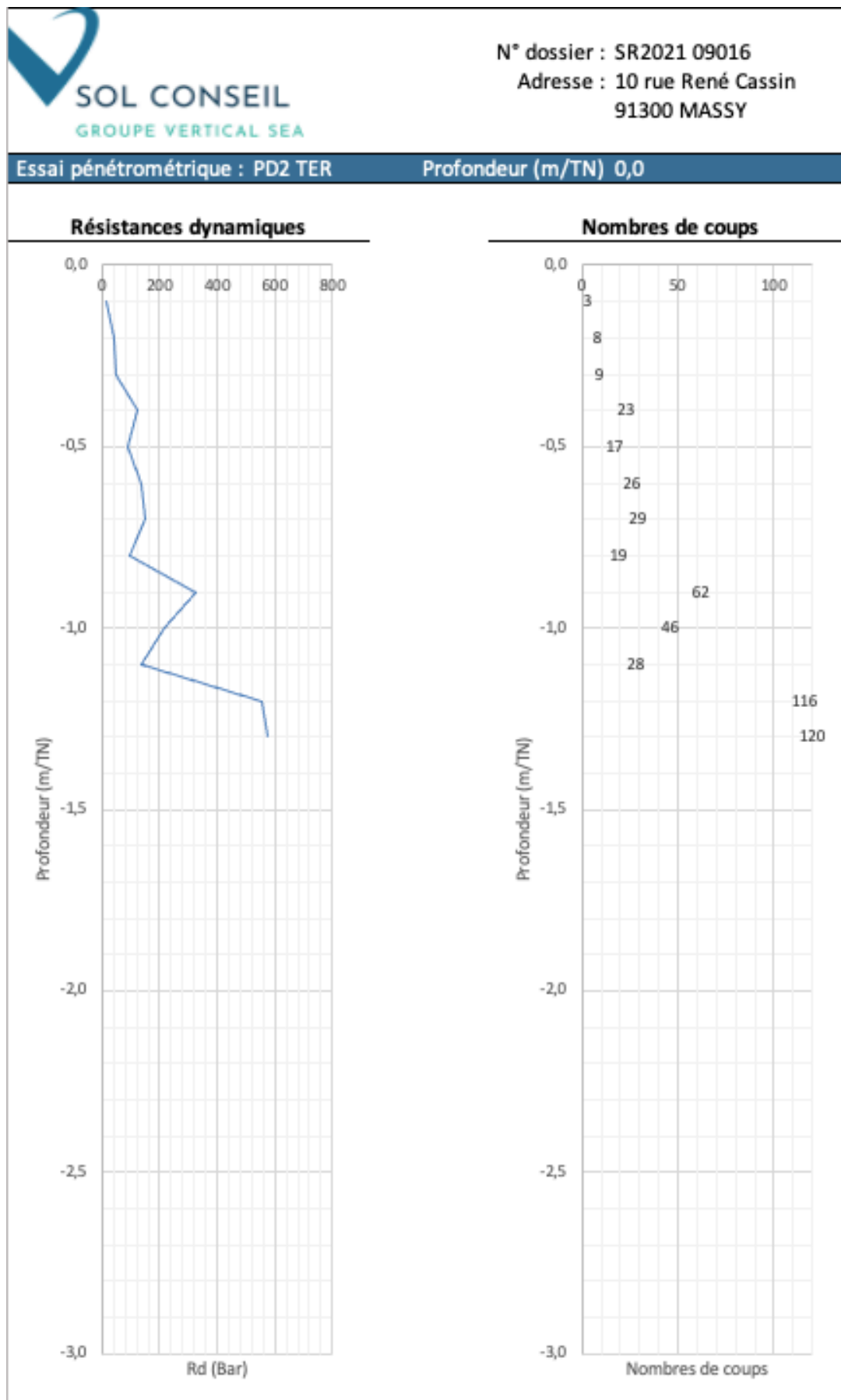
La formule des Hollandais a été appliquée pour la détermination des résistances dynamiques brutes.











## 9. ANNEXES NON NUMÉROTÉES

